


COMUNE DI CAGLIO

PROVINCIA DI COMO

STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Ai sensi della L.R. 11 marzo 2005 n. 12 e D.G.R. 28 maggio n.8/7374

DATA	Novembre 2011	
APPROVATO	con di n.° del	
Il Professionista Dott. Geol. Massimo Riva 	Collaboratore estensore Dr.ssa Geol. Michela Innocenti	Comune di Caglio Il responsabile del procedimento Il segretario comunale
Dott. Massimo Riva Geologo - c.f. RVI MSM 61H17 E507N - Part. Iva 01776580134 Via Previati 16, 23900 LECCO - Tel (0341) 286095 - Fax (0341) 361843 E-Mail ufficiotecnico@sgtl.it - Sito www.sgtl.it - Posta certificata sgtl@epap.sicurezza postale.it		

Redatto	Verificato	Approvato
MI	MR	MR

INDICE

PREMESSA	3
1 PARTE PRIMA – INQUADRAMENTI	4
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO	5
1.2.1 CENNI SULLA STRATIGRAFIA LOCALE	8
1.3 METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA	12
1.4 INQUADRAMENTO LOCALE E RELATIVA CARTOGRAFIA	19
1.4.1 CARTA LITOGICA E STRUTTURALE CON ELEMENTI MORFOLOGICI	20
1.4.1.1 Litologie prevalenti e loro assetto strutturale	20
1.4.1.2 Elementi geomorfologici	21
1.4.2 CARTA IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA	23
2 PARTE SECONDA – CARTOGRAFIA TEMATICA DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA	24
2.1 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFICATA PAI	24
2.1.1 ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA PAI 2001	24
2.2 ANALISI SISMICA E CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	26
2.2.1 CENNI STORICI E TERREMOTI DI RIFERIMENTO	26
2.2.2 CENNI NORMATIVI	27
2.2.3 ANALISI DELLA SISMICITÀ E CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	29
2.2.3.1 Effetti di sito o di amplificazione sismica locale	30
2.2.3.2 Effetti di instabilità	30
2.2.3.3 Analisi della sismicità locale	31
2.2.3.4 Metodologia per la redazione della carta della pericolosità sismica locale	34
2.3 CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI	36
2.3.1 Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89	36
2.3.2 Vincoli di polizia idraulica	36
2.4 CARTA DI SINTESI	36
2.4.1.1 Aree a pericolosità/vulnerabilità elevata	37
2.4.1.2 Aree a pericolosità /vulnerabilità moderata	37
2.4.1.3 Aree a pericolosità/vulnerabilità bassa	37
2.5 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	37
2.5.1 Criteri per l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica	38
3 PARTE TERZA - NORME GEOLOGICHE DI PIANO	39
3.1 NORMATIVA D'USO DERIVANTE DALLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA	39
3.1.1 CLASSE 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI	40
3.1.2 CLASSE 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI	41
3.1.2.1 Sottoclasse 3A	43
3.1.2.2 Sottoclasse 3B	43
3.1.3 CLASSE 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI	44
3.2 NORMATIVA D'USO DERIVANTE DAI VINCOLI	45

3.2.1	AREE RICADENTI IN ZONA A VINCOLO PAI	45
3.2.2	AREE RICADENTI IN FASCE DI RISPETTO IDRAULICO	47
3.3	NORMATIVA D'USO DERIVANTE DALLA COMPONENTE SISMICA DEL PGT	48

ALLEGATI FUORI TESTO

TAVOLA 1	CARTA GEOLITOLOGICA E STRUTTURALE CON ELEMENTI MORFOLOGICI E SEZIONE GEOLOGICA	
	Scala 1:5.000	
TAVOLA 2	CARTA IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA	
	Scala 1:5.000	
TAVOLA 3	CARTA DEL DISSESTO DEL TERRITORIO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI	
	Scala 1:10.000	
TAVOLA 4	CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	
	Scala 1:5.000	
TAVOLA 5	CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI	
	Scala 1:5.000	
TAVOLA 6	CARTA DI SINTESI	
	Scala 1:5.000	
TAVOLA 7	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA INTERO TERRITORIO	
	Scala 1:5.000	
TAVOLA 8	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DEL CENTRO ABITATO	
	Scala 1:2.000	

PREMESSA

Il Comune di Caglio non possiede alcuno studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale (PRG).

A seguito dell'emanazione dei nuovi "Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", e DGR 8/7374 del 28 maggio 2008, è richiesto che i comuni che non hanno mai realizzato alcuno studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica, ne realizzino uno conformemente a tale direttiva.

Il Comune di Caglio è inserito inoltre nell'elenco dei comuni compresi nella D.G.R. 11 dicembre 2001, n. 7/7365 e nella D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/15666 (secondo aggiornamento aprile 2009) con situazione dell'iter PAI "non avviato", il quadro del dissesto vigente è indicato perciò come originario.

Il presente studio a supporto del Piano di Governo del territorio del Comune di Caglio (CO) è stato pertanto condotto secondo quanto previsto dai criteri attuativi della L.R. 12/05 e DGR 8/7374 e si considera composto dalla presente relazione illustrativa, dalla cartografia allegata fuori testo e dalla normativa allegata a fine testo.

Si segnala inoltre che lo scrivente si è occupato, in concomitanza con la stesura del presente studio geologico, anche della realizzazione dello studio d'individuazione del reticolo minore idraulico comunale e regolamento di polizia idraulica (ai sensi della L.R. 1/2000 e DGR 1 agosto 2003 n. 13950).

Per semplicità espositiva lo studio è stato suddiviso in tre parti, una prima parte relativa alla produzione della cartografia d'inquadramento geologico, la seconda relativa alla produzione della cartografia di supporto alla pianificazione urbanistica e la terza relativa alla normativa d'uso.

Oltre alla presente relazione si è proceduto perciò alla:

- redazione di una Carta geolitologica e geomorfologia e sezione geologica;
- redazione di una carta idrologica e idrogeologica;
- redazione di una Carta del Dissesto del Territorio con Legenda Uniformata PAI;
- redazione di una Carta della Pericolosità Sismica Locale di primo livello;
- redazione della Carta dei Vincoli secondo la normativa recente;
- redazione della Carta di Sintesi;
- redazione della Carta di Fattibilità, alla luce di tutta la nuova cartografia prodotta ed estesa all'intero territorio comunale.

1 PARTE PRIMA – INQUADRAMENTI

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Caglio, situato nel settore centro meridionale del cosiddetto “Triangolo Lariano”, si estende su una superficie di circa 6.62 kmq.

Da un punto di vista cartografico, il Comune in oggetto risulta inserito nel Foglio 32 – COMO della Carta Geologica d’Italia a scala 1:100.000 (Istituto Geografico Militare) e nel Foglio B5, sezione b4 (B4b4), sezione c4 (B4c4) e sezione c3 (B4c3) della Carta Tecnica della Regione Lombardia (CTR) a scala 1:10.000.

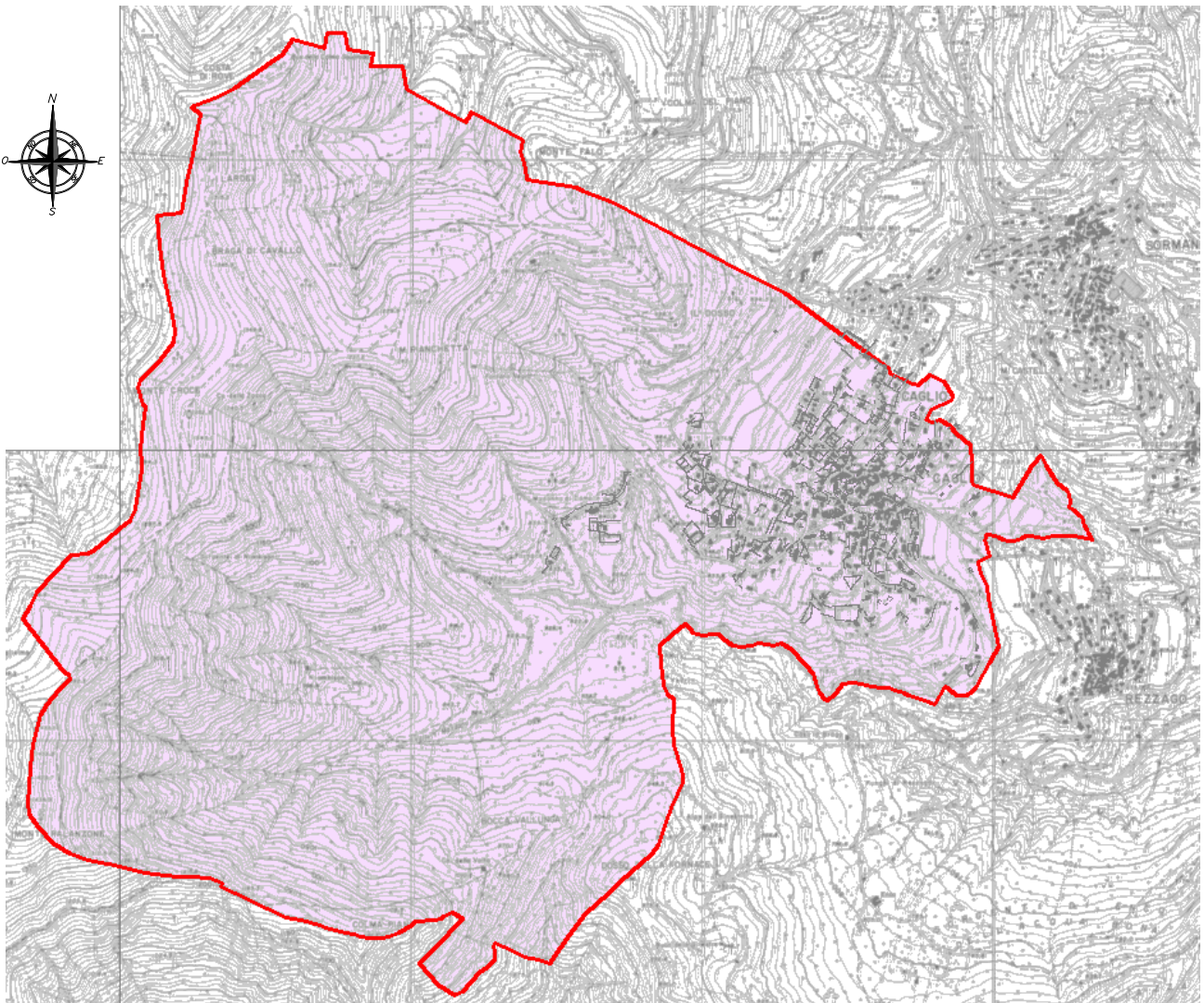


Fig. 1 - Stralcio Carta Tecnica Regionale con indicazione Comune di Caglio (non in scala).

Nel dettaglio, il limite comunale, partendo da W in senso orario [Sormano](#), [Rezzago](#), [Asso](#), [Caslino d'Erba](#), [Faggeto Lario](#), [Nesso](#).

Il centro urbanizzato si sviluppa nella zona centro-orientale, estendendosi verso nord in direzione del centro abitato del limitrofo comune di Sormano e verso sud verso il centro abitato di Rezzago.

Secondo quanto riportato negli studi effettuati dall'ARPA della Regione Lombardia, il territorio del Comune di Caglio è differenziato in base all'uso del suolo nelle seguenti categorie:

Comune di Caglio	
Uso suolo	%
Aree urbanizzate	6.5
Aree agricole	13.4
Aree boscate / ambiti semi-naturali	80.1
Aree umide	0.0
Aree idriche	0.0

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO

Dal punto di vista altimetrico, il territorio comunale risulta compreso tra la quota massima di 1435.0 m s.l.m., relativa alla cima del Monte Palanzone posto nel settore W del territorio comunale (cima delle Prealpi lombarde che nel *Triangolo Lariano* viene sorpassata solo dal Monte San Primo) e la quota minima di 680 m s.l.m., relativa alla Valle di Rezzago posta nel settore S-E del territorio comunale.

In generale il territorio è caratterizzato da valori di pendenza moderati in corrispondenza del ripiano ove ubicato l'abitato principale, mentre raggiunge pendenze elevate in corrispondenza dei rilievi che circondano l'abitato in particolare in corrispondenza del versante orientale del Monte Palanzone, del Monte Croce e M. Pianchetta, che costituiscono le cime più elevate del territorio comunale.

I caratteri geologico - strutturali dell'area in esame s'inseriscono in un quadro geodinamico regionale complesso, la cui definizione risulta in continuo approfondimento.

L'area studiata fa parte delle cosiddette "*Prealpi Lariane*", appartenenti al dominio Subalpino, il cui assetto tettonico rappresenta il risultato delle deformazioni conseguenti al processo di "raccorciamento crostale", che in più fasi ha caratterizzato lo sviluppo dell'orogenesi alpina. In tutta la Lombardia, il Sudalpino è geologicamente costituito dalla presenza di un basamento cristallino, affiorante principalmente lungo una fascia che si estende dall'Adamello al Lago Maggiore lungo

l'intero bordo meridionale della Linea Insubrica, e da una potente successione sedimentaria avente un'età compresa tra il Carbonifero superiore e il Miocene.

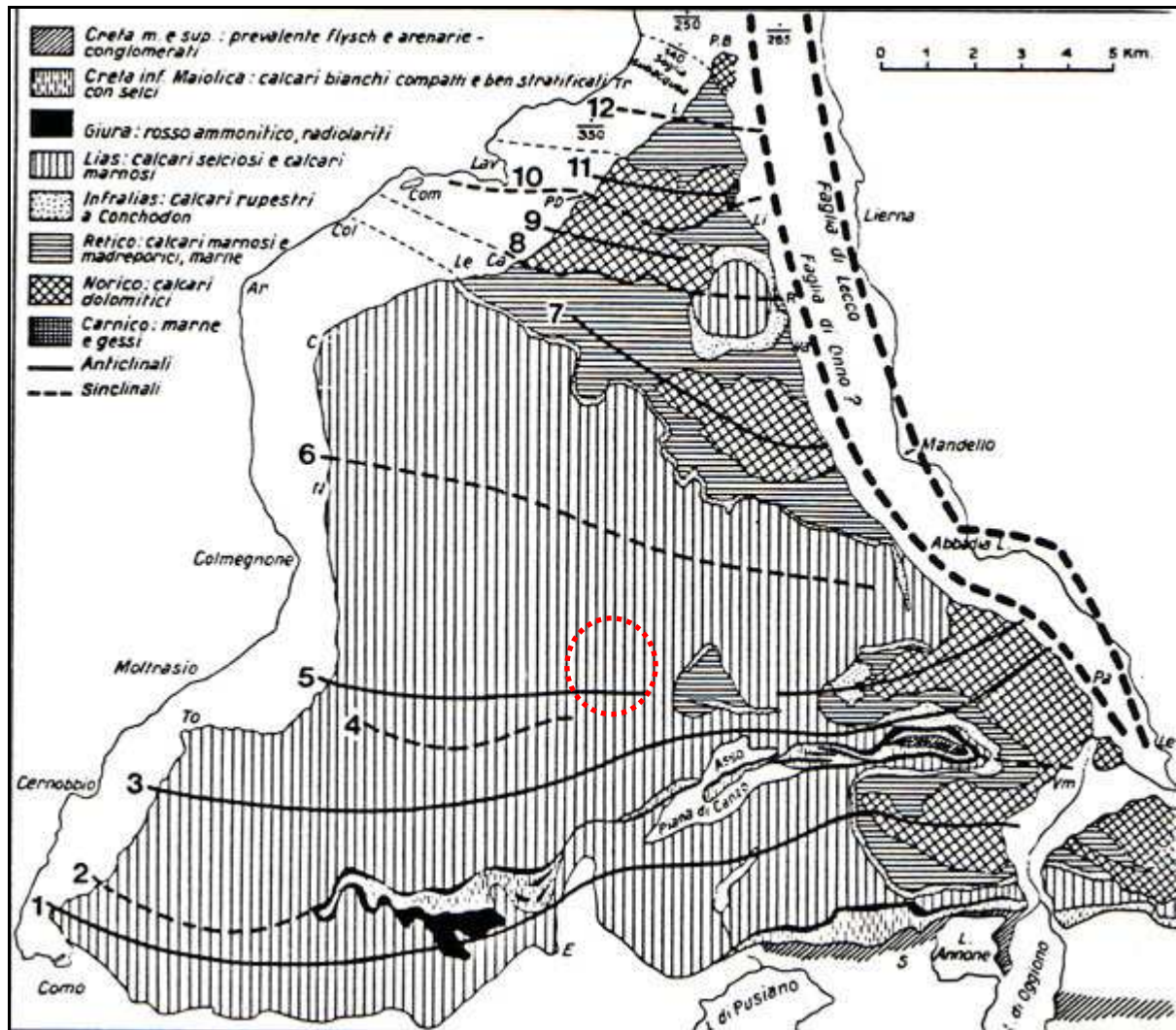


Fig. 2 - Carta geologica schematica del Triangolo Lariano. Anticlinali:1. Brunate-Cornizzolo-Rai; 3. Bollettone-Corni di Canzo-Morigallo. Sinclinali: ". Merma-AlpeTurati- Val Ravella. Da: G.Nangeroni, Appunti sulla geomorfologia del triangolo lariano, Atti Soc. It. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano, Vol.110, 69, 1970.

Nell'area del Triangolo Lariano, in particolare, affiorano solo rocce di copertura sedimentaria con un'età che va dal Trias superiore al Cretaceo superiore. Tutto questo settore è caratterizzato da pieghe debolmente vergenti verso SW con asse NW-SE, spesso ulteriormente scomposte da faglie e accavallamenti che diventano più importanti avvicinandosi al limite meridionale del Triangolo Lariano. L'intensità degli eventi deformativi, inoltre, cresce nella parte orientale dell'area, in prossimità dell'edificio a scaglie della Grigna. La zona di raccordo tra i due settori è in gran parte celata sotto il Lario Orientale (Fig. 2).

Gran parte dell'area del Triangolo Lariano fu ricoperta dai grandi ghiacciai pleistocenici che scendevano dalla Valtellina e dalla Valchiavenna, lasciando emergere solo le cime più alte. Pertanto tutta la zona è ammantata da significativi e diffusi depositi glaciali.

I periodi glaciali sono almeno quattro, dal più antico al più recente: *Gunz*, *Mindel*, *Riss* e *Würm*. Di essi in Italia sono documentati gli ultimi tre, succedutisi in un periodo che va dai 600.000 agli 8.000 anni fa.

Tra un periodo glaciale e l'altro si ristabilivano condizioni climatiche sostanzialmente non diverse da quelle preglaciali e da quelle attuali.

Tutta la catena alpina, dal margine padano a quello centroeuropeo si copriva nel periodo glaciale di una spessa calotta di ghiaccio e in corrispondenza dello sbocco delle valli alpine, arrivavano le lingue dei grandi ghiacciai che scavavano il fondo degli attuali laghi lombardi, da quello d'Orta a quello di Garda.

Il nostro territorio venne invaso dall'imponente fiumana glaciale derivata dalla confluenza delle due colate provenienti rispettivamente dalla Valtellina (Cevedale, Bernina, Disgrazia) e dalla Val Chiavenna (monti della Valle Spluga e della Val Bregaglia), com'è largamente testimoniato dagli imponenti depositi morenici.

Si hanno tracce di almeno tre invasioni glaciali, rispettivamente omologabili alle tre ultime tradizionali glaciazioni: *Mindel*, la più imponente, *Riss*, leggermente inferiore, *Würm*, di ancor minore estensione e potenza.

In montagna normalmente si osserva: in alto, del morenico sparso, probabilmente attribuibile al *Mindel*, che a quota 900-1000 m è soggetto a una notevole demolizione da parte delle acque, tanto da presentarsi spesso sotto forma di massi sparsi, talora di dimensioni molto notevoli.

A un livello di poco inferiore si allungano dei cordoni morenici, generalmente poco alterati; probabilmente rappresentano il *Riss*.

Ancor più sotto si hanno quasi sempre, dei terrazzi costituiti di morenico o fluvioglaciale, generalmente fresco: siamo molto probabilmente nel *Würm*.

1.2.1 CENNI SULLA STRATIGRAFIA LOCALE

Le unità affioranti nell'area della Valassina sono litologicamente piuttosto omogenee e sono riconducibili all'intervallo geocronologico *Triassico superiore (Norico) – Cretaceo*. Su queste poggiano discordanti dei depositi di copertura superficiali, descritti nel dettaglio in seguito, riconducibili al Quaternario.

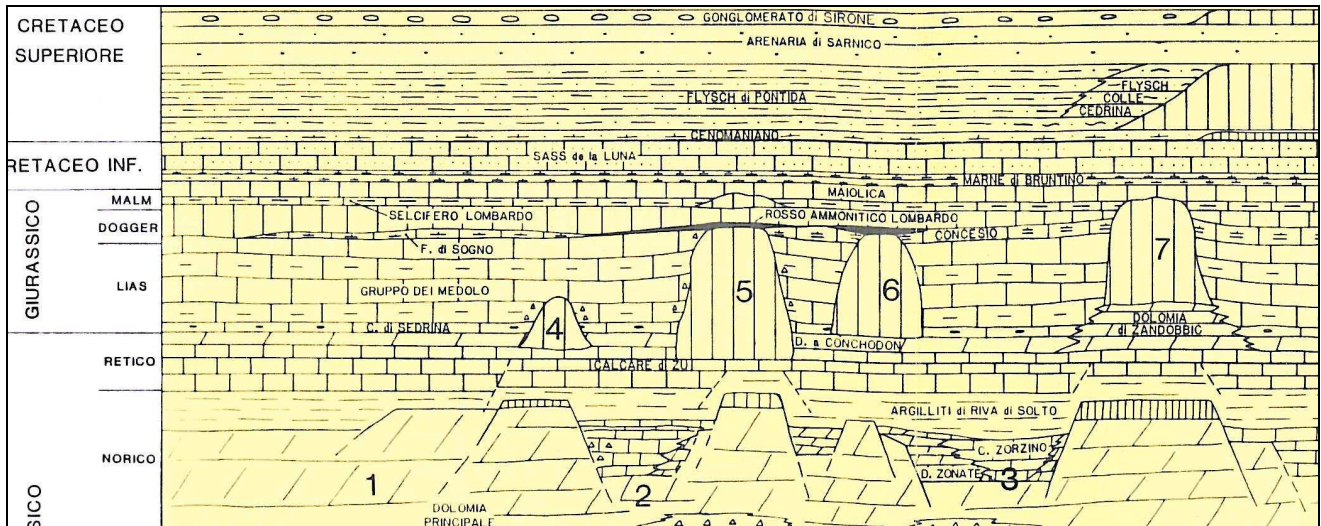


Fig. 3 - Schema dei rapporti stratigrafici (da Relazione geologica per ricerca idrocarburi, 1991 – Fina Italia spa)

In ordine cronologico, seguendo la successione a partire dalle unità triassiche:

DOLOMIA PRINCIPALE (*Norico*)

Si tratta di dolomie e calcari dolomitici, di colore grigio- chiaro a grigio-scuro, massivi o a stratificazione in grossi banchi. Verso la base dell'unità prevalgono breccie calcareo dolomitiche. Localmente sono presenti intercalazioni di micriti grigio-scure sottilmente stratificate e breccie poligeniche a elementi in parte carbonatici.

L'ambiente deposizionale è caratterizzato da un importante evento trasgressivo che si verifica in tutta l'area lombarda e che origina un paesaggio di piattaforme carbonatiche (spessore 1000 m).

La *Dolomia Principale* non affiora nell'area comunale di Caglio.

CALCARE DI ZU (*Retico*)

Calcari e calcari debolmente marnosi, grigio-bruni o grigio-nerastri, compatti, a stratificazione variabile da sottile a massiccia, ai quali sono a volte intercalate marne, argilliti marnose e argilliti nerastre.

L'ambiente di deposizione del *Calcario di Zu* sembra essere caratterizzato da acque poco profonde, generalmente tranquille, talvolta mosse da correnti e talvolta molto limpide, calde e ben

ossigenate; saltuari apporti terrigeni sarebbero all'origine delle intercalazioni marnoso - argillose, che si fanno più frequenti nella parte basale della serie (spessore da 200 a 600 m). Questa formazione, affiora e subaffiora lungo la strada che collega il comune di Caglio a quello di Rezzago, nella pozione meridionale del territorio comunale.

DOLOMIA A CONCHODON (*Lias inferiore – Retico superiore*)

Questa formazione è costituita da una potente successione di calcari e calcari dolomitici, di colore da grigio-nocciola a grigio-scuro, a stratificazione indistinta o in grossi banchi. Il grado di dolomitizzazione non è uniforme; si possono rinvenire calcilutiti nocciola e dolomie con tipico aspetto saccaroide.

L'ambiente di deposizione della *Dolomia a Conchodon* è quello di una piattaforma carbonatica stabile che caratterizza gran parte dell'area lombarda al passaggio tra Triassico e Giurassico (spessore 60-90 m).

La *Dolomia a Conchodon* non affiora nell'area comunale di Caglio.

CALCARE DI SEDRINA (*Lias inferiore: Hettangiano*)

Il *Calcare di Sadrina* è costituito da calcari oolitici, calcari dolomitici e calcari marnosi grigio-scuro o neri, raramente bianchi, a stratificazione massiccia nel membro inferiore; superiormente è caratterizzata dalla predominanza dei calcari marnosi neri, in strati sottili, mentre diventano rari i calcari oolitici e dolomitici, solitamente in grossi banchi. E' caratterizzata, inoltre, dalla presenza di selce chiara in liste e noduli.

Il *Calcare di Sadrina* non affiora nell'area comunale di Caglio.

CALCARE DI MOLTRASIO (*Lias inferiore: Sinemuriano*)

Termine litologico successivo al *Calcare di Sadrina* è il *Calcare di Moltrasio* ed è costituito da calcari selciferi di colore grigio-scuro intercalati a marne fogliettate grigie e abbondante selce in liste e noduli. La stratificazione è sottile e irregolare, sempre ben evidente. Gli interstrati, formati da materiale più ricco in argilla, possiedono caratteristiche meccaniche più scadenti rispetto agli strati. Sia le acque meteoriche che quelle sotterranee, aggrediscono i calcari con fenomeni di dissoluzione. In particolare le acque meteoriche alterano le superfici esposte con formazione di piccole scaglie litoidi. Le acque che invece s'infiltrano lungo le fratture hanno il duplice effetto di allargare queste ultime e depositare argille residuali. Il risultato di entrambe le azioni è una diminuzione delle caratteristiche meccaniche delle superficie dei giunti.

L'ambiente deposizionale è rappresentato da un bacino di sedimentazione profondo e a subsidenza rapida, testimoniato dal maggior apporto detritico (presenza delle marne) e dal colore scuro del litotipo (spessore variabile: da pochi metri nella zona di paleoalto fino a 1000-1500 m nelle aree bacinali).

Questa formazione, affiora e subaffiora soprattutto nella parte altimetricamente più elevata del territorio comunale, costituendo l'ossatura dei rilievi.

MAIOLICA (Barremiano inf.- Neocomiano)

Calcilutiti di colore bianco avorio, con stratificazione decimetrica (10-40 cm), normalmente ben definite, con noduli di selce di color grigio bluastrò; talvolta tra gli strati possono esserci dei sottili livelli (1-2 mm) di selce di color grigio, con patina giallastra.

All'interno si possono trovare dei corpi di franamento costituiti da Radiolariti, costituite da selci fittamente stratificate di colore vinaceo; la successione comunque presenta delle variazioni di colore piuttosto marcate; possono comparire Radiolariti grigie o verdi.

La *Maiolica* non affiora nel comune di Caglio.

Giacciono su di essi, discordanti e discontinui, dei depositi di copertura superficiali riconducibili al Quaternario; per classificare e discriminare le coperture di diversa origine, si è proceduto nel seguente modo:

- valutazioni geomorfologiche di massima;
- consultazione carte geoambientali e cartografia specifica della zona;
- verifiche dettagliate sul terreno.

Depositi di versante

Sono costituiti essenzialmente da accumuli detritici, generalmente monolitologici, formati da clasti spigolosi grossolani, di dimensione dal ciottolo al blocco, moderatamente selezionati, privi di matrice fine e talora con rozza stratificazione parallela al pendio; molto frequente la presenza di cemento calcareo.

Sono formati per distacco di singoli clasti da soprastanti pareti rocciose o per crollo e frantumazione di maggiori blocchi rocciosi, e in questo caso sono caratterizzati da granulometria molto grossolana. Altri processi che non siano la semplice azione della gravità possono rielaborare tali depositi (creep, acque di dilavamento, ecc.) distribuendoli secondo angoli inferiori al proprio angolo di riposo ed impartendo una appena accennata stratificazione.

In carta non sono riportati come unità litologica, ma sono riscontrabili in corrispondenza dei corpi di frana cartografati.

Depositi alluvionali

Rappresentano i depositi dei materiali trasportati ed elaborati dalle acque correnti, sono costituiti da accumuli di blocchi, ciottoli e ghiaie più o meno arrotondati con locali lenti sabbiose; di spessore molto esiguo e con scarsa estensione areale; sono presenti lungo i principali alvei dei torrenti attuali (Torrente Rezzago).

Depositi d'origine glaciale

Depositi con granulometria fortemente eterogenea, composta da frazioni fini miste a blocchi e massi (di prevalente origine ignea-metamorfica).

I clasti, solitamente spigolosi e poco alterati, risultano immersi in una matrice sabbioso ghiaiosa di colore grigio giallastro, con scarsi allineamenti o cenni di stratificazione interna.

Talvolta questi depositi a causa di una passata circolazione idrica ricca di carbonati appaiono cementati.

Occupano gran parte dell'altopiano in cui si è sviluppato il centro abitato.

Depositi eluvio-colluviali

Strato di alterazione in posto della roccia, ad opera soprattutto della disgregazione fisico meccanica, cui concorrono principalmente i fattori climatici. Si sviluppa con una frammentazione in blocchi spigolosi che via via disfacendosi, ricoprono il versante con una coltre terrigena spesso vegetata. All'interno del territorio i depositi eluviali sono generati dall'alterazione del substrato calcareo - dolomitico, che risulta più o meno subaffiorante in tutta l'area.

Nel territorio comunale la coltre eluviale è presente nella parte montana e ammantata in modo discontinuo il substrato roccioso; normalmente possiede spessori esigui (da alcuni centimetri a pochi decimetri), ma localmente può raggiungere valori anche metrici.

1.3 METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

Per una maggiore comprensione della situazione idrologica e idrogeologica del territorio comunale di Caglio sono state inserite alcune considerazioni di carattere meteorologico. Sono state inoltre fatte valutazioni qualitative della permeabilità dei terreni, per potere, in via preliminare, definire il grado di protezione o vulnerabilità della risorsa idrica locale.

Per la corretta caratterizzazione della situazione idrologica e idrogeologica del territorio comunale di Caglio si è ritenuto importante inserire in questo capitolo alcune considerazioni di carattere meteo - climatico, per la valutazione della dinamica dei fenomeni a essa ricollegabili.

Tutti i dati sotto elencati sono riferiti alla stazione meteorologica del vicino comune di Asso.

Dall'analisi della carta delle isoiete di seguito riportata, e dai dati bibliografici relativi alle precipitazioni che vanno dal 1926 al 1977, si evidenzia come la zona sia interessata da un regime di piovosità annuale media elevato, riscontrandosi valori superiori a 1700 mm di pioggia/anno (valore minimo, nel 1927, di 714.1 mm di pioggia/anno e valore massimo, nel 1936 di 3038 mm di pioggia/anno (con valore medio ponderato alla stazione di Asso, per il periodo citato, di 1724.34 mm/anno).

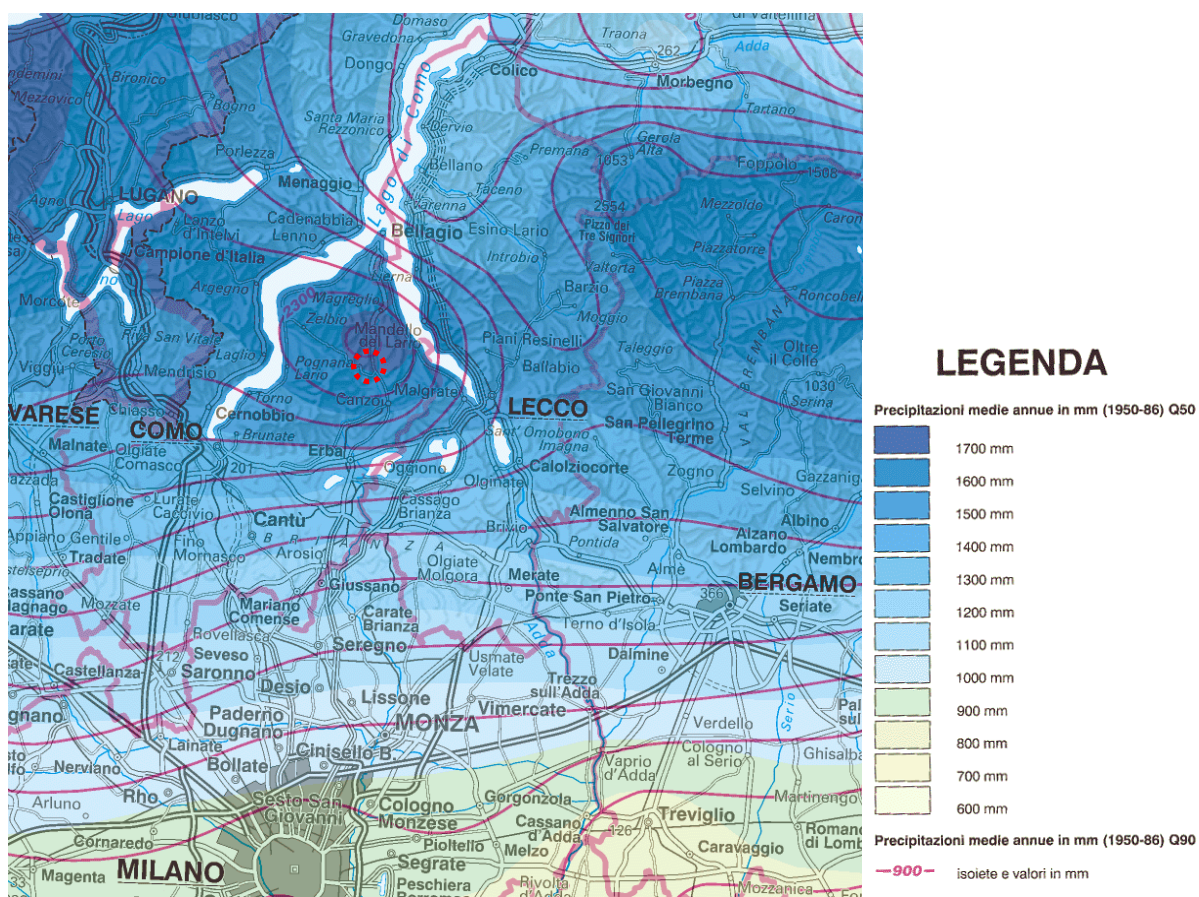


Fig. 4 - Carta delle precipitazioni tratta da 1° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile

I dati pluviometrici (vedi grafico 1) indicano un regime di tipo prealpino, con una distribuzione bimodale delle precipitazioni con due massimi mensili di precipitazioni: l'uno autunnale, l'altro primaverile, con il picco primaverile che prevale su quello autunnale. Dopo il periodo delle più intense precipitazioni mensili autunnali, nel mese di dicembre il valore della precipitazione mensile scende bruscamente, ma resta sempre a livelli superiori a quelli del mese di gennaio. Il mese di gennaio è il mese meno piovoso mentre il periodo di maggior precipitazione media si ha durante il mese di giugno.

Esaminando il grafico 1 per la parte che si riferisce alla distribuzione del numero medio mensile di giorni di precipitazione, si nota come il mese che ha il più elevato numero di giorni di pioggia è maggio, mentre il mese in cui si ha il minor numero di giorni caratterizzati da precipitazioni è il mese di febbraio.

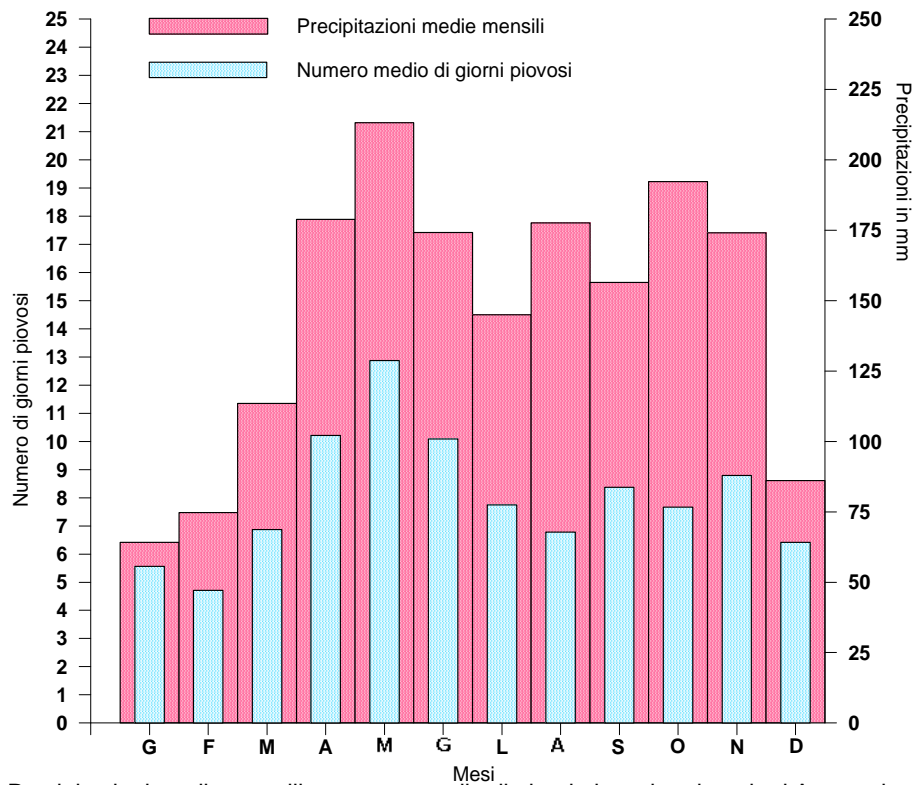


Grafico 1 - Precipitazioni medie mensili e numero medio di giorni piovosi registrati ad Asso nel periodo 1926-1977

Se si legano insieme questi due tipi di informazione si possono ottenere delle indicazioni importanti al fine di valutare la pericolosità connessa alle frane e ai dissesti idrogeologici in quanto, appare chiaro che, a parità di altre condizioni, le precipitazioni sono tanto più pericolose quanto più sono concentrate nel tempo. A tale scopo è stato costruito il grafico 2 dell'intensità media delle precipitazioni, ovvero del rapporto fra le precipitazioni medie annue espresse in millimetri e il numero medio annuo dei giorni di precipitazione. Dall'esame di questo grafico si può osservare come i valori dell'intensità media delle precipitazioni durante il giorno piovoso siano compresi tra

11.5 in gennaio (mese a minor rischio) e 26.2 in agosto (mese a maggior rischio). Precedentemente si è osservato che ci sono due periodi distinti in cui si registra il maggior quantitativo di precipitazioni: la primavera e l'autunno; ora si può puntualizzare che, mentre in primavera le piogge sono abbondanti, ma distribuite in numerosi giorni piovosi, in autunno le piogge sono concentrate in un minor numero di giorni e quindi sono caratterizzate da una maggiore intensità e pericolosità.

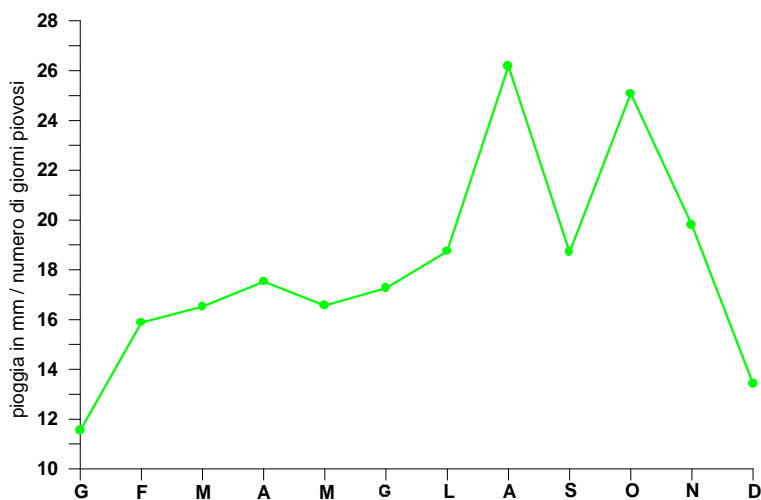


Grafico 2 - Intensità media delle precipitazioni ad Asso nel periodo 1926-1950

Si sono prese in considerazione anche le temperature medie mensili, per un periodo di tempo che va dal 1951 al 1977: dal grafico 3 si desume che la temperatura massima si registra nel mese di luglio (27.2°C), mentre la minima nel mese di gennaio (-2°C) e che i valori medi oscillano attorno ai 18.4°C di massima e a 2.7°C di minima. Nel grafico 4 sono state rappresentate le escursioni di temperatura medie mensili: anche per questo parametro i valori maggiori si verificano nel mese di luglio (ben 13°C di escursione termica) mentre i valori minimi sono tipici dei mesi invernali (poco più di 9°C)

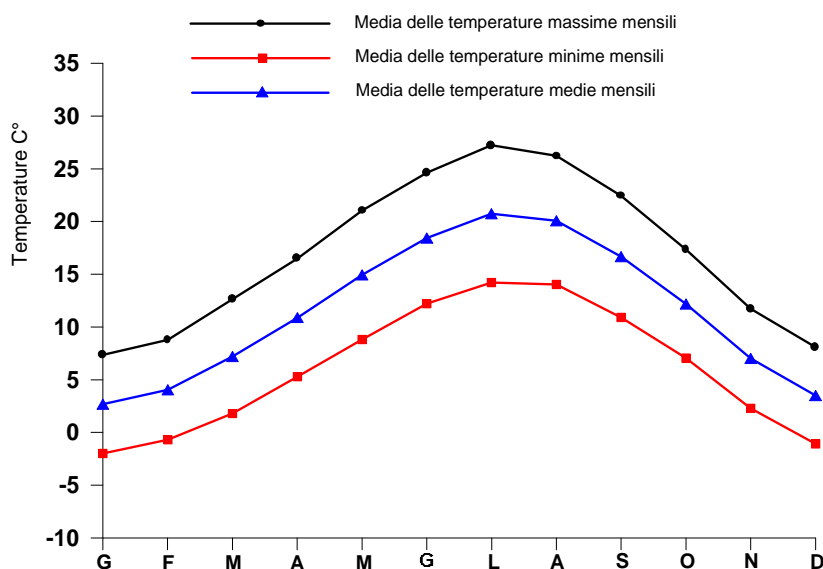


Grafico 3 - Andamento delle temperature medie mensili ad Asso nel periodo 1951-1977



Grafico 4 - Escursione termica media mensile ad Asso negli anni 1951-1977

Nel grafico 5 sono state rappresentate le medie delle temperature annuali massime, minime e medie per gli anni che vanno dal 1951 al 1977: l'andamento delle curve è piuttosto regolare con temperature massime attorno ai 17°C, temperature medie attorno ai 12-13°C e temperature minime attorno agli 8°C con escursioni termiche annuali di circa 9°C; un'evidente anomalia si riscontra a partire dal 1973 quando le escursioni tra la temperatura massima e minima diventano piuttosto elevate (fino a 22°C nel 1977) (vedi grafico 6).

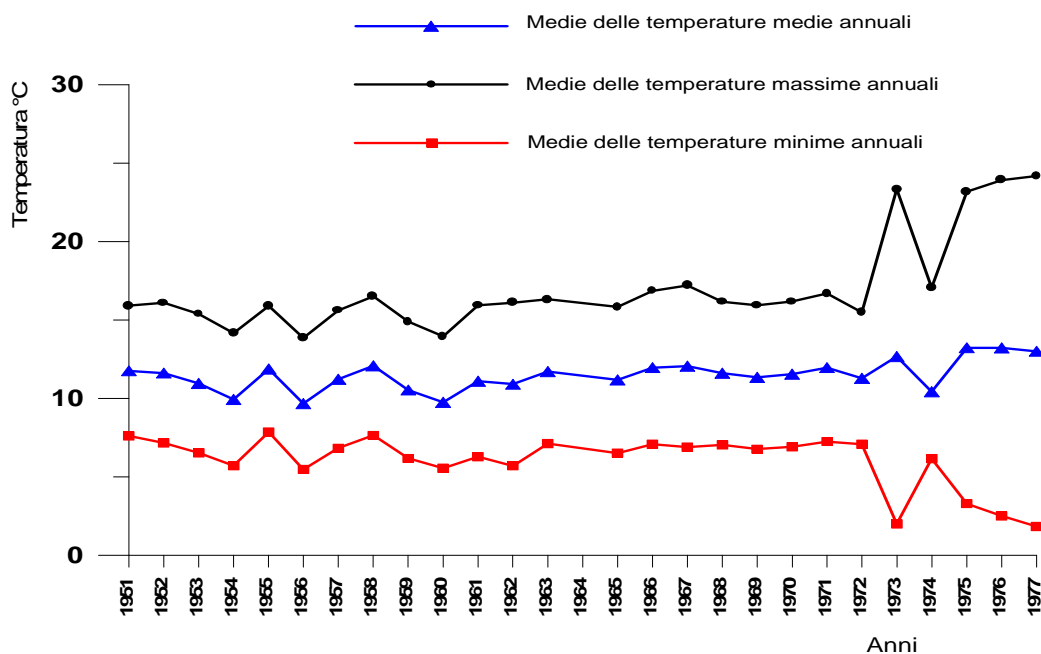


Grafico 5 - Andamento delle temperature medie annue ad Asso nel periodo tra il 1951 e il 1977

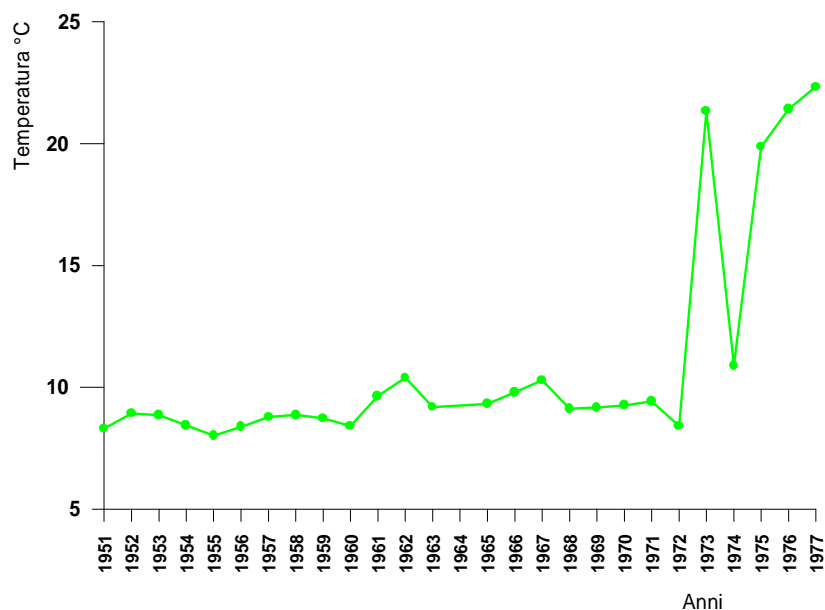


Grafico 6 - Escursione termica media annua ad Asso negli anni 1951-1977.

Con i dati a nostra disposizione è stato costruito il grafico 7 che porta sull'asse delle ascisse le stagioni dell'anno e sull'asse delle ordinate la temperatura media di ogni stagione; inoltre sul diagramma è indicata con una linea orizzontale la temperatura media annua. Dall'esame di questo grafico si nota come la temperatura media annua è leggermente al di sopra della temperatura media primaverile, mentre la temperatura media autunnale è al di sopra della media annua; quindi la temperatura media annua è compresa tra la temperatura media stagionale della primavera e quella dell'autunno.

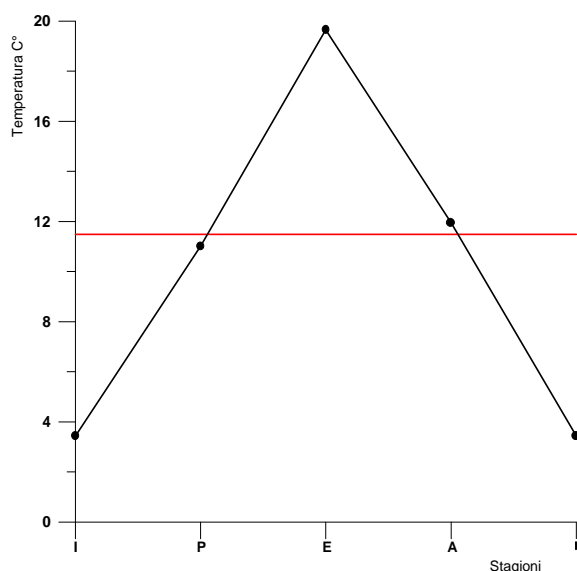


Grafico 7 - Confronto tra la temperatura media annua e le temperature medie stagionali ad Asso nel periodo 1951-1977

E' peraltro da prevedersi un significativo ruolo del ciclo gelo-disgelo sull'intero meccanismo dell'evoluzione geomorfologica dei luoghi, risulta perciò importante avere indicazioni circa i giorni di persistenza al di sotto dello zero. Si considerano giorni di ghiaccio quelli con temperatura massima uguale o minore di 0°C e giorni di gelo quelli con temperatura minima uguale o minore di 0°C: il risultato è dato dal grafico 8 nel quale appare chiaro che il numero medio di giorni di gelo è piuttosto modesto; maggiore importanza assumono invece i valori del numero medio di giorni di ghiaccio che raggiungono il massimo in gennaio.

Sulla base di queste osservazioni possiamo desumere che i mesi più favorevoli ai moti franosi a causa del susseguirsi dei cicli di gelo-disgelo sono, in ordine decrescente: gennaio, dicembre, febbraio, marzo e novembre.

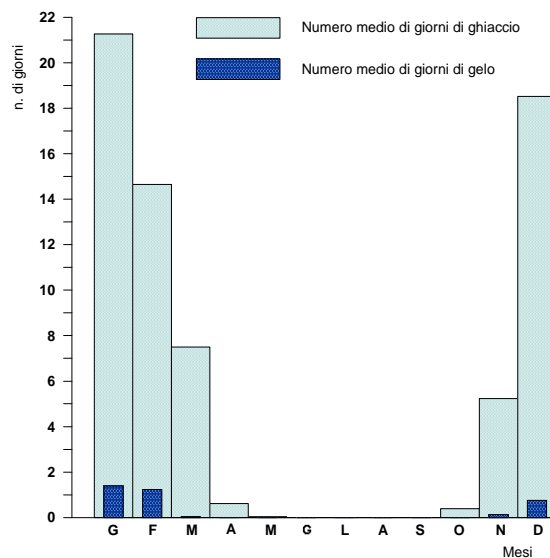


Grafico 8 - Numero medio di giorni di ghiaccio e di gelo registrati ad Asso nel periodo 1951-1977.

In conclusione, unendo tutte le informazioni sin qui raccolte, si può giungere alla definizione del tipo di clima presente nella regione di nostro interesse. Applicando i criteri di Koeppen & Geiger, si può dire che siamo in presenza di un clima di tipo piovoso temperato caldo senza stagione secca.

La classificazione del clima secondo Péguy, invece, tiene conto sia della temperatura che delle precipitazioni e si fonda sulla costruzione di climogrammi, come quello del grafico 9, nei quali sono riportate sull'asse delle ascisse le temperature medie mensili in gradi centigradi e sull'asse delle ordinate le precipitazioni medie mensili in millimetri; Coutagne, poi, introduce nel climogramma una terza grandezza, l'indice di aridità, rappresentandola con un fascio di rette oblique.

L'indice di aridità denota regioni tanto più aride quanto più il suo valore è basso e il valore 20 rappresenta il limite tra le regioni umide e quelle aride.

In particolare:

$i_a < 5$ = clima desertico

$5 < i_a < 5$ = clima molto secco

$10 < i_a < 20$ = clima temperato

$20 < i_a < 30$ = clima temperato con molta acqua di deflusso

$i_a > 40$ = clima temperato con acqua di deflusso abbondante

Dal grafico 9 si può riscontrare una condizione generale di abbondanza d'acqua e che nel corso dell'anno si verificano tre condizioni climatiche: nella stagione invernale ci sono mesi freddi e umidi che talora si estendono a qualche mese dell'autunno e della primavera, è il periodo più lungo; seguono i mesi temperati e infine si hanno i mesi caldi e umidi di relativamente breve durata.

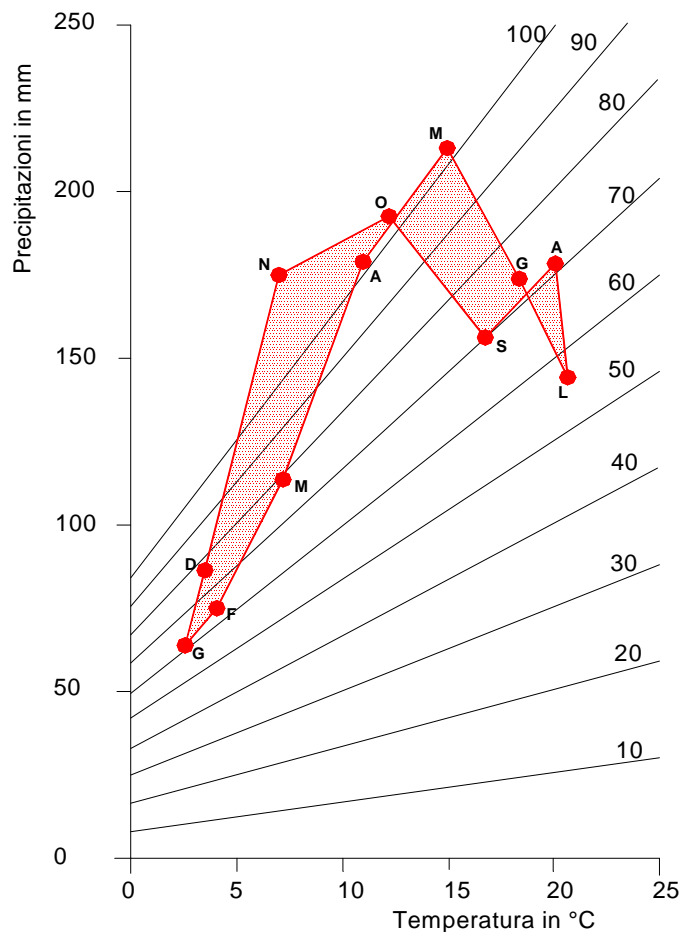


Grafico 9 - Climogramma relativo alla stazione meteorologica di Asso.

1.4 INQUADRAMENTO LOCALE E RELATIVA CARTOGRAFIA

Il territorio comunale di Caglio è idealmente suddividibile in due fasce dalle caratteristiche peculiari: una fascia è rappresentata dalla parte montana, caratterizzata da un substrato roccioso carbonatico ricoperto da depositi eluviali di spessore variabile, e dalla parte di valle caratterizzata invece dalla presenza continua e diffusa delle coperture glaciali.

Quest'ultima presenta le tipiche alternanze di ripiani e scarpate degli ambienti deposizionali glaciali e fluvioglaciali con terrazzi definiti e orli continui di raccordo con le valli dei dreni principali.

Le coperture glaciali raggiungono spessori consistenti e sono intensamente colonizzate dalla vegetazione boschiva e prativa.

Questi terreni morenici, infatti, formano buona parte del substrato di tutto il territorio e sono stati successivamente modellati ed erosi dagli agenti atmosferici, in primo luogo dalle acque che lentamente hanno formato valli e vallette.

La ricarica idrica dei corsi d'acqua è strettamente legata alle peculiarità morfologiche delle parti più elevate dei bacini, ove sono sviluppati sistemi carsici di notevole complessità ed estensione, che determinano la formazione di serbatoi idrici sotterranei, la cui emersione avviene lungo linee sorgentizie poste a quote inferiori.

Tutti i corsi d'acqua che interessano il territorio hanno carattere torrentizio, quasi tutti presentano circolazione idrica temporanea, eccezion fatta per il Torrente Rezzago, che pur conserva una notevole escursione del livello fra periodi di magra e di piena.

Gli elementi caratterizzanti il territorio di Caglio dal punto di vista geologico e idrogeologico, sono stati sintetizzati in due tavole d'inquadramento alla scala 1:5.000, rappresentanti l'intera estensione del territorio comunale.

Di seguito sono commentate in dettaglio tali elaborati grafici e approfondite le tematiche riportate nella precedente introduzione.

1.4.1 CARTA LITOGICA E STRUTTURALE CON ELEMENTI MORFOLOGICI

La tavola sintetizza gli aspetti del territorio con riferimento a:

1.4.1.1 Litologie prevalenti e loro assetto strutturale

Nella tavola 1 allegata fuori testo, sono rappresentate le litologie prevalenti caratterizzanti il territorio comunale di Caglio: si tratta delle formazioni rocciose e dei depositi superficiali, già descritti nel capitolo precedente, riportati in carta in funzione della loro importanza, estensione areale e rappresentabilità alla scala 5.000 e se ne forniscono inoltre alcuni parametri geotecnici medi.

In particolare sono distinte in carta le litologie appartenenti al substrato roccioso calcareo e calcareo marnoso, distinto fra unità più antiche (*triassiche*) e più recenti (*giurassiche*), e mappate come affioranti o sub-affioranti, in caso di modeste coperture di suolo o eluvio.

I parametri geotecnici medi di riferimento per le unità rocciose del substrato sono:

$$\gamma = 2,4 - 2,6 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 35^\circ - 45^\circ$$

$$c = 150-200 \text{ kPa}$$

Sono indicati inoltre i depositi superficiali le cui caratteristiche sono riportate agli inquadramenti generali, distinti fra:

depositi eluvio-colluviali	$\gamma = 1,7 - 1,8 \text{ t/m}^3$	$\phi = 22^\circ - 27^\circ$
depositi morenici	$\gamma = 1,7 - 1,9 \text{ t/m}^3$	$\phi = 28^\circ - 35^\circ$
depositi alluvionali	$\gamma = 1,7 - 1,9 \text{ t/m}^3$	$\phi = 30^\circ - 35^\circ$

Sono inoltre riportati gli andamenti indicativi delle linee strutturali regionali e le giaciture medie degli strati rilevate durante la fase di rilievo.

L'assetto strutturale del territorio comunale di Caglio, così come per gran parte dei comuni del triangolo lariano, è di difficile interpretazione, in quanto del tutto celato sotto le ampie coperture glaciali e detritiche. Gli affioramenti rocciosi sono concentrati soprattutto nella, dove le aste torrentizie sono particolarmente incise e lungo alcuni spaccati stradali.

Gli affioramenti rocciosi sono riconducibili alle formazioni giurassiche che costituiscono la maggior parte del territorio di Caglio, costituendone l'ossatura dei rilievi.

Con i dati noti in bibliografia e con l'andamento strutturale generale del triangolo lariano, nonché dai rilievi eseguiti, è stato possibile ipotizzare comunque un assetto strutturale profondo del territorio comunale, che vede una struttura anticlinalica piuttosto estesa con asse orientato in direzione E-W, fianco settentrionale in corrispondenza del M. Pianchetta e fianco meridionale localizzato in una zona di circa 2 km di lunghezza, caratterizzata da forti disturbi giacitureali, in

corrispondenza del versante Colma Piana. L'insieme di questi disturbi esprime probabilmente l'emersione di piani secondari di trust, che caratterizzano la zona a sud del territorio comunale.

Per maggiori dettagli si rimanda alla sezione geologico - strutturale interpretativa, riportata alla Tavola1 allegata fuori testo.

1.4.1.2 Elementi geomorfologici

Alla tavola 1 allegata fuori testo, sono rappresentate, in sovrapposizione ai precedenti elementi geologico – strutturali, le forme derivanti dalle dinamiche morfogenetiche prevalenti caratterizzanti il territorio comunale di Caglio.

Per semplicità di lettura, per questioni grafiche e di scala, si è ritenuto opportuno evidenziare solamente i processi geomorfici più importanti.

La sintesi degli elementi cartografati in scala 1:5.000, ai fini dell'analisi morfologica del territorio comunale di Caglio può essere descritta secondo lo schema di legenda che qui di seguito riportiamo, nella suddivisione di forme del territorio derivate, e dei relativi meccanismi generatori.

FORME DI VERSANTE

- **Aree potenzialmente esposte a dissesto** per potenziale mobilitazione di masse terrigene.
- **Orli d'erosione accelerata:** presenza di gradini morfologici e orli di terrazzi e scarpate in attiva erosione, lungo le quali si registrano distacchi localizzati di materiale roccioso o terrigeno; tali forme sono dovute all'azione prevalente o combinata della gravità, delle acque meteoriche e incanalate.
 - Di altezza non superiore a 5 m;
 - Di altezza superiore a 5 m.
- **Forme di soliflusso:** Indica un lento movimento verso il basso della copertura eluviale e morenica; rappresenta il risultato di un insieme di movimenti parziali a opera della gravità, dell'azione delle acque circolanti nella copertura e all'azione del gelo e disgelo;
- **Frane non fedelmente cartografabili**
- **Nicchie di frane**
 - attiva
 - relitta

ELEMENTI MORFOLOGICI E ANTROPICI

- **Orli di terrazzi morfologici:** segnano i cambi di gradiente principali della valle di Rezzago, in corrispondenza dell'abitato principale e della parte alta dell'anfiteatro; la forma è dovuta a concausa erosionale da parte delle acque torrentizie e a controllo strutturale (zona sinclinalica).

1.4.2 CARTA IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA

Alla tavola 2 allegata fuori testo, sono rappresentati, gli elementi idraulici e idrologici, distinguendo:

- **Corsi d'acqua in evoluzione morfologica attiva o quiescente**
 - Corsi d'acqua a regime perenne;
 - Corsi d'acqua a regime temporaneo.
- **Impluvi morfologici minori:** che presentano circolazione idrica solo a seguito di eventi meteorici eccezionali per intensità e durata.
- **Aree ad alta criticità per erosione e alluvionamento**

Sono inoltre indicate aree omogenee per caratteristiche idrogeologiche ed elementi legati alla dinamica delle acque sotterranee quali:

- **Aree a permeabilità primaria nulla e secondaria da buona a elevata:** che corrispondono alle aree dove è dominante il substrato roccioso sub- affiorante o affiorante;
- **Aree a permeabilità primaria elevata** ($10^{-2} - 10^{-3}$ m/s): che corrispondono alle aree dove sono dominanti i depositi alluvionali;
- **Aree a permeabilità primaria da media a elevata** ($10^{-3} - 10^{-5}$ m/s): che corrispondono alle aree dove sono dominanti i depositi morenici;
- **Aree a permeabilità primaria da media a bassa** ($10^{-4} - 10^{-6}$ m/s): che corrispondono alle aree dove sono dominanti i depositi eluvio-colluviali;
- **Emergenze idriche**
 - Sorgenti non captate

Per maggiori dettagli sulle dinamiche torrentizie, calcoli di portata e analisi dei bacini, nonché per la descrizione dettagliata di quanto rilevato, si rimanda alla relazione illustrativa di cui allo Studio d'Individuazione del Reticolo Idrografico Minore e proposta di Regolamento di Pulizia Idraulica, redatto dallo scrivente contestualmente al presente studio.

2 PARTE SECONDA – CARTOGRAFIA TEMATICA DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

2.1 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFICATA PAI

Si propone una Carta dei Dissesti con legenda uniformata PAI per l'adeguamento alla normativa PAI 2001, ai sensi dell'art. 17, comma 5, della Legge n. 183 del 18 maggio 1989 in materia di disposizioni di carattere integrativo per l'applicazione del PAI in campo urbanistico.

L'adeguamento è necessario in quanto il Comune di Caglio risulta inserito nell'elenco di individuazione dei comuni compresi nella D.G.R. 11 dicembre 2001, n.7/7365 che non risulta abbiano avviato l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI (tabella 1, allegato 13, della D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374).

Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia



2° Suppl. Straordinario al n. 24 – 12 giugno 2008

PROVINCIA	COMUNE	SITUAZIONE ITER PAI	QUADRO DEL DISSESTO VIGENTE
CO	Binago	in itinere	originario
CO	Blessagno	in itinere	originario
CO	Bregnano	non avviato	originario
CO	Brenna	in itinere	originario
CO	Cabiate	in itinere	originario
CO	Cadorago	in itinere	originario
CO	Caglio	non avviato	originario
CO	Cagno	in itinere	originario
CO	Campione d'Italia	non avviato	originario
CO	Cantù	non avviato	originario
CO	Carbonate	in itinere	originario
CO	Carimate	in itinere	originario
CO	Carlazzo	in itinere	originario
CO	Carugo	in itinere	originario
CO	Casasco d'Intelvi	in itinere	originario
CO	Cassina Rizzardi	in itinere	originario
CO	Castelnuovo Bozzente	in itinere	originario
CO	Castiglione d'Intelvi	in itinere	originario
CO	Cavallasca	in itinere	originario

Fig. 5 - estratto da tabella 1, allegato 13, della D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374

Si è proceduto perciò alla redazione di una cartografia PAI, basandosi su:

- riferimenti bibliografici e storici;
- banche dati regionali (quadro dei dissesti, inventario dei fenomeni franosi);
- rilievi nel territorio comunale.

2.1.1 ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA PAI 2001

Tale adeguamento è stato eseguito prendendo come riferimento lo schema di lavoro proposto dalla Direttiva, ai sensi dell'art. 17, comma 5, della legge n. 183 del 18 Maggio 1989, per

l'applicazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del Bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico.

Il lavoro ha compreso una prima fase di raccolta e analisi critica dei dati e della cartografia esistenti, e una seconda fase con le dovute modifiche e aggiunte richieste dalla nuova legge.

E' stata perciò redatta la cartografia dei dissesti mediante l'utilizzo della legenda uniformata PAI riguardo con perimetrazione dei dissesti riportati nelle diverse cartografie sopra citate.

Nella carta si evidenziano le seguenti aree di dissesto:

- **area di frana attiva (Fa)**
per le quali si rimanda all'art. 9 comma 2 delle N.d.A. del PAI
- **area di frana quiescente (Fq)**
per le quali si rimanda all'art. 9 comma 3 delle N.d.A. del PAI.
- **area di frana stabilizzata (Fs)**
per la quale si rimanda all'art. 9 comma 4 delle N.d.A. del PAI.

Sono segnalate anche due frane relitte (Fr).

- **aree a pericolosità molto elevata non perimetrata, per esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio (Ee)**
per le quali si rimanda all'art. 9 comma 5 delle N.d.A. del PAI.
- **aree a pericolosità elevata non perimetrata per esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio (Eb)**
per le quali si rimanda all'art. 9 comma 6 delle N.d.A. del PAI.
- **aree a pericolosità media o moderata perimetrata o non perimetrata per esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio (Em)**
per le quali si rimanda all'art. 9 comma 6bis delle N.d.A. del PAI.

Le normative con dicitura estesa sono riportate alla parte terza.

La Carta del Dissesto con legenda uniformata PAI è riportata alla Tavola 3 allegata al presente studio.

2.2 ANALISI SISMICA E CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

2.2.1 CENNI STORICI E TERREMOTI DI RIFERIMENTO

Dall'esame delle banche sismiche nazionali raccolte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) non risultano specifiche segnalazioni di eventi sismici all'interno del Comune di Caglio, si riportano perciò le registrazioni disponibili per il vicino comune di Asso e per le località entro 5 km (Comune di Erba).

Seismic history of Asso [45.861, 9.269] Total number of earthquakes: 5

Is	Effects	Anno Me Gi Or	Earthquake occurred:			
			Area epicentrale	Studio	nMDP	Io Mw
NF		1898 03 04	CALESTANO	DOM	260	6-7 5.07
4		1901 10 30 14 49 58	Salo'	CFTI	191	8 5.67
5-6		1918 04 24 14 21	LECCHESE	DOM	34	6 5.07
NF		1991 11 20 01 54 19	ALPI CENTRALI	BMING	469	5 4.80
NF		1995 10 29 13 00 28	BRESCIA-BERGAMO	BMING	408	5-6 4.57

Seismic history of Erba [45.810, 9.226] Total number of earthquakes: 8

Is	Effects	Anno Me Gi Or	Earthquake occurred:			
			Area epicentrale	Studio	nMDP	Io Mw
5		1901 10 30 14 49 58	Salo'	CFTI	191	8 5.67
3		1909 01 13 00 45	BASSA PADANA	DOM	799	6-7 5.53
2-3		1913 12 07 01 28	NOVI LIGURE	DOM	56	5 4.72
3-4		1914 10 26 03 45	TAVERNETTE	DOM	67	7 5.36
5		1914 10 27 09 22	GARFAGNANA	DOM	618	7 5.79
3		1920 09 07 05 55 40	Garfagnana	CFTI	638	9-10 6.48
4		1983 11 09 16 29 52	Parmense	CFTI	835	6-7 5.10
NF		1991 11 20 01 54 19	ALPI CENTRALI	BMING	469	5 4.80

Me	Tempo origine: mese
Gi	Tempo origine: giorno
Or	Tempo origine: ora
Mi	Tempo origine: minuti
Se	Tempo origine: secondi
Io	Intensità epicentrale nella scala MCS
Mw	Magnitudo momento
Is	Intensità al sito (scala MCS)

La massima intensità osservata e riportata nella banca dati di Asso, è pari al 5°-6° grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg), relativa al terremoto del 1918.

La scala MCS (Mercalli Cancani Sieberg) ha 12 gradi che vanno da 1° ("impercettibile"), a 12° ("grandemente catastrofico"); il 5° grado è definito "Scossa molto forte", percepita da tutti con spavento e fuga all'esterno, non contempla comunque danni strutturali se non screpolature di intonaci deboli.

2.2.2 CENNI NORMATIVI

Per l'applicazione della normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003) l'intero territorio nazionale è suddiviso in zone sismiche, con grado di pericolosità crescente da 4 a 1 (vedi allegato A della normativa: classificazione sismica dei comuni italiani); ciascuna zona è contrassegnata da un valore del parametro di accelerazione di picco orizzontale al suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale, secondo la tabella a pagina seguente

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

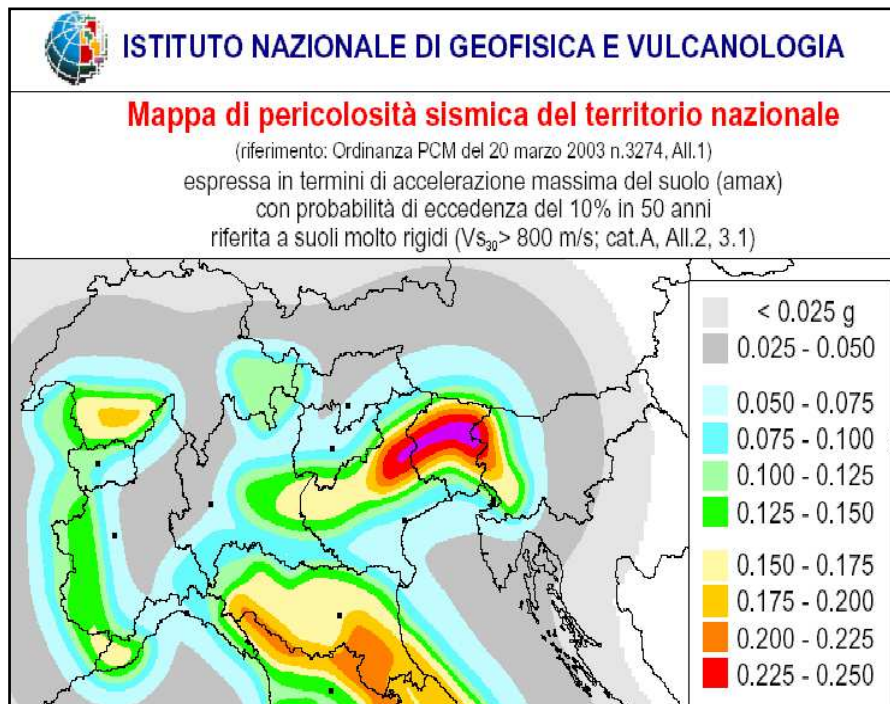
Zona 1: è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti

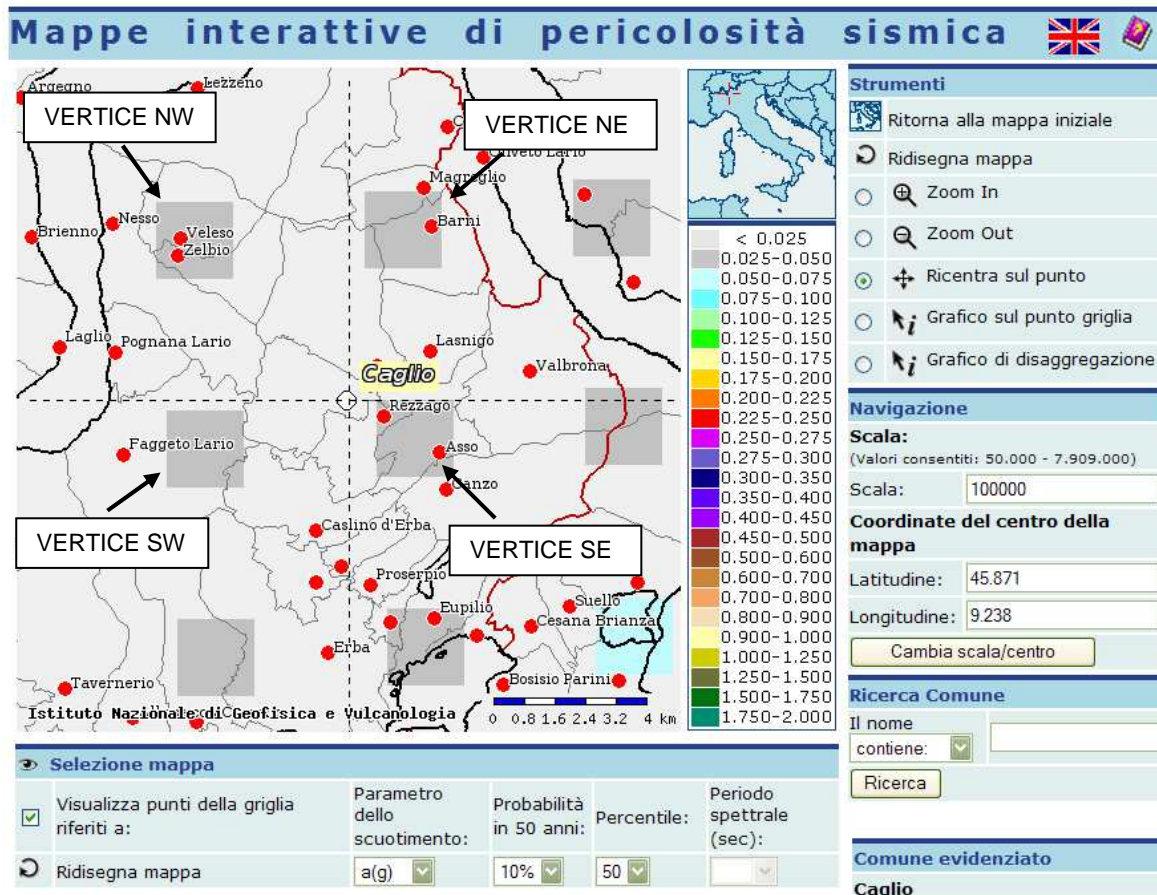
Zona 2: zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti

Zona 3: zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti

Zona 4: zona meno pericolosa; possibilità di danni sismici basse

Il territorio del Comune di Caglio è stato inserito in zona 4 (classificazione regionale), caratterizzata da un valore di a_g minore di 0.05 g.



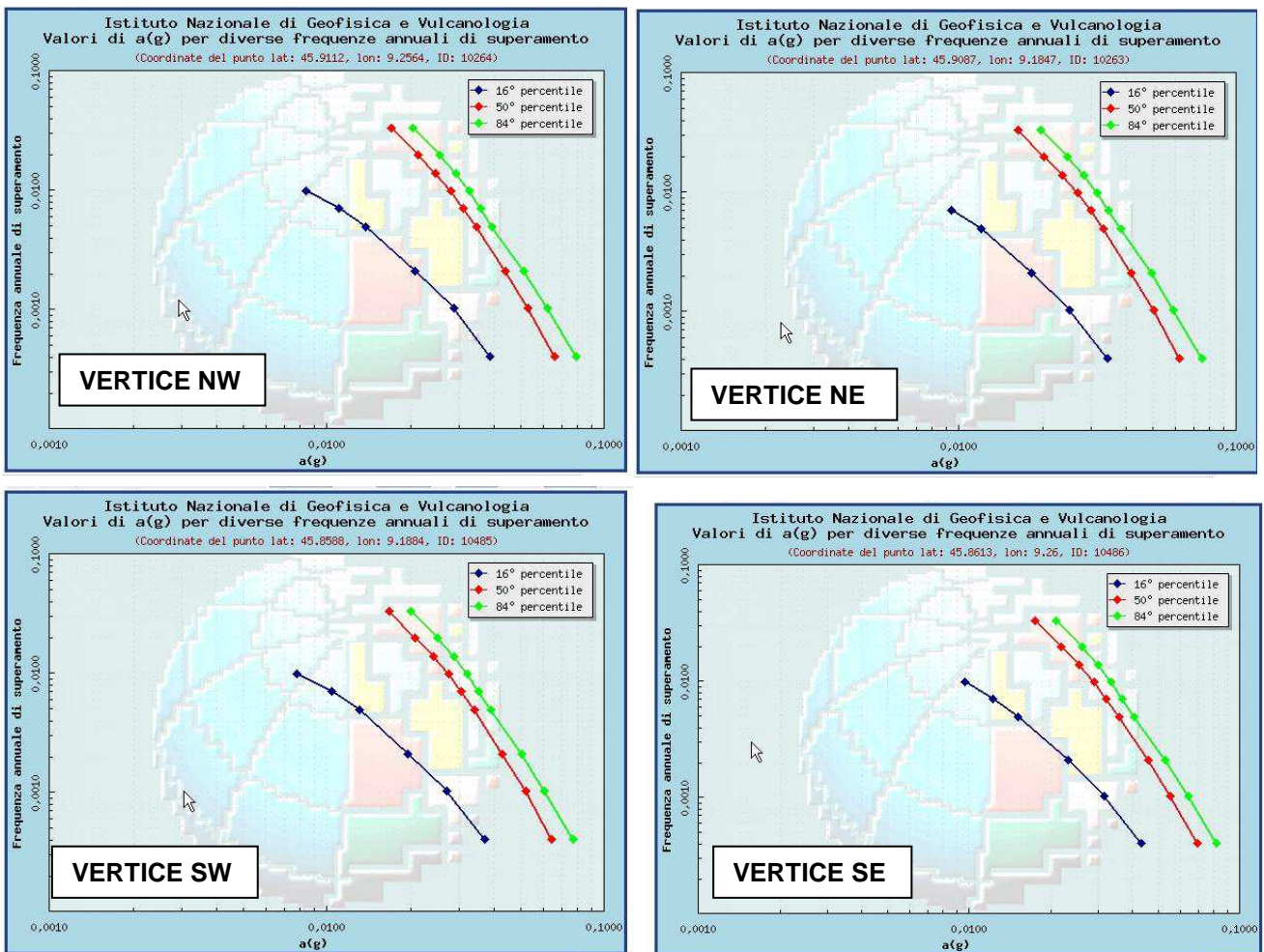


Le figure precedenti riportano la mappa di pericolosità del territorio nazionale e locale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s).

Anche secondo tale carta, il territorio comunale di Caglio è caratterizzato da valori di accelerazione massima attesa compresi fra 0.025 e 0.050.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008 è in vigore il D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", che sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005, dal 1 luglio 2009, data di entrata in vigore del decreto, la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008.

Entrando maggiormente nel dettaglio, si riportano di seguito i grafici di superamento in funzione di a_g , per i 4 vertici della maglia di riferimento (identificati dai quadrati colorati nell'immagine precedente); tali grafici possono essere eventualmente utilizzati come riferimenti per analisi sismiche di dettaglio in fase progettuale.



2.2.3 ANALISI DELLA SISMICITÀ E CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto ha una rilevanza fondamentale l'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione delle caratteristiche dei terreni presenti nel Comune si distinguono due grandi tipi di effetti locali; quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti a instabilità.

2.2.3.1 Effetti di sito o di amplificazione sismica locale

Tali effetti interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese, e sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento) relativo a una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti al bedrock a causa dell'interazione delle onde sismiche con particolari condizioni locali.

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito.

Effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentata da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo e seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello di fatto; se l'irregolarità topografica è rappresentata dal substrato roccioso si verifica solo l'effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiale non roccioso l'effetto amplificatorio è la risultante tra effetto topografico e litologico.

Effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno e fenomeni di risonanza.

2.2.3.2 Effetti di instabilità

Interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti:

1. nel caso di versanti in equilibrio precario si possono verificare fenomeni di riattivazione e neoformazione di movimenti franosi per cui il sisma rappresenta un fenomeno d'innescò, sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo, sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.
2. nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche, si possono verificare movimenti relativi verticali o orizzontali tra diversi settori.

3. nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico meccaniche, inoltre, si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo, per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione e addensamento del materiale, mentre per terreni fini sabbiosi saturi sono possibili fenomeni di liquefazione.
4. nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo, si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

2.2.3.3 Analisi della sismicità locale

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale in adempimento a quanto previsto dal D.M. del 14 gennaio 2008, della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003 e del d.d.u.o n. 19904 del 21 novembre 2003, si basa su tre livelli successivi di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale.

Si specifica a questo proposito che, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione, non è più valutata riferendosi a una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al citato D.M.; la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'o.p.c.m. 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.

Tutti i comuni devono eseguire almeno il **livello 1**, ossia il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Questo livello prevede la realizzazione della **carta di pericolosità sismica locale** (PSL), nella quale deve essere individuata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (secondo la tabella 1 di seguito riportata) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Sigla	SCENARIO DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	<i>Instabilità</i>
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili,...) Zone con depositi granulari fini saturi	<i>Cedimenti e/o liquefazioni</i>
Z3a	Zona di ciglio H>10m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco...)	<i>Amplificazioni topografiche</i>
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	<i>Amplificazioni litologiche</i>
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio - lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio - colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico - meccaniche molto diverse	<i>Comportamenti differenziali</i>

Il livello 2 è obbligatorio per i comuni ricadenti in zona 4 per le aree di PSL (pericolosità sismica locale) Z3 e Z4, nel caso di progettazione di costruzioni strategiche rilevanti (come da elenco contenuto nella D.G.R. N. 14964/2003), fermo restando la possibilità del Comune di estendere tale livello studio anche alle altre categorie di edifici.

Per le aree ricadenti in ambiti di pericolosità sismica locale Z1 e Z2, nella definizione di eventuali previsioni concernenti edifici strategici o rilevanti, non è previsto un approfondimento di 2° livello, ma il passaggio diretto ad approfondimenti di 3° livello.

Per le aree ricadenti in ambiti di pericolosità sismica di tipo Z5, nella definizione di eventuali previsioni concernenti edifici strategici o rilevanti, è fatto obbligo in fase progettuale di rimuovere la limitazione o di adottare opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

Nel Comune di Caglio non è stato eseguito il secondo livello in quanto non sono previste al momento opere strategiche e rilevanti.

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale le strutture in progetto, ossia il fattore di amplificazione sismico (FA) calcolato è superiore di quello di soglia comunale fornito dal Politecnico di Milano.

Per le aree con FA superiore a quello della soglia dettata dalla normativa regionale (vedere tabella sotto riportata), si dovrà procedere alle indagini e agli approfondimenti del terzo livello o in alternativa utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica direttamente superiore (quindi per il Comune di Caglio i parametri della zona 3).

VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI CAGLIO				
COMUNE	Valori soglia			
	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Caglio (periodo 0,1-0,5)	1.4	1.9	2.2	2.0
Caglio (periodo 0,5-1,5)	1.7	2.4	4.2	3.1

Per il tipo di Suolo, la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s , o sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, o sulla coesione non drenata media c_u ; in base alle grandezze sopra definite s'identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione:

Per il tipo di Suolo, la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s , o sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, o sulla coesione non drenata media c_u ; in base alle grandezze sopra definite s'identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione:

Categoria A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;

Categoria B *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);

Categoria C *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei

- terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- Categoria D *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina);*
- Categoria E *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s);*
- Categoria S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_u < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argilla altamente organiche;
- Categoria S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Per le aree caratterizzate da pericolosità sismica locale per effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione, non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello.

2.2.3.4 Metodologia per la redazione della carta della pericolosità sismica locale

Per la definizione delle diverse aree di possibile amplificazione sismica ed elementi lineari di amplificazione ci si è basati sulla cartografia d'inquadramento prodotta ed esistente ossia sulla carta geologica, geomorfologica, e strutturale.

Per gli scenari di pericolosità sismica Z1 ci si è basati principalmente sulle banche dati della Regione Lombardia e sopralluoghi in sito, riportando quanto già identificato nel censimento delle frane (si veda paragrafo 2.3.2).

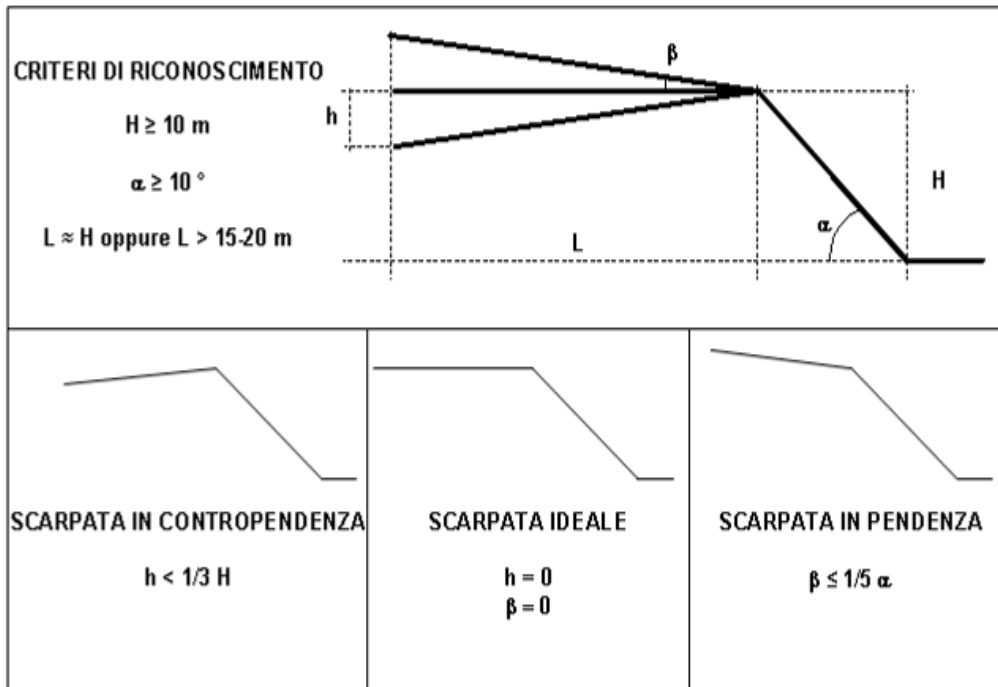
Per quanto riguarda le aree Z2 ossia aree soggette a cedimenti o liquefazione, sono state individuate zone con depositi scadenti all'interno del territorio comunale (a sud-est della Cascina Enco), sufficientemente estese da poter essere indicate nella carta di PSL.

Per l'individuazione degli elementi lineari Z3 creste e scarpate ci si è basati principalmente sulla carta geomorfologica e in linea generale sulla base fotogrammetrica al 2.000 comunale e sulla base del CTR scala 1:10.000.

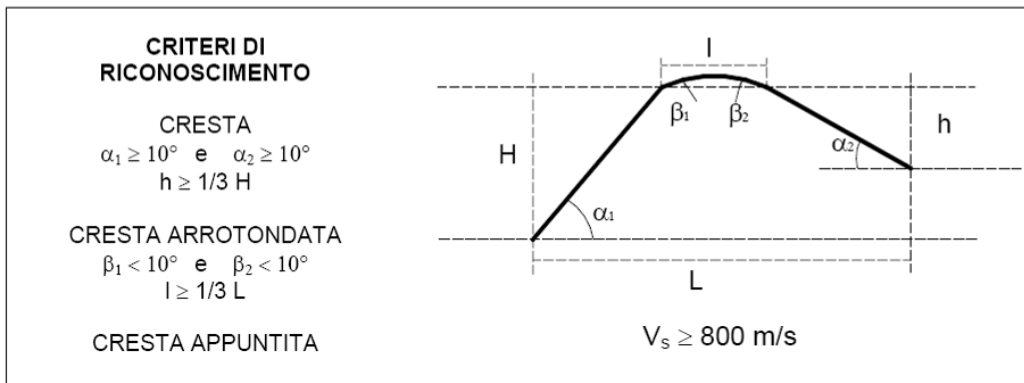
L'individuazione di tali elementi lineari è avvenuta mediante le procedure di verifica proposte dalla Regione.

Ossia sono state cartografate i tratti di cresta e di cigli di scarpata aventi i requisiti richiesti dall'allegato 5 ai criteri attuativi della L.R. n. 12 11/3/05 e successive modifiche o aggiornamenti .

EFFETTI MORFOLOGICI – SCARPATA - SCENARIO Z3a



EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b



Per l'individuazione delle zone Z4 si è fatto riferimento prevalentemente alle carte geologiche - strutturali e geomorfologiche comunali nonché a indagini e bibliografia esistente.

La Carta della Pericolosità Sismica Locale è riportata alla Tavola 4 allegata al presente studio.

2.3 CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI

Nella cartografia dei vincoli eseguita in scala 1:5.000 su tutto il territorio comunale, sono state rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

2.3.1 Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89

Sulla carta dei vincoli è rappresentato il quadro del dissesto proposto in aggiornamento con il presente studio, con le aree identificate dalla carta del dissesto del territorio con legenda unificata PAI. La normativa di riferimento sovraordinata è quella di cui alle NdA del Pai, riportata per esteso alle Norme Geologiche di Piano (si veda la parte terza).

2.3.2 Vincoli di polizia idraulica

Sono rappresentate le fasce di rispetto indicate nel Reticolo Minore comunale (proposto contestualmente al presente studio geologico).

Per le limitazioni all'interno delle fasce idrauliche dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore comunale si rimanda al regolamento di polizia idraulica comunale (previa approvazione dello stesso da parte degli Enti preposti e adozione dello stesso da parte del Comune).

In attesa della conclusione dell'iter d'approvazione – adozione, si rimanda a quanto previsto dal RD 1904 e alla normativa regionale di riferimento in ambito di tutela idraulica.

La Carta dei Vincoli Geologici è riportata alla Tavola 5 allegata al presente studio.

2.4 CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi è stata redatta su tutto il territorio comunale in scala 1:5.000 e rappresenta delle aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera, identificandole sulla base di quanto già esposto e descritto a proposito della cartografia d'inquadramento prodotta e dei rilievi eseguiti.

Di seguito sono riportati gli ambiti di pericolosità e vulnerabilità considerati durante il presente studio e riportati sulla carta di sintesi.

2.4.1.1 Aree a pericolosità/vulnerabilità elevata

- *aree di frana attiva soggette a crolli di porzioni rocciose affioranti o di ciottoli e blocchi dalle scarpate detritiche*
- *aree di frana attiva superficiale della coltre detritica*
- *aree di frana quiescente soggette a scivolamenti rotazionali o traslativi*
- *aree di frana quiescente superficiale diffusa*
- *aree potenzialmente esposte e propense a dissesto per scivolamento o erosione della coltre superficiale*
- *aree a elevata vulnerabilità idraulica per fenomeni di esondazione o trasporto solido legati alla dinamica torrentizia*
- *aree a elevata vulnerabilità idraulica per fenomeni di erosione concentrata legati alla dinamica torrentizia*
- *aree a elevata pericolosità potenziale non determinata (aree molto acclivi, alvei torrentizi, aree non accessibili o poco indagate o potenzialmente soggette a fenomeni gravitativi)*

2.4.1.2 Aree a pericolosità /vulnerabilità moderata

- *aree a pericolosità potenziale moderata non determinata (aree acclivi, aree prossime a scarpate, zone collinari non inserite in altri ambiti di pericolosità, aree da sottoporre ad approfondimenti geologico - tecnici o idraulici)*
- *aree di frana*

2.4.1.3 Aree a pericolosità/vulnerabilità bassa

- *aree a pericolosità geologica, idrogeologica e idraulica bassa;*

La Carta di Sintesi è riportata alla Tavola 6 allegata al presente studio.

2.5 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

In osservanza alla L.R. 12/05 e s.m.i. è stata aggiornata la cartografia di fattibilità dell'intero territorio comunale, con la redazione di una carta di fattibilità in scala 1:5.000 e 1:2.000.

L'attribuzione delle classi di fattibilità è stata eseguita attraverso l'analisi della carta dei vincoli e di sintesi, nonché attraverso considerazioni morfologiche e territoriali.

2.5.1 Criteri per l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica

Il territorio comunale di Caglio, è caratterizzato da condizioni d'instabilità o pericolosità principalmente legate all'acclività dei versanti e alla dinamica torrentizia mentre per la maggior parte della sua zona urbanizzata presenta condizioni generalmente stabili e a basso rischio, anche se va considerata con attenzione l'assetto idrogeologico e morfologico locale.

L'attribuzione delle classi di fattibilità è stata effettuata attribuendo a ogni poligono della Carta di Sintesi una Classe di Fattibilità secondo il fattore di pericolosità/vulnerabilità presente, seguendo le indicazioni della tabella sotto riportata (che segue la linea della Tabella 1 dei criteri attuativi della L.R. 12/05 per la componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT).

AMBITO DI PERICOLOSITA' (Poligono in Carta di Sintesi)	CLASSE DI FATTIBILITA'
AREE A PERICOLOSITA'/VULNERABILITA' ELEVATA	
Aree di frana attiva soggette a scivolamenti rotazionali o traslativi	4
Aree di frana attiva soggette a crolli di porzioni di roccia affiorante o di ciottoli e blocchi dalle scarpate detritiche	4
Aree di frana quiescente soggette a scivolamenti rotazionali o traslativi	4
Aree di frana quiescente superficiale diffusa	4
Aree a elevata vulnerabilità idraulica per fenomeni di esondazione o trasporto solido legati alla dinamica torrentizia	4
Aree a elevata vulnerabilità idraulica per fenomeni di erosione concentrata legati alla dinamica torrentizia	4
Aree a elevata pericolosità potenziale non determinata	4
AREE A PERICOLOSITA'/VULNERABILITA' MODERATA	
Aree a pericolosità potenziale moderata non determinata (aree acclivi o montane)	3
Aree di frana stabilizzata	3
Aree con presenza di tratti tombinati del reticolo minore comunale	
AREE A PERICOLOSITA'/VULNERABILITA' BASSA	
aree a pericolosità geologica, idrogeologica e idraulica bassa	2

Nei casi di compresenza di due o più ambiti di pericolosità/vulnerabilità, è stata in ogni caso attribuita la classe di fattibilità più alta.

La Carta della Fattibilità Geologica è riportata alle Tavole allegate al presente studio.

3 PARTE TERZA - NORME GEOLOGICHE DI PIANO

3.1 **NORMATIVA D'USO DERIVANTE DALLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA**

Ai sensi della normativa attualmente vigente D.M. 14-01-2008 "Norme tecniche per le costruzioni" per ogni nuovo intervento edificatorio è obbligatoria la redazione di apposita relazione geologica e geotecnica.

Tali relazioni dovranno essere basate o suffragate su apposite indagini di tipo geologico / geotecnico, commisurate all'entità del progetto e alla conoscenza dei luoghi, ai sensi della normativa nazionale.

Si ricorda comunque che, con riferimento all'articolo 2.7 del D.M. 14 gennaio 2008, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, si ammette il calcolo con metodi di verifica alla tensioni ammissibili (riferimento alla normativa previgente in materia D.M. 11.03.88) per le opere e i sistemi geotecnici.

Qualora si optasse per questa procedura semplificata, le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza in zone conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione potrà essere basata sull'esperienza e conoscenze disponibili dei terreni, ferma restando la piena responsabilità del progettista sulle ipotesi e scelte progettuali.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti dalle classi di fattibilità 2, 3 e 4 di seguito riportati, devono essere realizzati **prima** della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione in sede di presentazione dei piani attuativi (L. 12/05 art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire al Comune agli enti preposti (L. 12/05 art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono anche se possono comprendere, le indagini geologiche e geotecniche previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni", entrate in vigore il 1 luglio 2009.

3.1.1 CLASSE 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

Aree nelle quali sono state rilevate modeste limitazioni all'utilizzo a scopo edificatorio e/o alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Per l'utilizzo di queste zone è quindi necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico geotecnico e/o idrogeologico, finalizzati ai singoli progetti, al fine di ricostruire un modello geologico e geotecnico e idrogeologico sufficientemente dettagliato, da utilizzarsi per la scelta delle opere di fondazione e il loro dimensionamento.

La progettazione di:

- nuove infrastrutture;
- nuove edificazioni, compresi gli accessori che comportino scavi di qualsiasi profondità;
- ristrutturazioni comportanti ampliamenti e/o sopraelevazioni dell'esistente, qualora determinino un significativo aumento dei carichi sul terreno, o scavi di qualsiasi profondità;

dovrà essere supportata da una relazione geologico - tecnica, con indagini in sito e verifiche esaustive rispetto alle specifiche problematiche presenti nell'area.

Saranno necessarie opportune indagini geologiche e geotecniche, al fine di ricostruire un modello geologico, geotecnico e idrogeologico sufficientemente dettagliato, da utilizzarsi per la scelta delle opere di fondazione e il loro dimensionamento e saranno infine da approfondire la condizione di permeabilità dei terreni e la capacità drenante degli stessi, considerando in relazione e progettazione l'eventuale problematica legata allo smaltimento delle acque.

Sono esclusi da tale obbligo:

- derivazioni locali di linee elettriche, linee di telecomunicazione e di distribuzione gas, condotte idriche e condotte fognarie;
- posa in opera di cartelli e recinzioni;
- interventi di sistemazione idraulico-forestale, di ordinaria e straordinaria manutenzione della viabilità agro - silvo - pastorale.

3.1.2 CLASSE 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni, a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso, per le condizioni di pericolosità e vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici e opere di difesa.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di studio e indagine per meglio definire le reali condizioni di pericolosità o vulnerabilità del sito, e la compatibilità dell'intervento in progetto in ogni sua fase di cantiere con le condizioni di stabilità e di sicurezza dei luoghi.

Sono esclusi da tale obbligo:

- derivazioni locali di linee elettriche, linee di telecomunicazione e di distribuzione gas, condotte idriche e condotte fognarie;
- posa in opera di cartelli e recinzioni;
- interventi di sistemazione idraulico-forestale, di ordinaria e straordinaria manutenzione della viabilità agro - silvo - pastorale, purché non comportanti scavi e movimenti terra di qualunque entità.

Le limitazioni di carattere geologico riscontrate per questa classe impongono che la relazione geologico - tecnica, da predisporre preliminarmente rispetto alla progettazione esecutiva degli interventi, **valuti dettagliatamente i seguenti aspetti:**

1. tipologia degli interventi rispetto alla specifica classe di fattibilità, interazioni tra l'area di intervento e le aree a essa confinanti con diversa classe di fattibilità;
2. caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area e di un suo intorno significativo;
3. caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dell'area e di un suo intorno significativo, supportata da specifiche ed esaustive indagini in sito e verifiche di stabilità;
4. caratterizzazione idrologica e idrogeologica dell'area e di un suo intorno significativo, supportata da specifiche ed esaustive verifiche;
5. possibilità di interventi finalizzati alla mitigazione del rischio per l'area in esame, attraverso interventi di carattere strutturale anche esterni all'area stessa, con indicazioni specifiche sulla tipologia degli stessi;
6. possibilità di interventi nell'ambito dell'area in esame, finalizzati alla protezione delle nuove strutture in progetto , con indicazioni specifiche sulla tipologia degli stessi.

Negli ultimi due casi il redattore della relazione tecnica dovrà anche garantire che gli interventi proposti, migliorativi per l'area di intervento, **non comportino incrementi del rischio** per le aree adiacenti.

La scelta delle tematiche da valutare e approfondire sarà effettuata, a discrezione del professionista incaricato, sulla base dell'insieme delle problematiche individuate nella specifica area di intervento.

Per le aree ricadenti in classe di fattibilità 3 si dovranno comunque prevedere interventi edilizi a impatto geologico contenuto.

In particolare, per le aree in cui l'elevata acclività è un fattore rilevante, si dovranno prevedere edificazioni per quanto possibile in aderenza al profilo del pendio, allo scopo di non alterarne le condizioni statiche, soprattutto attraverso il contenimento degli interventi di scavo e di scalzamento al piede.

Per i settori di pendio ricadenti in classe terza anche per l'elevata acclività (nei quali spesso si alternano tratti particolarmente acclivi con settori a inclinazione contenuta), in sede di proposta di intervento la relazione geologico - geotecnica dovrà stabilire la migliore ubicazione degli edifici, escludendo le aree a maggiore acclività nelle quali i lavori possono determinare situazioni di instabilità.

In caso di sbancamenti con fronti superiori a 3 m la relazione geologica di supporto al progetto dovrà contenere opportune **verifiche di stabilità**, al fine di progettare tutte le opere e strutture necessarie per eseguire i lavori in sicurezza, in ogni fase di cantiere.

Saranno necessarie opportune indagini geologiche e geotecniche, al fine di ricostruire un modello geologico, geotecnico e idrogeologico sufficientemente dettagliato, da utilizzarsi per la scelta delle opere di fondazione e il loro dimensionamento.

A supporto della relazione geologica si dovranno eseguire supplementi d'indagine di carattere geologico - tecnico e idrogeologico, campagne geognostiche, prove in situ e/o di laboratorio, al fine di verificare le caratteristiche dei luoghi, e la compatibilità degli stessi con quanto in progetto, in particolare per verificare la stabilità dei pendii interessati dagli interventi e alla definizione dei sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali.

Saranno infine da approfondire la condizione di permeabilità dei terreni e la capacità drenante degli stessi, considerando in relazione e progettazione l'eventuale problematica legata allo smaltimento delle acque.

3.1.2.1 Sottoclasse 3A

Comprende aree a pericolosità potenziale moderata **nella zona prossima all'urbanizzato** (aree acclivi, prossime a scarpate o aree da sottoporre ad approfondimenti geologico – tecnici o idrogeologici).

In questa sottoclasse, **oltre quanto previsto per la classe 3**, in aree acclivi, a supporto della relazione geologica, si dovranno eseguire rilievi geologici e geologico - tecnici di dettaglio e indagini specifiche, al fine di verificare le caratteristiche dei luoghi e la compatibilità degli stessi con quanto in progetto, attraverso accurata analisi della **verifica di stabilità dei pendii** a seguito delle modifiche previste da quanto in progetto.

Per aree in adiacenza a fasce di rispetto idrauliche, o aree in prossimità delle pertinenze fluviali, saranno da **approfondire gli aspetti di pericolosità idraulica**, contemplando l'eventuale realizzazione di opere di difesa correttamente dimensionate sulla base della morfologia locale e delle verifiche effettuate.

Per le zone prossime ad aree a elevata pericolosità/vulnerabilità, sarà necessario definire nel dettaglio il limite dell'ambito di pericolosità maggiore e procedere con gli approfondimenti in merito, secondo la perimetrazione della pericolosità ottenuta a livello locale.

3.1.2.2 Sottoclasse 3B

Comprende aree a pericolosità potenziale moderata **nella zona collinare-montana** (aree acclivi, prossime a scarpate o aree da sottoporre ad approfondimenti geologico – tecnici o idrogeologici).

Oltre a quanto previsto per la precedente sottoclasse, per aree adiacenti a zone potenzialmente soggette a caduta massi, si dovranno inoltre eseguire rilievi geologici e strutturali di superficie atti a inquadrare la problematica in oggetto, con una successiva realizzazione di studi tralettografici atti ad appurare la reale pericolosità ed eventualmente dimensionare le opere di difesa passiva e attiva da installare, al fine di rendere compatibile il progetto con lo stato di rischio dei luoghi.

Per aree caratterizzate dalla presenza di sorgenti o emergenze idriche diffuse o ristagni e torbiere, saranno necessarie opportune indagini geologiche e geotecniche finalizzate alla corretta definizione stratigrafica e idrogeologica del sottosuolo, al fine di valutare la fattibilità di quanto in progetto in relazione alle condizioni locali.

Per le aree altimetricamente più elevate, sarà inoltre da approfondire e indagare l'assetto strutturale profondo, con indagini volte a identificare locali condizioni di tipo carsico e fornire una corretta valutazione del rischio potenziale di dissesto per sprofondamento.

3.1.3 CLASSE 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento e alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro risanamento conservativo, come definiti dall'articolo 27 comma 1 lettere a,b,c della L.R. 12/05 e s.m.i. senza aumento di superficie e volume e senza aumento del carico insediativi.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile e inoltre deve essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali infrastrutture pubbliche e d'interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili, dovranno in ogni caso essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

La perimetrazione della pericolosità e rischio, in queste zone, è imprescindibile dalla conclusione di studi di dettaglio condotti secondo le procedure di cui alla normativa regionale e nazionale e sottoposti a parere vincolante degli Enti preposti, nonché dall'eventuale realizzazione delle opere di mitigazione del rischio da prevedere.

L'eventuale cambio di fattibilità derivante dalle conclusioni di tali studi, sarà da attuarsi con apposita variante urbanistica in conformità alla normativa vigente.

Sono consentite, le opere di riqualificazione, ripristino e consolidamento della rete dei sentieri e dei percorsi, finalizzata al recupero dei luoghi e alla valorizzazione del territorio, con particolare riferimento all'accessibilità turistico - escursionistica delle peculiarità esistenti.

Sono inoltre consentite le opere di sistemazione idraulico-forestale.

3.2 **NORMATIVA D'USO DERIVANTE DAI VINCOLI**

3.2.1 **AREE RICADENTI IN ZONA A VINCOLO PAI**

Con riferimento alla CARTA DEL DISSESTO DEL TERRITORIO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI, si rimanda alla normativa PAI di cui alle N.d.A. del Pai e in particolare:

Art. 9 comma 2 delle N.d.A. del PAI (aree di frana attiva – Fa)

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- i. gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- ii. gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- iii. gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- iv. gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- v. le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- vi. le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- vii. la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente valicato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

Art. 9 comma 3 delle N.d.A. del PAI (aree di frana quiescente – Fq)

Nelle aree Fq, oltre agli interventi di cui al precedente comma 2, sono consentiti:

- i. gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- ii. gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico – funzionale;
- iii. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purché consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano e per gli effetti dell'art 18, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- iv. la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero di rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero rifiuti, così come definiti dal D.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.lgs 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art 31 del D.lgs 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino a esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art 6 del suddetto decreto legislativo.

Art. 9 comma 4 delle N.d.A. del PAI (aree di frana stabilizzata - Fs)

Nelle aree Fs, compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di revisione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti a uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

Art. 9 comma 5 delle N.d.A. del PAI (aree a pericolosità molto elevata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio – Ee)

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Ee sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente valicato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D. Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino a esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità valicato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

Art. 9 comma 6 delle N.d.A. del PAI (aree a pericolosità elevata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio – Eb)

Nelle aree Eb, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5, sono consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e di volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico - funzionale;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;
- 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 di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19bis.

Art. 9 comma 6bis delle N.d.A. del PAI (aree a pericolosità media o moderata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio – Em)

Nelle aree Em, compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di revisione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili

devono in ogni caso essere soggetti a uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

3.2.2 AREE RICADENTI IN FASCE DI RISPETTO IDRAULICO

Le aree ricadenti nelle fasce di rispetto del Reticolo Idraulico Minore, sono soggette alla normativa di cui al Regolamento di Polizia Idraulica Comunale.

In attesa della conclusione dell'iter d'approvazione – adozione, si rimanda a quanto previsto dal RD 1904 e alla normativa regionale di riferimento in ambito di tutela idraulica.

3.3 **NORMATIVA D'USO DERIVANTE DALLA COMPONENTE SISMICA DEL PGT**

Dal punto di vista della normativa Nazionale, dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal **D.M. 14 gennaio 2008**.

A tal proposito si ricorda che, ai sensi dell'articolo 2.7 del D.M. 14 gennaio 2008, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, si ammette il calcolo con metodi di verifica alla tensioni ammissibili (per tali verifiche si deve fare riferimento al D.M. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici), assumendo il grado di sismicità pari a 5.

Dal punto di vista della normativa Regionale vige quanto prescritto ai sensi della L.R. 12/05 e s.m.i., in particolare si ricorda che **per gli edifici rilevanti e strategici**, di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, in relazione ai livelli d'approfondimento della pericolosità sismica locale si applica quanto segue:

- per le aree ricadenti in zone a pericolosità sismica locale di **tipo Z3 o Z4**, è d'obbligo eseguire un approfondimento sismico di 2° livello, al fine di valutare il valore di soglia del fattore d'amplificazione al sito e adottare di conseguenza lo spettro di suolo adeguato, o in alternativa procedere con approfondimenti di 3° livello;
- per le aree ricadenti in scenari di pericolosità sismica locale **di tipo Z1 o Z2**, è d'obbligo l'approfondimento di studio di pericolosità sismica di 3° livello;

Resta comunque la possibilità del Comune di estendere i livelli di studio anche alle altre categorie di edifici.

A cura di Dott. Massimo Riva Geologo



Con la collaborazione di Dr.ssa Geol. Michela Innocenti