PROVINCIA DI SONDRIO

REGIONE LOMBARDIA

COMUNE DI CAIOLO

COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE AI SENSI DELLA L.R. 12/05

Adottata il	_ _ / _ _ / _ _	con Delibera C.C. n.	_ _
Pubblicazione BURL del	_ _ / _ _ / _ _	n.	_ _
Pubblicata all'albo pretorio dal	_ _ / _ _ / _ _	al	_ _ / _ _ / _ _
Approvata il	_ _ / _ _ / _ _	con Delibera C.C. n.	_ _
Pubblicazione BURL del	_ _ / _ _ / _ _	n.	_ _

Elaborato	**RELAZIONE DESCRITTIVA E NTA**
I tecnici competenti	Dott. Geol. Guglielmo Confortola o.g.l. 1256 Dott. Geol. Massimo Marella o.g.l. 1178
Data	Febbraio 2011

STUDIO DI GEOLOGIA via Trieste, 14/a - 23032 Bormio (SO) Tel e Fax 0342.902763 - ecosphera s.r.l. - via Malogno, 2 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS) - Tel. 030.740200

ecosphera
Ambiente
Qualità
Sicurezza
per le Aziende

CPU s.r.l. engineering
CONSULENZA E PROGETTAZIONE URBANISTICA
Sede in Via Obici, 14 25034 Orzinuovi (BS)
Tel. 030 941567 Fax. 030 944121
cpu.servizi@gmail.com
www.cpuservizi.it

INDICE

1. PREMESSA 4
2. METODOLOGIA DI LAVORO 5
2.1. FASE DI ANALISI 5
2.2. FASE DI SINTESI/ VALUTAZIONE 6
2.3. FASE DI PROPOSTA 6
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 7
4. ASPETTI CLIMATICI 8
5. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI 9
5.1. CRITICITA' AMBIENTALI 12
5.1.1. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO PAI 12
6. IDROGRAFIA 14
7. IDROGEOLOGIA 17
8. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO 18
8.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE 18
8.2. AZIONE SISMICA 19
8.3. RISPOSTA SISMICA LOCALE 20
8.3.1. Analisi della sismicità locale 21
8.3.2. 1° livello – Carta della pericolosità sismica locale 22
8.3.3. 2° livello – verifica del fattore di amplificazione (Fa) 24
8.3.4. 3° livello 25
9. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA 25
10. CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI 26
10.1. VINCOLI 26
10.1.1. PAI – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 26
10.1.2. Vincoli di polizia idraulica 27
10.1.3. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile 27
10.2. ELEMENTI DI SINTESI 28
10.2.1. Aree interessate da fenomeni valanghivi. 28
11. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO 29
11.1. CRITERI DI ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI 29
11.2. NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE 31

11.2.1. Classe 4 – fattibilità con gravi limitazioni. 31
11.2.2. Classe 3 – fattibilita' con consistenti limitazioni 33
11.2.3. Classe 2 – fattibilità con modeste limitazioni 36
11.2.4. Aree soggette a fenomeni valanghivi. 37

TAVOLE

- Tavola 01: Carta della Pericolosità sismica locale, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 02: Carta dei vincoli e di sintesi, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 03: Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano, scala 1:10.000, base CTR
- Tavola 03A: Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano- dettaglio centro abitato, scala 1:5000 su base aerofotogrammetria.
- Tavola 04: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI, scala 1:10.000, base CTR

ALLEGATI

Allegato 01 – scheda frane località Fontane

1. PREMESSA

A seguito della redazione del Piano di Governo del Territorio del comune di Caiolo, affidato allo studio C.P.U. Srl di Orzinuovi (BS), si è contestualmente proceduto all'adeguamento dello studio geologico comunale sulla base dei nuovi criteri regionali ed in particolare:

- Il L.R. n. 12 del 11 Marzo 2005, ed in particolare l'art. 57;
- D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'Art. 57, comma 1 della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12;
- D.g.r. n. 8/7374 del 28 Maggio 2008, aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'Art. 57, comma 1 della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12" approvati con D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005.

Il comune di Caiolo è attualmente dotato di uno studio geologico redatto dal Dott. Geol. G. Merizzi di Sondrio.

Lo studio è conforme alla LR 41/97 (parere del 15/10/2002 prot. 21.2002.45320), pertanto si è proceduto al suo aggiornamento ai sensi della della LR 12/05 ed in particolare sulla base dei nuovi indirizzi regionali in merito alla componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.

Per quanto riguarda l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI, sulla base dell'allegato 13 della Dgr. 8/7374/2008 il comune di Caiolo risulta "esonerato" con quadro del dissesto vigente "aggiornato".

Nel presente studio si procede all'inserimento nel quadro del dissesto PAI della frana in "località Fontane". Quindi si propone un aggiornamento parziale al quadro del dissesto contenuto nell'Elaborato 2 del PAI vigente.

2. METODOLOGIA DI LAVORO

Per l'esecuzione del presente studio ci si è attenuti alle indicazioni metodologiche riportate nei "Criteri attuativi L.R. 12/05 per il governo del territorio. Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" approvata con D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005.

In particolare il lavoro si è articolato nelle seguenti tre fasi:

1. Fase di analisi (ricerca bibliografica, d'inquadramento e di approfondimento/ integrazione);
2. Fase di sintesi/ valutazione;
3. Fase di proposta.

2.1. FASE DI ANALISI

Nella fase di analisi si è proceduto alla raccolta di tutte le informazioni disponibili sul territorio in esame attraverso la consultazione di tutte le fonti bibliografiche disponibili. Tra le diverse fonti utilizzate le principali sono rappresentate da:

- Comune di Caiolo - Studio Geologico precedente
- Archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale; analisi delle diverse pratiche edilizie e di ricerca/ concessione per le derivazioni di acque sotterranee.
- Comune di Albosaggia - Studio Geologico precedente
- Comune di Cedrasco - Studio Geologico precedente
- Comune di Fusine - Studio Geologico precedente
- Provincia di Sondrio – Servizio Acque. Analisi delle domande di ricerca e di concessione all'utilizzo di acque sotterranee. Archivio delle derivazioni in atto e delle pratiche di ricerca in corso.
- Sistema informativo territoriale della Regione Lombardia.
- Inventario dei dissesti idrogeologici e dei fenomeni franosi della Regione Lombardia.
- Sistema informativo regionale delle valanghe.

Per quanto riguarda le cartografie d'inquadramento dell'area in esame si rimanda allo studio geologico precedente.
Per evitare di appesantire la relazione, in allegato sono riportati altri elaborati cartografici relativi ad altri tematismi che rappresentano parte integrante della presente.

In tale fase si è proceduto all'analisi dei dati disponibili, integrandoli con le osservazioni ed i dati raccolti dai sottoscritti durante i rilievi di campagna ed i monitoraggi eseguiti. Elemento fondamentale in tale contesto è sicuramente l'analisi del rischio sismico finalizzato alla stesura della Carta della pericolosità sismica locale.

2.2. FASE DI SINTESI/ VALUTAZIONE

Tale fase si sviluppa attraverso la redazione della carta dei Vincoli e della Carta di Sintesi.
La Carta dei Vincoli, redatta per tutto il territorio comunale, riporta tutte le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovra-ordinati in vigore a contenuto prettamente geologico, in particolare;

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino;
- Vincoli di Polizia idraulica;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;

Nella Carta di Sintesi sono invece rappresentate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e della vulnerabilità sito specifica, in funzione delle criticità geologico-tecniche, idrauliche ed idrogeologiche individuate.
Tali elementi sono stati riportati nella Tavola 02 – Carta dei vincoli e di sintesi, redatta alla scala 1:10.000.

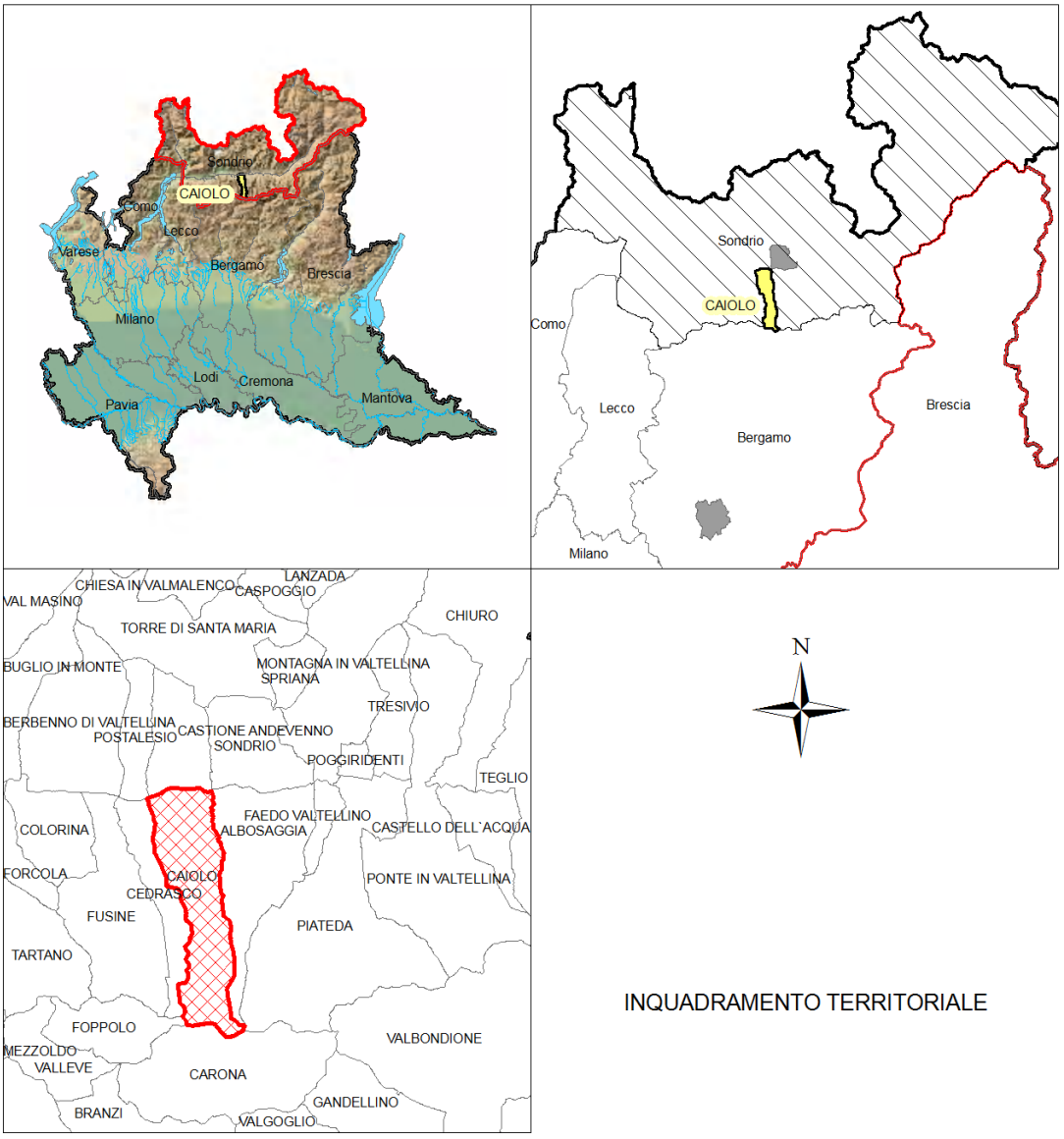
2.3. FASE DI PROPOSTA

Rappresenta la fase finale della redazione dello studio geologico che si traduce nella redazione della Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano e delle Norme geologiche di attuazione.
Tale fase prevede una modalità standardizzata di attribuzione delle classi di fattibilità in funzione degli ambiti omogenei individuati per la pericolosità geologica-geotecnica e per il grado di vulnerabilità idraulica ed idrogeologica.
Partendo dalle classi di fattibilità geologica individuate dallo studio precedente si è proceduto ad un riesame delle stesse ed alla riclassificazione sulla base dei nuovi criteri regionali forniti dalla Regione Lombardia.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il comune di Caiolo si trova in media Valtellina ad una quota di 335 m s.l.m. in sponda idrografica sinistra del fiume Adda che scorre nel fondovalle e ne delimita il confine settentrionale. Il territorio si estende dal fondovalle alle cime Orobiche, che separano la Provincia di Sondrio dalla Provincia di Bergamo, con un'estensione areale di 33.35 Km^2 andando dai 270 m del fondovalle agli oltre 2500 m con le cime maggiori che sono il Corno Stella 2621 m s.l.m., Pizzo Zerna 2572 m s.l.m. e Monte Masoni 2663 m s.l.m..

I comuni confinanti sono Albosaggia ad est, Sondrio a nord-est Castione Andevenno a nord, Postalesio a nord-ovest, Cedrasco a ovest, Piateda a sud-est, Carona (BG) e Foppolo (BG) a sud.



INQUADRAMENTO TERRITORIALE

4. ASPETTI CLIMATICI

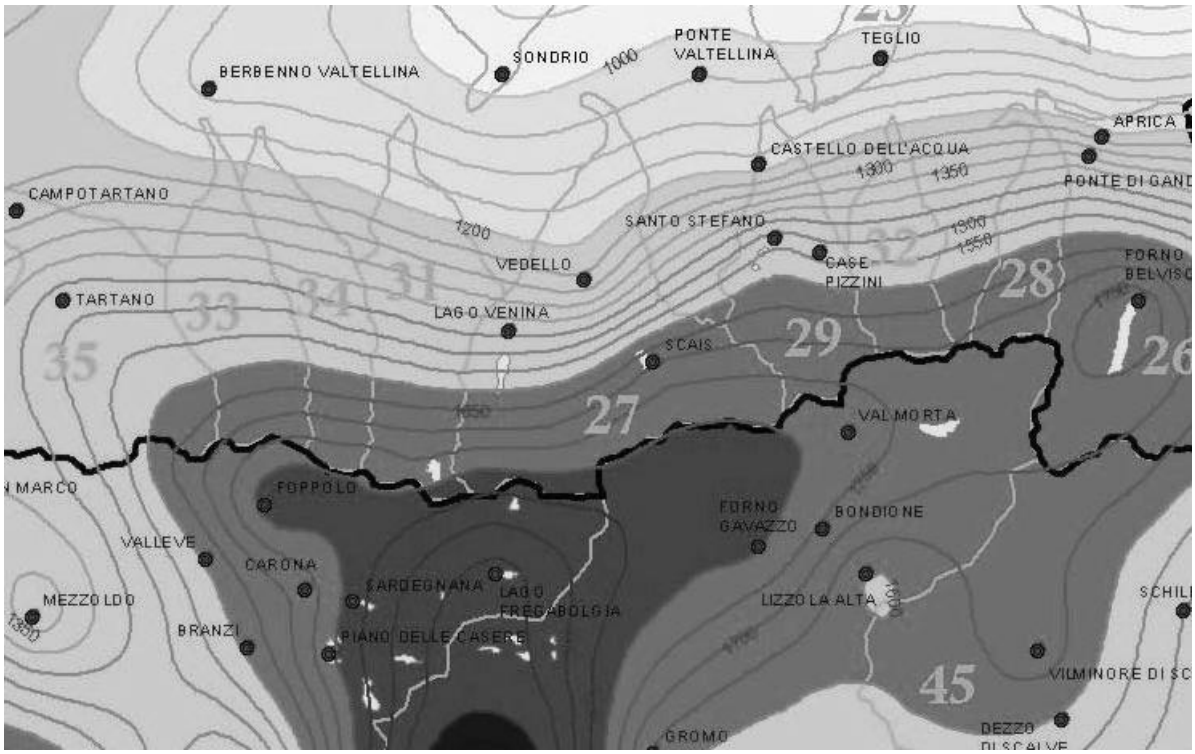
Il territorio comunale, vista la notevole estensione altimetrica presenta climi differenti in funzione delle quote e tali differenze climatiche sono caratterizzate da valori diversi di temperature e precipitazioni influenzando il tipo di vegetazione presente

Le quote più basse, fino a 1200 m s.l.m. hanno un clima di tipo “continentale umido ad estati fresche”, tra i 1200 m s.l.m. e 2100 m s.l.m. abbiamo un clima “subartico” e sopra i 2100 m s.l.m. un clima di tipo “polare”. I tre tipi di clima hanno precipitazioni presenti in tutte le stagioni con valori massimi nei periodi di giugno, agosto, ottobre e novembre ed i periodi più secchi dicembre, gennaio e febbraio; copertura nevosa invernale persistente per un lungo periodo (dai 4 ai 7 mesi in funzione della quota) ed escursioni termiche molto forti sempre superiori a 18° C con temperature medie annue inferiori a 9° C.

Le temperature variano in funzione della quota andando dalla media del fondovalle di circa 11° C alla media delle cime di 0° C.

In base alla “Carta delle precipitazione medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia”, a cura della Regione Lombardia, con valori riferiti al periodo 1891÷1990, si nota come i valori di precipitazione media vadano aumentando con la quota andando dai 1000 mm/anno del fondovalle ai 1750 mm/anno delle quote maggiori.

Le massime precipitazioni con tempo di ritorno pari a 100 anni oscillano tra i 140 mm/giorno per le aree di fondovalle ai circa 200 mm/giorno per le quote maggiori.



Stralcio carta delle precipitazione medie a cura Regione Lombardia

5. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Da un punto di vista prettamente geologico strutturale ci troviamo nella Alpi meridionali o Sudalpino che risulta separato dalla struttura propriamente alpina a nord, dalla linea Insubrica o linea del Tonale. Tale linea strutturale ha direzione ovest-est e coincide quasi con il solco della Valtellina. Altra linea strutturale rilevante è la linea Orobica che segue all'incirca il crinale orobico e separa il Sudalpino dalle unità sedimentarie delle Prealpi Lombarde. A tali linee principali sono associate fratture minori variamente orientate su cui sono impostati i principali solchi vallivi che interessano il territorio.
Il Sudalpino, di età pre-permiana, è costituito prevalentemente da rocce metamorfiche gneiss, micascisti e filladi con giacitura tendenzialmente subverticale.
Il substrato roccioso affiora prevalentemente in corrispondenza delle incisioni vallive e dei risalti morfologici nella bassa valle e sui rilievi e creste e incisioni vallive alle alte quote.
I litotipi prevalenti nell'area sono gli scisti di Edolo e gli gneiss di Morbegno.

Scisti di Edolo: affiorano nella bassa valle e sono costituiti da micascisti muscovitici ed a due miche, granatiferi; micascisti filladici talora granatiferi caratterizzati da un elevato grado di fatturazione
Gneiss di Morbegno: affiorano alle alte quote e sono costituiti da gneiss biotitici ad albite, talora granatieri e quarzitici caratterizzati da un medio grado di fratturazione.

Il versante orobico su cui è impostato il territorio comunale scende ripido verso la valle dell'Adda segnato da profonde incisioni vallive ad andamento più o meno parallelo. I torrenti, in particolare, hanno lasciato un segno evidente nell'ultimo tratto delle valli, prima di sfociare nell'Adda, modellando profonde forre e depositando i materiali in carico al diminuire della pendenza e creando gli ampi conoidi che vanno a raccordarsi con il fondovalle. I conoidi in alcuni casi coalescenti sono formati dai torrenti Ravione e Pessolo, Schittarolo, Merdarolo, Canale e Livrio.
L'attuale morfologia delle valli orobiche è il risultato dell'azione di vari fattori che hanno contribuito all'erosione dei versanti, tra i quali i più evidenti sono l'azione dei ghiacciai prima e quella delle acque e della gravità poi. Come testimonianze dell'azione dei ghiacciai restano le creste aguzze, i circhi glaciali oltre ai caratteristici profili a U dei tratti più in quota delle valli, le rocce montonate, i depositi morenici, rock-glacier e laghetti di origine glaciale a cui si sono successivamente associate e sovraimposte forme tipiche dell'ambiente periglaciale alle quote più elevate, caratterizzate da frequenti cicli di gelo e disgelo e copertura nevosa per parecchi mesi l'anno.
Alle quote minori i principali agenti morfogenetici risultano essere le acque e la gravità con le loro forme di erosione e di deposito.

Le coperture quaternarie formano placche e fasce di spessore variabile, con una presenza discontinua e con forme talvolta conservate ed in altri casi relitte.
Le forme principali sono:

Depositi morenici

Sono la testimonianza delle passate glaciazioni che hanno interessato la Valtellina modellandola e sono ampiamente presenti ricoprendo vaste aree di territorio con spessori ed estensioni variabili. I depositi lungo i versanti sono ascrivibili alle grandi glaciazioni quaternarie principalmente tardo würmiane i cui materiali hanno dato origine ad ampi terrazzi e dossi caratterizzati da rocce modellate dall'esarazione. Data la loro età hanno subito parziali processi di alterazione con rimaneggiamenti e rimodellamenti ad opera delle acque.
Sono materiali con caratteri litologici e granulometrici eterogenei costituiti da blocchi, ciottoli ghiaie e sabbie con componente fine variabile e vario grado di consolidamento.
I depositi morenici in quota sono di età più recente con minore alterazione ed addensamento, costituiti sempre da materiali eterogenei con blocchi, ciottoli, ghiaie e sabbie e componente fine variabile.

Depositi detritici di versante

Sono presenti alle quote maggiori, oltre i 2000 m s.l.m., al piede dei pendii rocciosi e degli impluvi in forma di coni o fasce a seconda della loro estensione. Derivano dallo sgretolamento della roccia a causa degli agenti atmosferici accumulandosi poi per gravità, risultando talvolta rimodellati dall'azione delle acque. Tali forme morfologiche risultano attive, costantemente alimentate dalle pareti sovrastanti e caratterizzate da ghiaie ciottoli e blocchi anche di notevoli dimensioni con clasti spigolosi. Tali forme sono altresì agevolate dalla intensa tettonizzazione delle rocce affioranti che da luogo a sistemi di fratture complesse.

Depositi eluvio-colluviali

Variamente presenti lungo i versanti sono dati dal dilavamento, rimaneggiamento e deposito più a valle ad opera delle acque di ruscellamento di pregressi depositi e dall'alterazione della roccia in sito. Sostanzialmente non si rinvengo più le caratteristiche tessiturali e granulometriche dei deposti originari.

Conoidi di deiezione

I conoidi di deiezione con la loro tipica forma a ventaglio sono presenti nel fondovalle e fungono da raccordo tra i torrenti e la valle dell'Adda. Risultano essere più o meno recenti e si originano per il diminuire della pendenza dell'asta torrentizia e relativa velocità delle acque che depositano il

materiale in carico, fenomeno che si manifesta in seguito ad eventi di piena. I Materiali risultano essere eterogenei con granulometria da media a grossolana.

Conoide del torrente Livrio

Depositi alluvionali recenti ed attuali

I depositi alluvionali sono limitati al fondovalle ad opera del fiume Adda e sono marginali alle aree di conoide pur non escludendo fenomeni di coalescenza tra i vari depositi. La granulometria risulta principalmente ghiaiosa sabbiosa talvolta con blocchi e con aree e lenti di materiali limoso argilloso dalle scadenti caratteristiche geotecniche e presenza di acque di falda a limitata profondità dal piano campagna.

5.1. CRITICITA' AMBIENTALI

Come evidenziato dalle considerazioni precedenti e geomorfologiche e dai riscontri storici, i corsi d'acqua risultano essere i responsabili dei dissesti principali, manifestandosi in quota con fenomeni erosivi e nel fondovalle con forme di deposito ed eventuale sovralluvionamento. L'Adda è altresì responsabile di possibili fenomeni alluvionali nel fondovalle.
Oltre all'azione valanghiva che si rincontra in quota in val del Livrio, il territorio è pure interessato da fenomeni franosi, variamente diffusi, spesso collegati con l'azione erosiva dei torrenti alla base dei versanti, e soggetti a controlli morfostrutturali con fenomeni di caduta massi alla base delle pareti rocciose.
La pericolosità di tali fenomeni franosi non è tanto da ascriversi alla loro ubicazione, spesso lontana dai centri abitati, quanto al fatto che la loro attivazione potrebbe interferire con i corsi d'acqua con parziale o totale ostruzione dell'alveo ed innescare successivi fenomeni di colate detritiche che andrebbero ad incidere nell'area di conoide con possibili fenomeni di sovralluvionamento. In particolare si segnalano la paleofrana nella valle del torrente Ravione legata a movimenti tettonici; il versante tra i corsi d'acqua Ravione e Pessolo interessato da un lento scivolamento gravitativo; la frana in località Sulini che potrebbe coinvolgere l'alveo del torrente Livrio ostruendolo.
Si segnala la necessità della ordinaria manutenzione degli alvei dei torrenti con svasatura e pulizia della vegetazione presente.

5.1.1. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO PAI

In seguito ai fenomeni alluvionali dell'autunno 2000 nel maggio 2001 il Dott. Geol. Guido Merizzi ha eseguito, per conto dell'Amministrazione Comunale di Caiolo, una valutazione dei fenomeni franosi rinvenendo un'evoluzione del dissesto nel bacino idrografico dei torrenti Ravione e Pessolo ed in particolar modo un esteso movimento franoso limitato verso monte da un'evidente frattura di trazione attorno a quota 1150 m s.l.m. con sviluppo longitudinale superiore al chilometro, stimando il corpo frana superiore a 8 milioni di m^3. Tesi confermata dai tecnici del Servizio Geologico della Regione Lombardia intervenuti a seguito della segnalazione da parte del Comune di Caiolo. Nell'ambito dello studio sul grado di pericolosità nell'area di conoide dei torrenti Ravione-Pessolo realizzato dal Dott. Geol. Giovanni Songini nell'agosto 2002 per conto dell'Amministrazione Comunale di Cedrasco si evidenziava un'evoluzione negativa del grado di dissesto nell'area frontale della frana tra le quote 600 e 800 m s.l.m. e nell'autunno dello stesso anno in seguito ai fenomeni alluvionali ci furono ulteriori movimenti. Tutti i documenti pur ritenendo improbabile un collasso generalizzato del corpo frana concordarono la necessità di studi supplementari e monitoraggi vista l'incidenza del corpo frana sull'area di conoide con possibili fenomeni di colata

detritica. Nel novembre 2006 per conto dell'amministrazione Comunale di Caiolo il Dott. Geol. Guido Merizzi ed il Dott. Geol. Giovanni Songini hanno redatto un piano di indagini geognostiche e progetto di monitoraggio della frana in località Fontane (vedi allegato 01). Monitoraggi a tutt'oggi in essere.

6. IDROGRAFIA

I principali corsi d'acqua:

- torrente Ravione-Pessolo
- torrente Merdarolo
- torrente Canale
- torrente Schittarolo
- torrente Livrio

Torrente Ravione – Pessolo in prossimità dell'attraversamento della strada provinciale.

Si riportano di seguito le tabelle riepilogative con i parametri dei bacini ed il calcolo delle portate di piene come desunti dallo studio geologico precedente redatto ai sensi della L.R. 41/97 del maggio 2000 a cura del Dott. Geol. G Merizzi.

	Torrente Ravione+Pessolo+valle Marcia	Torrente Schittarolo
Chiusura bacino	340 m s.l.m.	310 m s.l.m
Superficie (Km^2)	1.47	0.262
Portata di piena centenaria $\mathbf{Q_{100}}$ (m^3/s)	18.0	5.0

	Torrente Merdarolo	Torrente Canale	Torrente Livrio
Chiusura bacino	400 m s.l.m.	370 m s.l.m	330 m s.l.m.
Superficie (Km^2)	1.619	3.085	33.32
Portata di piena centenaria $\mathbf{Q_{100}}$ (m^3/s)	19.0	31.0	215

Confluenza Canale-Merdarolo

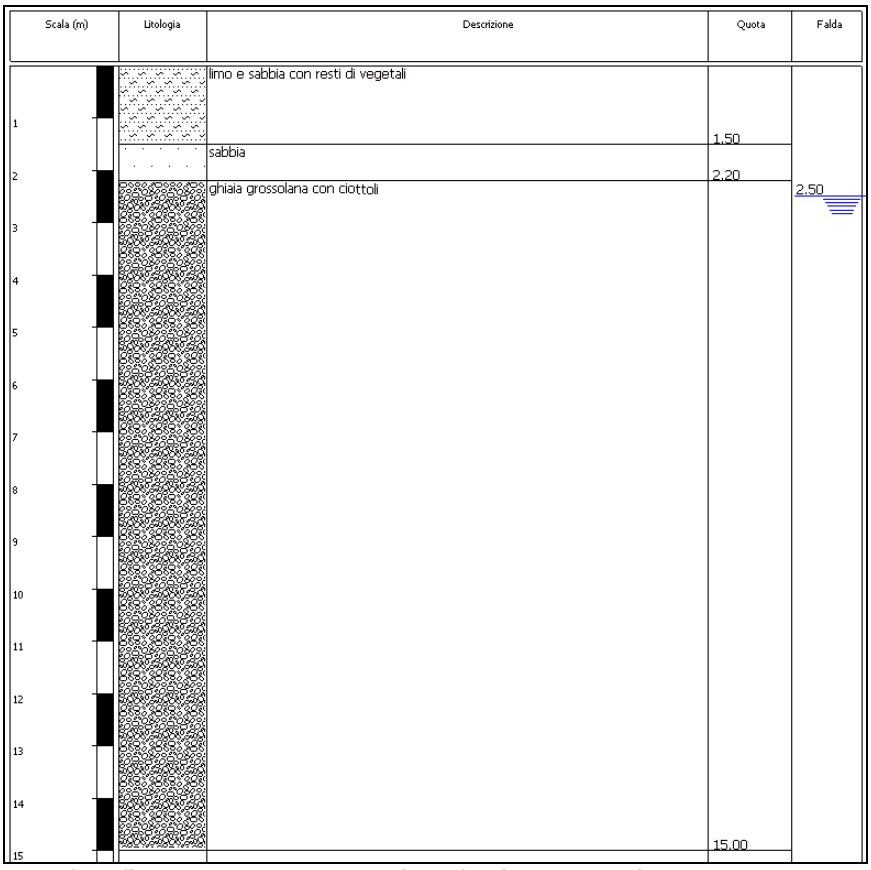
7. IDROGEOLOGIA

L'acquedotto comunale di Caiolo è alimentato da dieci sorgenti variamente ubicate sul territorio. Sono le sorgenti: Acquavita (1350 m s.l.m.), Valumulina1 (800 m s.l.m.), Valmulina Vecchia (925 m s.l.m.), Valmulina 2 (925 m s.l.m.), Foppa (1375 m s.l.m.), Vallacce Est (1385 m s.l.m.), Vallacce Ovest (1390 m s.l.m.), Fontane (1190 m s.l.m.), Campisc (695 m s.l.m.), S. Bernardo (695 m s.l.m.).

La delimitazione dell'area di rispetto delle sorgenti è riportata nella carta dei vincoli.

Nel territorio comunale sono presenti sei pozzi ad uso privato localizzati nella piana alluvionale dell'Adda. La soggiacenza si attesta, in base ai periodi di misurazione, tra i - 2 m e - 9 m da piano campagna.

Le stratigrafie con profondità di terebrazione media attorno ai 15 m mostrano sostanzialmente la presenza di materiali ghiaioso sabbiosi con possibili lenti limoso sabbiose e possibili materiali più grossolani di origine prettamente alluvionale. La falda ha un andamento est-ovest seguendo l'andamento della valle e del fiume Adda da cui trae sostanzialmente origine, pur ricevendo apporti da infiltrazioni di versante che hanno un andamento stagionale maggiormente legato alle precipitazioni.



Stratigrafia pozzo presente nel territorio comunale

8. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

L'OPCM 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8-5-2003 Supp. Ordinario n. 72) e s.m.i. individua in prima applicazione le zone sismiche nelle quali è suddiviso il territorio nazionale e le normative tecniche da adottare per le costruzioni in tali aree.

La D.G.R n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 – Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, fornisce le metodologie per la valutazione dell'amplificazione sismica locale. Tali criteri vengono integrati con i contenuti della Dgr di aggiornamento n. 8/7374/2008.

8.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive viene fornita una nuova zonizzazione sismica in sostituzione di quella del D.M. 5 Marzo 1984. Sulla base di tale Ordinanza il comune di Caiolo è in zona sismica 4.

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al I98N.C.)	Categoria secondo la proposta del GdL del I998	Zona ai sensi del presente documento (2003)
03014011	Caiolo	NC	NC	**4**

Tabella 1: Classificazione sismica del comune di Caiolo (All. A – OPCM n. 3274 del 20/03/2003)

Le zone sono state determinate sulla base dei valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema di Tabella 2: estratto Allegato 1 OPCM 3274 estratto dall'ordinanza.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)
1	> 0,25
2	0,15 – 0,25
3	0,05 – 0,015
4	**< 0,05**

Tabella 2: estratto Allegato 1 OPCM 3274

8.2. AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si utilizzano le Norma Tecniche per le Costruzioni – D.M. 14 Gennaio 2008.

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m
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 Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero Nspt,30 > 50 nei terreni a grana grossa,e Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero 15<Nspt30<50, 70<Cu< 250 kPa).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di 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 Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero Nspt30<15 nei terreni a grana grossa eC_{u30}< 70 kPa nei terreni a grana fine).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs30> 800 m/s).

Tabella 3: categorie del suolo di fondazione (DM 14 Gennaio 2008)

Sono state definite anche due categorie particolari per le quali sono necessari studi specifici per la definizione dell'azione sismica.

S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 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 argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 4: categorie del suolo di fondazione – casi particolari

La classificazione deve comprendere il sottosuolo compreso fra il piano di posa delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido (definito "bedrock") di riferimento, per una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera.
Con i termine Vs30 si intende la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio e viene calcolata sulla base dell'espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Il sito dovrà essere classificato sulla base del valore di Vs30 (se disponibile), oppure utilizzando:

1. per i terreni a comportamento granulare: i valori di Nspt;
2. per i terreni a comportamento coesivo: i valori di Cu.

Nella tabella seguente si riportano i valori del parametro a_g (accelerazione massima su suolo di categoria A), espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g da utilizzare i ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale. Tali valori sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona	Valore di a_g
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

Tabella 5: valori parametro a_g

Per quanto riguarda la definizione dell'azione sismica in fase progettuale si fa riferimento al D.M. 14 Gennaio 2008.

8.3. RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'azione di eventi sismici sulle strutture è condizionata anche da condizioni locali, geologiche e geomorfologiche, che possono portare a fenomeni di amplificazione del fenomeno rispetto a quanto ci si potrebbe aspettare. Tali fattori, che si possono definire con il termine "Pericolosità sismica locale" sono da tenere in considerazione nella valutazione generale della pericolosità sismica di un'area.

Tra le prime analisi da eseguire per la valutazione della Pericolosità sismica locale riveste un ruolo primario l'identificazione delle categorie di terreno che caratterizzano una determinata area e della ricostruzione delle caratteristiche litologiche del sottosuolo.

Successivamente, in funzione delle caratteristiche del sottosuolo si distinguono due gruppi di effetti locali: quelli di sito (amplificazione sismica locale) e quelli dovuti ad instabilità.

Gli effetti di sito interessano tutti quei terreni che mostrano dei comportamenti stabili nei confronti delle sollecitazioni sismiche previste. Questi effetti si riferiscono alle modificazioni di ampiezza,

durata e contenuto in frequenza che un "terremoto di riferimento" può subire durante l'attraversamento dell'intervallo tra il bedrock ed il piano campagna, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Gli effetti di sito si possono suddividere in:

- Effetti di amplificazione topografica. Si manifestano in presenza di superfici topografiche più o meno articolate che favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità delle creste dei rilievi.
- Effetti di amplificazione litologica. Tali effetti sono funzione delle variazioni litologiche locali e delle relativa differente risposta sismica all'evento di riferimento.

Gli effetti di instabilità interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile (o potenzialmente tale) nei confronti dell'azione di un sisma. Rientrano in tale categoria: i versanti in equilibrio precario soggetti al rischio di riattivazione e di neoformazione di fenomeni morfogenetici (frane), le aree interessate da strutture geologiche significative (faglie, contatti stratigrafici) e le aree con terreni aventi caratteristiche geotecniche e geomeccaniche scadenti.

8.3.1. Analisi della sismicità locale

L'allegato 5 – Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T della DGR n. 8/1566 del 22/12/2005, fornisce indicazioni sulle procedure da utilizzare per l'analisi della sismicità locale. Tale procedura sostituisce quelle contenute nello studio "Determinazione del rischio sismico in Lombardia- 1996".
La nuova metodologia prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona di appartenenza del comune, dell'opera in progetto e delle caratteristiche geologiche e morfologiche dell'area. I tre livelli sono così sintetizzabili:

- 1° Livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia dei dati esistenti. Questo livello d'indagine prevede la realizzazione della Carta della pericolosità sismica locale.
- 2° Livello: caratterizzazione semi- quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella Carta di pericolosità Sismica Locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di Amplificazione (Fa).
- 3° livello: definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite.

Nella tabella seguente vengono sintetizzati gli adempimenti e la tempistica in funzione della zona sismica di appartenenza del comune.

Zona sismica	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello Fase pianificatoria	2° livello Fase pianificatoria	3° Livello Fase progettuale
2- 3	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree inedificabili	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato> valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5
4	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato> valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici rilevanti

Tabella 6: adempimenti e tempistica in funzione della zona sismica di appartenenza

Essendo il comune di Caiolo inserito in zona 4 e non essendo previsti nell'ambito del PGT interventi relativi a nuovi "edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)", nell'ambito del presente studio si è proceduto all'analisi di primo livello.

8.3.2. 1° livello – Carta della pericolosità sismica locale

Come precedentemente indicato l'analisi di primo livello consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce la base dalla quale partire per i successivi livelli di approfondimento. In tale fase di analisi sono stati utilizzati tutti i dati di natura geotecnica, idrogeologica e litostratigrafica reperititi, nonchè le diverse cartografie tematiche d'inquadramento a disposizione. Sulla base di tutte le informazioni reperite si è proceduto alla stesura della Carta della pericolosità sismica locale in cui il territorio comunale è suddiviso sulla base delle diverse situazioni indicate nella tabella sotto riportata.

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

Tabella 7: estratto Tabella 1 dall'allegato 5 della DGR n. 8/7374/2008 – Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale

La Carta della Pericolosità Sismica Locale permette anche di assegnare i successivi livelli di approfondimento necessari (vedi Tabella 8: estratto).

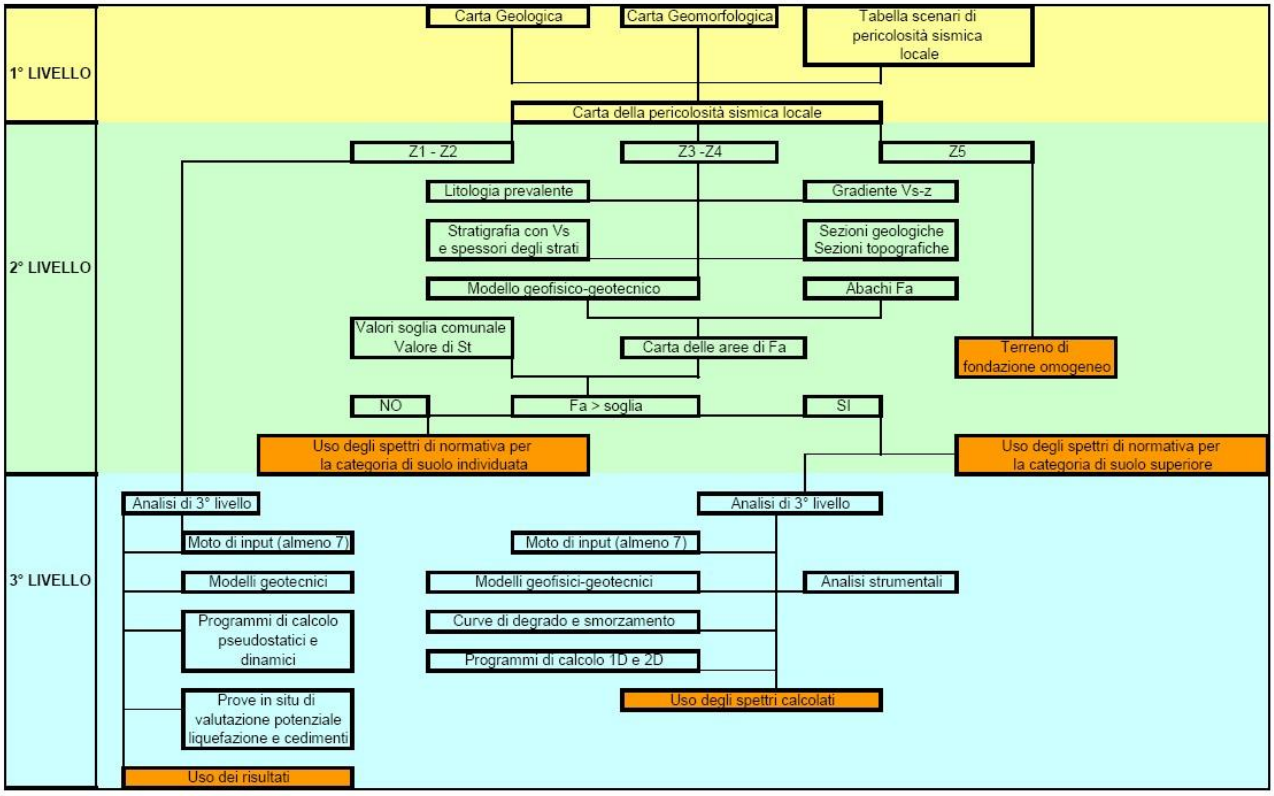


Tabella 8: estratto Diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nel caso dei tre livelli d'indagine.

I diversi scenari di pericolosità sismica locale individuati per il territorio in esame sono stati riportati sulla tavola 01 – Carta della Pericolosità sismica locale, redatta alla scala 1:10.000 su base CTR.

8.3.3. 2° livello – verifica del fattore di amplificazione (Fa)

Tale livello di approfondimento non è attualmente obbligatorio per il comune in esame.
Si ritiene comunque utile fornire alcune indicazioni in merito a tale livello di approfondimento, nel caso eventuali scelte urbanistiche future lo rendessero necessario.
Il secondo livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e le zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03).
Obiettivo di tale approfondimento è l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici (utilizzazione o meno dei parametri dello spettro elastico previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica di appartenenza).

La procedura consente la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni espressa come Fattore di amplificazione (Fa). Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s. Tali periodi sono stati scelti sulla base delle tipologie di edifici maggiormente presenti sul territorio regionale ed in particolare: l'intervallo 0.1-0.5 s si riferisce a strutture basse, regolari e piuttosto rigide; l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e flessibili.

Di seguito si riportano i valori di Fa forniti dalla Regione Lombardia per il territorio comunale in esame.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s				
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Caiolo	1.5	1.9	2.3	2.0

Tabella 9: valori di soglia per T compreso fra 0.1 e 0.5

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s				
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Caiolo	1.7	2.4	4.3	3.1

Tabella 10: valori di soglia per T compreso fra 0.5 e 1.5

Amplificazioni litologiche: Zone 4

La normativa regionale prevede che la conoscenza degli spessori e delle Vs30 possa essere ottenuta utilizzando qualsiasi metodo di indagine diretto ed indiretto, che sia in grado di fornire un modello geologico e geofisico del sottosuolo attendibile in relazione alla situazione geologica del sito e il più dettagliato possibile nella parte superficiale.

Gli approfondimenti di secondo livello devono essere effettuati ai sensi dell'allegato 5 della Dgr. 8/7374/2008.

Amplificazioni morfologiche: Zone 3

Nell'allegato 5 della D.g,r. 8/7374/2008 viene fornita la metodologia da utilizzare per l'analisi di secondo livello nel caso di aree soggette ad amplificazioni morfologiche.

8.3.4. 3° livello

Si applica in fase progettuale per gli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (scenari Z1), cedimenti e/o liquefazioni (Z2) e per le aree Z3 e Z4 che sono caratterizzate da un valore di Fa superiore al valore soglia comunale corrispondente, così come ricavato dall'applicazione del 2° livello.

Anche in questo caso le metodologie d'analisi sono fornite dall'allegato 5 alla Dgr 8/7374/2008.

9. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

La Delibera di Giunta riportante i "Criteri per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T." prevede che lo Studio Geologico comunale recepisca quanto riportato negli strumenti di pianificazione sovra comunale esistenti in materia di rischio idrogeologico, consentendone anche la modifica.

Nello specifico per il comune di Caiolo sono stati consultati il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ed il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Sondrio per il quale è in corso l'iter di approvazione.

Pur non avendo implicazioni vincolistiche dirette sul regime dei suoli, come precedentemente riportato nell'ambito del presente studio si è considerato anche quanto riportato nell'Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia e nel SIRVAL – Sistema Informativo regionale delle valanghe.

Per ulteriori informazioni in merito si rimanda ai capitoli successivi.

10. CARTA DEI VINCOLI E DI SINTESI

Viste le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio comunale ed i vincoli presenti si è ritenuto opportuno realizzare un unico elaborato cartografico che riporti sia i vincoli di natura idrogeologica sia gli elementi di criticità e/o di merito (per i quali si ritiene necessaria una adeguata protezione) presenti sul territorio comunale.
I vincoli amministrativi e gli elementi di sintesi presenti sul territorio comunale sono stati riportati nella Tavola 02 – Carta dei Vincoli e di Sintesi redatta alla scala 1:10.000 su base CTR.

10.1. VINCOLI

Nel presente paragrafo sono analizzati i vincoli derivanti dalle normative in vigore di contenuto prettamente geologico, che comportano delle limitazioni alle destinazioni d'uso del territorio.

10.1.1. PAI – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Per quanto riguarda il PAI, dalla tabella 2 allegato 13 della D.g.r. 8/7374/2008 il comune di Caiolo risulta fra quelli "esonerati PAI". Il quadro del dissesto vigente è quello "aggiornato".
Gli elementi di dissesto individuati, e sottoposti a specifica normativa, sono riportati nella tavola 04 "Carta del dissesto con legenda unificata PAI".
Come previsto dalle direttive regionali tali aree sono state considerate nell'ambito dell'attribuzione delle classi di fattibilità geologica per la azioni di piano.
Il comune è altresì interessato dalle fasce fluviali PAI.

In sintesi per quanto riguarda il Piano per l'Assetto Idrogeologico il comune in esame è interessato da:

- Frane: Fa - aree interessate da frane attive (pericolosità molto elevata);
  Fq - aree interessate da frane quiescenti (pericolosità elevata);
- Trasporto di massa sui conoidi:
  Ca – aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte (pericolosità molto elevata);
  Cn – aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (pericolosità media o moderata).
- Aree a rischio idrogeologico molto elevato: Zona 2
- Fasce fluviali:
  Fascia A – fascia di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento (TR= 200 anni), del deflusso della

corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

Fascia B – fascia di esondazione, esterna ala precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo.

Fascia C – area d'inondazione per piena catastrofica (TR> 200 anni), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

Rispetto al quadro "aggiornato" si propone l'inserimento della frana in località Fontane, come da documentazione allegata.

10.1.2. Vincoli di polizia idraulica

Il comune di Caiolo è dotato di studio del reticolo idrico redatto dal Dott. Geol. G. Merizzi e dall'Ing. A. Bordoni, con aggiornamento al Novembre 2005. Nella Tavola 02 Carta di sintesi e dei Vincoli si riporta l'individuazione del reticolo e delle relative fasce di rispetto tratte dallo studio precedentemente citato.

Per quanto riguarda la regolamentazione delle attività sui corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto si rimanda al Regolamento Comunale di Polizia Idraulica (D.g.r. 7/7868 del 25-01-2002 e successive modifiche).

10.1.3. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Nella Tavola 02 sono riportate le sorgenti comunali captate a fini idropotabili presenti sul territorio con le relative aree di salvaguardia (di tutela assoluta e di rispetto).

Sulla base delle informazioni reperite attualmente nel comune di Fusine sono sfruttate a scopi acquedottistici idropotabili n. 10 sorgenti: s. Acquavita (q= 1350 m slm); Valumulina 1 (q= 800 m slm); Valumulina vecchia (q= 925 m slm); Valumulina 2 (q= 925 m slm); Foppa (q= 1375 m slm); Vallace Est (q= 1385 m slm); Vallace Ovest (q= 1390 m slm); Fontane (q= 1190 m slm); Campisc (q= 695 m slm) e S. Bernardo (q= 695 m slm)..

La zona di tutela assoluta coincide con un cerchio di raggio di 10 m dall'opera di presa, la zona di rispetto è stata delimitata con criterio geomorfologico da studi precedenti.

All'interno delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile riportate nella carta dei vincoli valgono le prescrizioni contenute nell' art. 94 del D.L.vo n. 152 del 03.04.06 e nella D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693).

10.2. ELEMENTI DI SINTESI

Gli elementi di Sintesi vengono per comodità di lettura riportati con i vincoli nel medesimo elemento cartografico denominato CARTA DEI VINCOLI E CARTA DI SINTESI. Essi vengono riportati nella Tav. 02. L'elaborato riporta tutte le limitazioni d'uso del territorio derivanti dall'analisi geologica del presente studio.
Nella Carta di Sintesi sono rappresentate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità dei dissesti e della vulnerabilità di sito. In tale carta si distinguono le aree con pericolosità elevata o molto elevata dalle aree con pericolosità moderata o potenziale. In tale sede è bene comunque ricordare che le aree a maggior rischio idrogeologico sono già state inserite nel PAI.

Nello specifico per il territorio comunale in esame sono stati individuati i seguenti elementi di sintesi:

- Aree potenzialmente inondabili individuate con criterio geomorfologico, tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento.
- Aree pericolose riguardo all'instabilità dei versanti o vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico.
- Aree a pericolosità potenziale legata a pendenza maggiori di 20° o ad orientazione sfavorevole degli strati rocciosi.
- Aree di fondovalle potenzialmente vulnerabili dal punto di vista idrogeologico idraulico.

10.2.1. Aree interessate da fenomeni valanghivi.

Nella carta di sintesi sono state anche evidenziate le aree storicamente interessate da valanghe, tratte dal sistema informativo regionale (SIRVAL) e dallo studio geologico precedente.
Tali fenomeni sono diffusi alle quote più elevate lungo la valle del T. Livrio, non interessado, sulla base delle informazioni raccolte, direttamente l'abitato di fondovalle. Ad eccezione delle Valli Canale e Piorera, dove possono raggiungere quote inferiori, generalmente ogni incisione valliva sopra i 1200 m slm risulta percorsa da valanghe di fondo, con periodicità annuale. Tale fenomeni possono interessare le piste forestali e, in situazioni eccezionali, alcune baite sugli alpeggi.
Considerando la stagionalità del fenomeno, la compatibilità delle trasformazioni d'uso del suolo diventa direttamente funzionale al suo utilizzo. La realizzazione di strutture al servizio dell'uso agro-silvo-pastorale e forestale (es: ricovero per bestiame o per attrezzi) potrebbe risultare compatibile con la periodicità del rischio. Per tali aree non si è ritenuto opportuno l'adozione della classe 4, in funzione esclusivamente della presenza di tale fenomeno, ritenendola eccessivamente vincolante. Si è quindi optato per la delimitazione di tali aree con un sovraretino riportato sulla carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano, individuando aree sottoposte a normativa specifica (vedi NTA).

11. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

Sulla base degli elementi di criticità e di rischio idrogeologico e geomorfologico, emerse dal presente studio, si è proceduto alla stesura della Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di piano, redatta sulla base delle indicazioni contenute nel D.g.r. n. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 "Criteri ed indirizzi per la determinazione della componente geologica ed idrogeologica e sismica del Piano di Governo del territorio, in attuazione all'art. 57, comma 1 della L.R. n. 12 del 11 Marzo 2005" e s.m.i.

11.1. CRITERI DI ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI

Per l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica ci si è attenuti alle indicazioni fornite nella tabella 1 della delibera regionale, considerando anche quanto riportato nello studio geologico precedente.
Nella tabella seguente si riportano le aree omogenee individuate e la classe di fattibilità attribuita.

<table>
<tr><th>VINCOLI (da PAI)</th><th>SINTESI</th><th>FATTIBILITA'</th><th>CLASSE</th></tr>
<tr><td>Zona 2 – aree a rischio idrogeologico molto elevato</td><td>Aree pericolose riguardo all'instabilità dei versanti o vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico</td><td rowspan="8">Aree pericolose riguardo all'instabilità dei versanti o vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico</td><td rowspan="8">4 – Fattibilità con gravi limitazioni

<u>Per le aree:</u>

Fa: si applica anche l'art. 9 comma 2 NTA del PAI

Fq: si applica anche l'art. 9 comma 3

Ee si applica anche l'art. 9 comma 5 NTA del PAI

Ca: si applica l'art. 9 comma 7 delle NTA del PAI

Zona 2: si applica l'art 50 comma 3 delle NTA del PAI
Fascia A: artt. 29, 38, 38 bis, 38 ter, 39 e 41 NTA del PAI.</td></tr>
<tr><td></td><td>Aree potenzialmente inondabili individuate con criterio geomorfologico, tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento</td></tr>
<tr><td>Fa) Frana attiva</td><td></td></tr>
<tr><td>Fq) Frana quiescente priva di studio di dettaglio.</td><td></td></tr>
<tr><td>Ee) pericolosità molto elevata (per esondazione)</td><td></td></tr>
<tr><td>Ca) Conoide attiva non protetta</td><td></td></tr>
<tr><td>Aree Fasce Fluviali "PAI" fasce A e all'esterno dei centri edificati</td><td></td></tr>
</table>

VINCOLI (da PAI)	SINTESI	FATTIBILITA'	CLASSE
			3 – Fattibilità con consistenti limitazioni
	Aree a pericolosità potenziale legata a pendenza maggiori di 20° o ad orientazione sfavorevole degli strati rocciosi.	Aree a pericolosità potenziale legata a pendenza maggiori di 20° o ad orientazione sfavorevole degli strati rocciosi.	Sottoclasse 3a Aree pericolose riguardo all'instabilità dei versanti.
	Aree di fondovalle potenzialmente vulnerabili dal punto di vista idrogeologico idraulico.	Aree di fondovalle potenzialmente vulnerabili dal punto di vista idrogeologico idraulico.	Sottoclasse 3b Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico
Cn – Area di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta			Sottoclasse 3c Si applica l'art .9 comma 9 delle NTA del PAI
Cn – Area di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta. Conoide T. Ravione ePessolo			Sottoclasse 3d Si applica l'art .9 comma 9 delle NTA del PAI Obbligo di studio specifico

Nella Carta della fattibilità geologica è stata riportata anche la perimetrazione delle fasce B e C del PAI, esterne al centro abitato, per le quali oltre alle NTA relative alla sottoclasse di appartenenza si applicano le rispettive NTA del PAI.

Le aree per le quali sono state rilevate lievi condizioni limitative alla modifica della destinazione d'uso del suolo, e quindi non rientranti nelle categorie soprariportate, sono state inserite nella classe di fattibilità geologica 2 "Fattibilità con modeste limitazioni".

Nel territorio comunale non sono state rilevate aree con caratteristiche tali da essere inserite in classe 1.

Nel caso sia stata riscontrata la presenza di più criticità si è proceduto ad assegnare la classe più penalizzante.

Come precedentemente illustrato, per le aree interessate da fenomeni valanghivi non comprese nel PAI si è ritenuto opportuno predisporre una norma specifica.

11.2. NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

11.2.1. Classe 4 – fattibilità con gravi limitazioni.

L'alta vulnerabilità e pericolosità degli ambiti compresi in tale classe comporta gravi limitazioni all'utilizzo del suolo a scopi edificatori e/o alla modifica dell'attuale destinazione d'uso.

In queste aree deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere finalizzate al consolidamento e/o sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti e la mitigazione del rischio.

In tali aree sono consentiti:

- Gli interventi di sistemazione idraulica e di difesa delle sponde.
- Le opere di manutenzione e di recupero ambientale.
- Interventi riguardanti la viabilità, purchè non comportino una riduzione della sezione di deflusso del corso d'acqua. Tali interventi andranno comunque corredati di idonea documentazione progettuale con relazione idrologico-idraulica.
- Interventi relativi ad opere di urbanizzazione e reti tecnologiche.
- Le opere di attraversamento dei corsi d'acqua.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento della normativa antisismica.

Per tali aree è opportuno predisporre sistemi di monitoraggio del dissesto per controllare l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Nelle zone in classe 4 è consentita inoltre la realizzazione di infrastrutture pubbliche e/o d'interesse pubblico se non altrimenti localizzabili sul territorio comunale. Nel caso di eventuali nuove infrastutture pubbliche che attraversino aree in classe 4 le documentazioni progettuali dovranno essere supportate da approfondimenti tecnici mirati alla verifica di compatibilità delle opere ed il conseguente incremento del rischio idrogeologico dell'area.
Per tali interventi ricadenti all'interno delle fasce A e B del PAI i progetti andranno accompagnati da apposita relazione idrologica-idraulica a firma di tecnico competente in materia, redatta sulla base della direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture

pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" approvata con deliberazione del 11 Maggio 1999 n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, ed alle sue successive modifiche ed integrazioni.

Si precisa che tutte le aree perimetrate nella carta del dissesto con legenda uniformata PAI, oltre alle presenti NTA, si dovrà considerare le limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo contenute nell'art. 9 delle NTA del PAI, ed in particolare:

- Per le aree perimetrate come Fa: art. 9 comma 2;
- Per le aree perimetrate come Fq: art. 9 comma 3;
- Per le aree perimetrate come Ee: art. 9 comma 5;

Le attività consentite o meno nelle aree rientranti nella Fascia A del PAI sono normate dalle relative NTA (artt. 29, 38, 38 bis, 38 ter, 39 e 41). Nel caso di Fascia A e B coincidenti, si adotta quanto previsto dalla normativa più restrittiva (Fascia A – inedificabilità).

In tale classe sono state inserite anche le aree individuate dal PAI come "Aree a rischio idrogeologico molto elevato – Zona 2", in quanto coincidenti con l'alveo dei torrenti Canale e Merdarolo dallo sbocco sul fondovalle fino al ponte di quota 280 m slm. Queste aree inoltre sono soggette all'art. 50 delle NTA del PAI.

All'interno delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile riportate nella carta dei vincoli valgono le prescrizioni contenute nell' art. 94 del D.L.vo n. 152 del 03.04.06 e nella D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693).

Per quanto riguarda la regolamentazione delle attività sui corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto si rimanda al Regolamento Comunale di Polizia Idraulica (D.g.r. 7/7868 del 25-01-2002 e successive modifiche).

Dal punto di vista sismico, sulla base della Dgr 8/7374/2008 si prescrive che:

- nel caso di nuova realizzazione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in aree inserite negli scenari Z3 e Z4, sia previsto l'approfondimento di secondo livello ed eventualmente il terzo livello.
- Nelle aree Z1 e Z2 sia realizzato in fase progettuale l'approfondimento di terzo livello.
- Nel caso di scenari Z5 le nuove opere andranno posizione su terreno di fondazione omogeneo.

- Indagine sismica con approfondimento di terzo livello per costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani, in presenza di scenari Z3.

11.2.2. Classe 3 – fattibilita' con consistenti limitazioni

Si tratta di aree per le quali sono state rilevate consistenti limitazioni nelle trasformazioni d'uso del suolo ed in particolare per le nuove edificazioni, che possono rendere necessaria la realizzazione di specifici interventi di difesa.
Le modificazioni d'uso dei terreni che ricadono nella Classe 3 dovranno essere subordinati ad interventi di messa in sicurezza preventivi alle opere edilizie e/o a specifica indagine geomorfologica – idrogeologica – geotecnica che attesti la eventuale "non necessità" di tali interventi.

Nel caso l'indagine preveda la realizzazione di opere di difesa, il rilascio della concessione sarà subordinato all'esecuzione di tali interventi.
Ad avvenuta esecuzione degli interventi di difesa previsti dovrà essere prodotta al comune idonea attestazione da parte di professionista abilitato.

La progettazione edificatoria dovrà essere supportata da specifica relazione idrogeologica-geotecnica-sismica contenente i parametri necessari all'edificazione.
Inoltre per le specifiche sottoclassi valgono le seguenti prescrizioni.

<u>Sottoclasse 3a - Aree con pericolosità potenziale riguardo all'instabilità dei versanti</u>
Le eventuali trasformazione d'uso del suolo, con particolare riferimento alle operazioni di scavo, sbancamento e riporto, dovranno essere subordinate ad indagini di stabilità di versante prima e dopo l'esecuzione degli interventi. Nell'ambito dell'indagine andrà valutato anche l'impatto degli interventi in progetto sulle condizioni idrogeologiche e del deflusso superficiale dell'area.

<u>Sottoclasse 3b - Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico ed idraulico</u>
Sono inserite in tale sottoclasse le zone di fondovalle esterne alla perimetrazioni PAI, che per la loro collocazione possono essere potenzialmente esposte a fenomeni d'inondazione nel caso di eventi catastrofici. Si prevedono bassi tiranti idrici (30-40 cm) e trasporto solido di materiali sabbiosi e limoso argillosi. La pericolosità di tali aree è direttamente correlata alla corretta manutenzione delle opere di difesa idraulica esistenti, dalla pulizia degli alvei ed al mantenimento delle sezioni di deflusso.
Tali aree possono essere caratterizzate dalla presenza di falda freatica con bassa soggiacenza, con fenomeni di emergenza nelle aree più depresse. Localmente si possono avere terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche scadenti.

Le nuove costruzioni dovranno essere progettate in modo tale da ridurre al minimo la loro vulnerabilità nei confronti di una possibile esondazione, in particolare i piani seminterrati non dovranno essere abitabili e nelle zone morfologicamente più depresse gli edifici dovranno appoggiare su un rilevato.
Qualora le indagini di dettaglio evidenziassero la presenza di spessori significativi con scadenti caratteristiche geotecniche il tecnico estensore dell'indagine geologico tecnica dovrà valutare la possibilità o meno che ci si trovi nello scenario di pericolosità sismica Z2 rendendo necessario un approfondimento sismico di terzo livello.

Sottoclasse 3c – Area di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta (Cn)

Aree di conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetta da opere di difesa e di sistemazione a monte. I nuovi interventi dovranno essere supportati da uno studio idraulico di dettaglio a firma di professionista abilitato che valuti le condizioni idrauliche ed il relativo rischio delle opere previste. La progettazione delle opere dovrà comprendere anche eventuali accorgimenti tecnici localizzati in corrispondenza delle vie di accesso delle acque verso l'edificio (finestre a raso, bocche di lupo, soglia delle porte, accessi agli interrati etc..).
Queste aree sono soggette all'art. 9 comma 9 delle NTA del PAI.

Sottoclasse 3d – Area di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta (Cn) con obbligo di studio specifico

Oltre a quanto previsto per la sottoclasse 3c, per le aree ricadenti sulla conoide del Torrente Ravione- Pessolo, considerando anche la presenza della frana in località Fontane, si ritiene necessario che gli interventi di nuova edificazione siano preceduti da uno studio di dettaglio sulla conoide, redatto ai sensi dalla Dgr 8/1566/2005 e s.m.i.

Le aree ricomprese all'interno delle fasce B e C riportate sulla Carta di Fattibilità geologica, oltre alle norme relative alla sottoclasse di appartenenza, si applicano le NTA del PAI ed in particolare:

- Aree comprese all'interno della fascia B del PAI: aree in fregio al F. Adda comprese all'interno della fascia B del PAI ed esterne al centro edificato. In tali aree si applicano gli artt. 30, 38, 38 bis, 38 ter, 39 e 41 delle NTA del PAI.
- Aree comprese all'interno della fascia C del PAI: sono soggette anche alle NTA del PAI (art. 31).

Per gli interventi ricadenti all'interno delle fasce B del PAI i progetti andranno accompagnati da apposita relazione idrologica-idraulica a firma di tecnico competente in materia, redatta sulla base della direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" approvata con deliberazione del 11 Maggio 1999 n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, ed alle sue successive modifiche ed integrazioni.

Dal punto di vista sismico gli edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) nelle aree in classe 3 dovranno esser corredati da:

- Indagine sismica con approfondimento di secondo livello redatto ai sensi dell'allegato 5 della Dgr 8/7374/2008 ed eventuale terzo livello, per le zone Z3 e Z4 (vedi Carta della Pericolosità sismica locale).
- Indagine sismica con approfondimento di terzo livello per costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani, in presenza di scenari Z3.
- Nel caso di scenari Z5 le nuove opere andranno posizione su terreno di fondazione omogeneo.
- Indagine sismica con approfondimento di terzo livello per le zone Z1 e Z2.

Per quanto riguarda altri vincoli eventualmente presenti nelle aree in classe 3 si precisa che:

- Per gli ambiti di trasformazione da industriale a residenziale, dovrà essere eseguita un'indagine preliminare secondo le modalità attualmente previste dall'art. 242 del D.Lgs. 152/06 sulle matrici ambientali. Tale indagine sarà finalizzata alla verifica del rispetto delle concentrazioni relative alle soglie di contaminazione indicate nella Tabella 1, colonna A, dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/06.
- Per le aree ricadenti all'interno della zona di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi ad uso acquedotti stico le attività consentite e vietate sono normate dalla D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 - Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto e dal D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 – Norme in materia ambientale – Art. 94 - Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.
- Per quanto riguarda la regolamentazione delle attività sui corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto si rimanda al Regolamento Comunale di Polizia Idraulica (D.g.r. 7/7868 del 25-01-2002 e successive modifiche).

11.2.3. Classe 2 – fattibilità con modeste limitazioni

Si tratta delle restanti aree per le quali nel territorio comunale in questione non sono state rilevate criticità di natura geologica-geomorfologica ed idrogeologica tali da essere inserite nelle classi precedenti.
In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate modeste condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni e/o all'utilizzo a scopi edificatori che possono essere superate mediante approfondimenti geologico-tecnici o idraulici.

Le modifiche delle destinazioni d'uso e/o a scopo edificatorio dei terreni che ricadono nella classe 2 dovranno essere supportate da una indagine idro-geomorfologica riguardante la fattibilità geologica dell'intervento.
La successiva progettazione edificatoria dovrà essere supportata da specifica relazione geotecnica-sismica contenente i parametri necessari all'edificazione.

Dal punto di vista sismico gli edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) nelle aree in classe 2 dovranno esser corredati da:

- Indagine sismica con approfondimento di secondo livello redatto ai sensi dell'allegato 5 della Dgr 8/7374/2008 ed eventuale terzo livello, per le zone Z3 e Z4 (vedi Carta della Pericolosità sismica locale).
- Indagine sismica con approfondimento di terzo livello per costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani, in presenza di scenari Z3.
- Nel caso di scenari Z5 le nuove opere andranno posizione su terreno di fondazione omogeneo.
- Indagine sismica con approfondimento di terzo livello per le zone Z1 e Z2.

Per quanto riguarda altri vincoli eventualmente presenti nelle aree in classe 2 si precisa che:

- Per gli ambiti di trasformazione da industriale a residenziale, dovrà essere eseguita un'indagine preliminare secondo le modalità attualmente previste dall'art. 242 del D.Lgs. 152/06 sulle matrici ambientali. Tale indagine sarà finalizzata alla verifica del rispetto delle concentrazioni relative alle soglie di contaminazione indicate nella Tabella 1, colonna A, dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/06.
- Per le aree ricadenti all'interno della zona di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi ad uso acquedotti stico le attività consentite e vietate sono normate dalla D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 - Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto e dal D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 – Norme in materia ambientale –

Art. 94 - Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.

- Per quanto riguarda la regolamentazione delle attività sui corsi d'acqua e nelle relative fasce di rispetto si rimanda al Regolamento Comunale di Polizia Idraulica (D.g.r. 7/7868 del 25-01-2002 e successive modifiche).

11.2.4. Aree soggette a fenomeni valanghivi.

Sono soggette a tale articolo le aree riportate con sovra- retino "barrato nero sulla carta di fattibilità geologica per le azioni di piano". Rientrano in tale classe le aree aree storicamente interessate da valanghe, tratte dal sistema informativo regionale (SIRVAL) e dallo studio geologico precedente.
Vista la periodicità del fenomeno alcune trasformazioni d'suo del suolo potrebbero risultare compatibili con gli elementi a rischio e con la vulnerabilità dell'area.
I progetti di trasformazioni d'uso del suolo dovranno essere accompagnati da apposita relazione nivologica redatta ai sensi dell'allegato 3 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità da valanga" della D.g.r. n. 7374/2008.
Nel caso l'indagine preveda la realizzazione di opere di difesa, il rilascio della concessione sarà subordinato all'esecuzione di tali interventi.
Ad avvenuta esecuzione degli interventi di difesa previsti dovrà essere prodotta al comune idonea attestazione da parte di professionista abilitato.
In assenze di tale studio in tali aree vige il divieto di nuova edificazione, ad esclusione di quanto previsto in classe 4.

Febbraio 2011

Dott. Geol. Guglielmo Confortola

Dott. Geol. Massimo Marella

ALLEGATO 01 – SCHEDA FRANA LOCALITA' FONTANE