

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

**DOCUMENTO DI PIANO
PROGETTO**

RELAZIONE COMPONENTE GEOLOGICA

1.2

Indice

1. Aggiornamento della componente sismica dello studio geologico comunale	2
2. Zonazione sismica del territorio comunale	4
3. Livelli di approfondimento e fasi di applicazione	5
1° Livello.....	5
2° Livello	7
4.1 Amplificazione litologica (Scenari Z4).....	8
4.2 Amplificazione topografica/morfologica (Scenari Z3).....	9
4.0 2° Livello - Determinazione di Fa (Fattore di Amplificazione Sismica locale)	16
4.1 Amplificazione topografica/morfologica (Scenario Z3a).....	16
5. Norme tecniche di attuazione per le costruzioni sul territorio comunale di cenate sopra (Bg) – Zona sismica 3 –	20
6. Carta dei vincoli.....	24
7. Carta di sintesi.....	25
8. Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano.....	25
8.1 Criteri classificativi delle aree e zonazione del comune.....	25

Allegati

Schede sismiche

Profilo geofisico

1. Aggiornamento della componente sismica dello studio geologico comunale

Il Comune di Cenate Sopra (Bg) è dotato di studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale, redatto coerentemente con le disposizioni tecniche e normative stabilite dalla L.R. 41/97 e dalle relative D.G.R. applicative ed approvato in tal senso dai competenti Uffici Regionali.

La Legge Regionale 11 marzo 2005, n.12 “Legge per il governo del territorio” ha abrogato la precedente l.r. 24 novembre 1997 n° 41, e le relative D.G.R. applicative: le d.g.r. n. 5/36147 del 18 maggio 1993, n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n.7/6645 del 29 ottobre 2001, che hanno costituito, sino ad ora, gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni. La Regione Lombardia, in ottemperanza all’art. 57 della L.R. 12/2005, ha approvato, con D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, le nuove linee guida per la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l’assetto geologico, geomorfologico e con le condizioni di sismicità del territorio a scala comunale. I criteri contenuti nella D.G.R. perfezionano le precedenti direttive in materia, dettate dalle citate deliberazioni della Giunta Regionale e puntualizzano, in particolare, gli aspetti del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale secondo l’O.P.C.M. 3274 e secondo il d.m. 14 settembre 2005 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Antecedentemente al 1998 il territorio comunale di cenate sopra (Bg), non era classificato come comune “sismico”, le successive revisioni operate dal G.d.L., nel 1998, ha inserito il territorio comunale in sismicità III; la recente O.P.C.M. 3274, ha confermato le revisioni, classificando il territorio comunale di cenate sopra in Zona Sismica 3:

Codice Istat	Denominazione	Categoria secondo classificazione precedente (1988)	Categoria secondo la proposta Gdl 1998	Zona simica attuale
016068	Cenate sopra	N.C.	III	3

In base alla Classe Sismica del territorio comunale vengono attribuiti valori dell’accelerazione sismica attesa, secondo quanto riportato nella seguente tabella:

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

La D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005 stabilisce che tutti i Comuni “sono tenuti ad aggiornare i propri studi geologici ai sensi della direttiva, relativamente alla componente sismica (in linea con le disposizioni nazionali introdotte dall’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, da cui scaturiscono le nuove classificazioni sismiche del territorio su base comunale).

Il presente documento si propone quindi quale aggiornamento dello Studio Geologico precedentemente redatto ai sensi della L.R. 41/97, relativamente alla componente sismica del territorio comunale di cenate sopra, in ottemperanza alle nuove norme vigenti.

Nel dettaglio, le cartografie prodotte a corredo della presente relazione sono le seguenti:

• Tav. C.1 Analisi: Carta di Pericolosità Sismica di 1°Livello	Scala 1:5000
• Tav. C.2 Analisi: Carta della dinamica geomorfologica	Scala 1:5000
• Tav. C.3 Analisi: P.A.I.	Scala 1:10000
• Tav. 2.3 Progetto: Carta dei Vincoli	Scala 1: 5000
• Tav. 3.1 Progetto: Carta di fattibilità geologica	Scala 1:5000
• Tav. 3.2 Progetto: Carta di Sintesi	Scala 1:5000

Il presente documento e le cartografie allegate, che ne costituiscono parte integrante, aggiornano a tutti gli effetti della norma, lo studio geologico a supporto della Variante Generale al Piano Regolatore Generale, redatto ai sensi della L.R. n° 41/97 e della D.G.R. n° 7/6645 e del relativo allegato 5.

2. Zonazione sismica del territorio comunale

Lo studio per zonazione sismica del territorio comunale, così come indicato nell’Allegato 5

della d.g.r. n. 8/1566 del 22/12/2005, prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente.

Le procedure da seguire ed i livelli di approfondimento da adottare sono riportati, in funzione della Zona sismica di appartenenza e della fase progettuale, nella seguente tabella:

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 F_a 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 F_a calcolato > valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici rilevanti

I primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza,) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse. **Il livello 3° è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.**

3. Livelli di approfondimento e fasi di applicazione

1° Livello

Il 1° livello si basa su un approccio qualitativo e comporta la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL), direttamente derivata dai dati contenuti nelle carte di inquadramento geologico-geomorfologico del territorio comunale. La raccolta sistematica di osservazione sui diversi effetti prodotti dai terremoti in funzione di parametri geologici, topografici e geotecnici, ha permesso di definire un numero limitato di situazioni tipo (scenari di pericolosità sismica locale) in grado di determinare gli effetti sismici locali. Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area (quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte, e che sono state oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.). Il 1° livello è obbligatorio per tutti i comuni ed è esteso a tutto il territorio comunale. Nel caso specifico, oltre alle conoscenze del territorio e alla mole di dati geotecnici e stratigrafici disponibili opportunamente elaborati, è stato possibile realizzare uno stendimento di sismica rifrazione con lo scopo di valutare l'andamento delle onde di taglio Vs nei primi trenta metri di superficie. Lo studio è consistito quindi nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento (carta geologica, carta geomorfologica, ecc. dello studio geologico a supporto del PRG) e nella redazione di un'apposita cartografia (a scala 1: 5.000), rappresentata dalla **Carta della pericolosità sismica locale**, derivata dalle precedenti carte di base, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, in grado di determinare gli effetti di amplificazione sismica locale.

Gli scenari di pericolosità sismica locale proposti dalla normativa vigente, ed i relativi effetti, sono illustrati nella tabella sottostante:

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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 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

Dal punto di vista degli scenari di pericolosità sismica locale, per il territorio comunale di cenate sopra, sono stati considerati gli scenari riportati nella tabella seguente, in grado di rappresentare tutte le possibili condizioni potenzialmente in grado di determinare fenomeni di amplificazione, riconosciute sul territorio:

Sigla	Scenario pericolosità sismica locale	Effetti	Ambiti di applicazione
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	Amplificazioni topografiche	Culminazioni di cresta nella parte più elevata del territorio
Z4a	zone di fondovalle/pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	Area di fondovalle, in fregio al lago, con presenza di sedimenti alluvionali prevalentemente granulari
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre		Area con presenza di sedimenti alluvionali/detritici da porre in relazione a conoidi alluvionali
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)		Aree con presenza di coltri moreniche lungo i versanti

Gli aggiornamenti proposti e le relative cartografie di 2° livello, seguono i riferimenti normativi della Regione Lombardia che prevede i seguenti livelli di approfondimento:

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

Pertanto per i comuni in Zona Sismica 3, è obbligatorio il 1° Livello di approfondimento, mediante la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale, estesa a tutto il territorio comunale.

Il 2° Livello è obbligatorio, in fase di pianificazione, solo per le Zone Z3 e Z4 e solo per le aree interferenti con il centro abitato e/o edificabili.

Nel caso specifico di cenate sopra il 2° Livello è stato applicato solo alle Zone Z3 e Z4 che interessano l'urbanizzato e/o il centro abitato.

La distribuzione geografica degli scenari suscettibili di amplificazioni litologiche/geometriche è evidenziata nella Carta della Pericolosità Sismica Locale.

Essa rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento, relativi esclusivamente agli scenari Z3 e Z4, suscettibili di amplificazione sismica.

2° Livello

Il 2° livello, implementato in presenza dello scenario Z4 e Z3 (amplificazioni litologiche e topografiche), si basa su metodi quantitativi semplificati, che prevedono il confronto tra un fattore di amplificazione sismica locale (Fa) e un valore soglia calcolato per ciascun comune.

Il 2° livello, per i comuni classificati in Zona Sismica 3, è obbligatorio solo per le aree edificate e/o edificabili.

4.1 Amplificazione litologica (Scenari Z4)

Per le procedure semplificate di questo livello è richiesta la conoscenza di alcuni parametri geofisici (andamento delle velocità delle onde di taglio (V_s) con la profondità; spessore e V_s di ogni unità geofisica) necessari alla definizione del modello geofisico del sottosuolo.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle V_s con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento.

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di V_s con la profondità; in particolare si è verificato l'andamento delle V_s con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di V_s inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2.

All'interno della scheda di valutazione è stata scelta, in funzione della profondità e della velocità V_s dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule) e nell'intervallo 0.5-1.5 s (unica curva e relativa formula), in base al valore del periodo proprio del sito T^1 .

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

1

ove h_i e V_{si} sono lo spessore e la velocità dello strato i -esimo del modello.

Il valore di F_a determinato è stato approssimato alla prima cifra decimale ed è utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

4.2 Amplificazione topografica/morfologica (Scenari Z3)

La procedura semplificata è valida per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo – cigli di scarpata (Z3a e Z3b); il rilievo è stato identificato sulla base di cartografia CTR a scala 1:10.000 e la larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche: sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H). Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una V_s maggiore o uguale ad 800 m/s.

Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni:

3. rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);
4. rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno $1/3$ della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a 10° (cresta arrotondata).

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- larghezza alla base del rilievo L ;
- larghezza in cresta del rilievo l ;
- dislivello altimetrico massimo H e dislivello altimetrico minimo h dei versanti;
- coefficiente di forma H/L .

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5

s, in base al valore del coefficiente di forma H/L.

Il valore di Fa determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta l, mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

I valori di Fa così ottenuti dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di Fa ottenuti dalla scheda di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zone 2, 3 e 4) e per suolo di tipo A ($V_s \leq 800$ m/s) e per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati della Regione Lombardia e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	B	C	D	E
Cenate sopra	3	1,5	1,9	2,3	2,0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s					
		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	B	C	D	E
Cenate sopra	3	1,7	2,4	4,3	3,1

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di Fa con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

1. il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
2. il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

5. Classificazione sismica dei terreni nel Comune di Cenate Sopra

Sulla scorta delle precedenti indicazioni, è stata condotta l'analisi dei dati litologici, stratigrafici e geofisici, disponibili per il territorio comunale di Cenate Sopra, al fine di pervenire alla classificazione sismica dei terreni e per consentire le successive elaborazioni per definire i valori del fattore di amplificazione sismica locale F_a .

Dall'analisi delle sezioni stratigrafiche disponibili per il territorio comunale, nonché dai dati forniti dalle indagini geotecniche in sito, messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale, è stato possibile stimare, attraverso metodi indiretti di conversione, la velocità delle onde S e sono stati ricavati gli andamenti principali dei depositi, sciolti granulari, che caratterizzano il sottosuolo indagato.

Oltre alla raccolta dei dati geotecnici è stato anche possibile effettuare indagini dirette in sito, utilizzando metodologie geofisiche. In particolare è stata realizzata una linea sismica a rifrazione, collocata da cui è stato possibile ricostruire una sezione bidimensionale che esprime l'andamento delle V_{s30} richieste dalla normativa. La definizione delle V_{s30} e il metodo con il quale si sono determinate, rappresentano i parametri fondamentali di ingresso per le determinazioni del fattore di amplificazione secondo i diversi scenari.

Per la ricostruzione delle sezioni stratigrafiche del territorio comunale, come già ricordato, si è fatto riferimento ai dati di bibliografia, relativi a numerose indagini geotecniche eseguite sul territorio, di supporto alla realizzazione di opere edilizie e ad interventi più generali sul territorio.

Se dal punto di vista topografico/morfologico, la situazione risulta abbastanza semplice e pertanto non si sono individuati scenari di possibile amplificazione, diversamente per gli

scenari Z4 che sono stati individuati lungo l'abitato comunale si sono applicate le schede previste per il 2° livello di approfondimento; per necessità di sintesi si è dovuta operare una semplificazione nell'individuazione delle tipologie da inquadrare secondo gli scenari di pericolosità sismica locale.

Sono comunque state riconosciute zone di ciglio di scarpata/terrazzo e zone di creste rocciose/cocuzzolo con morfologie appuntite/arrotondate, il cui impatto con l'abitato e le strutture antropiche risulta presso ché modesto o assente.

Gli scenari litologici rappresentano invece un grado di maggiore complessità: l'ambito urbanizzato comunale poggia infatti su un substrato variamente organizzato che a partire dai settori di raccordo con il fianco collinare, si caratterizzano per litologie eluvio-colluviali con argille, limose e ciottoli, per poi variare verso sud a litologie più fini argilloso-ghiaiose, con la frazione ghiaiosa maggiormente diffusa.

Il settore a valle occupato dalle ultime propaggini dell'abitato, si interdigita con la fascia più prossima al corso del Tadone.

Localmente tali litologie si possono trovare in condizioni scadenti o comunque, per ciò che attiene alle litologie ghiaiose, scarsamente addensate.

Dalle sezioni stratigrafiche/geotecniche ricavate e dalle relative correlazioni empiriche per la stima dei parametri geofisici, è stato ricavato il parametro Vs30 (velocità media nei primi 30 m di sottosuolo), variabile da 360 a circa 800 m/s e colloca i terreni in categoria tra B e D dei suoli di fondazione secondo la distinzione indicata dal O.P.C.M. 3274/03. In ragione di tali evidenze si può ritenere che i terreni di sottofondo del territorio comunale di Cenate Sopra sia classificabili, dal punto di vista sismico, come terreni:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (Nspt>50 o coesione non drenata >250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da

	valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{sp} < 50$, $70 < cu < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{sp} < 15$, $cu < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di Vs30 simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E. Sulla base delle informazioni raccolte, il territorio comunale è classificabile cautelativamente secondo tre **Classe B e C per alcuni settori del fondovalle e per la fascia pedemontana; come Classe A per la rimanente porzione del territorio.**

6.0 Caratterizzazione geotecnica qualitativa dei terreni

I dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di 2° livello sono stati desunti principalmente dalle numerose stratigrafie di trincee esplorative/scavi eseguite sia sul territorio comunale di Cenate Sopra, sia in comuni limitrofi, nonché sulla base di numerose indagini geotecniche in sito che hanno interessato gli orizzonti superficiali del suolo (indicativamente inferiori ai 10 m da p.c.).

I dati geofisici sono invece stati ottenuti attraverso relazioni empiriche di correlazione con i dati stratigrafici e geotecnici, e attraverso indagini dirette. Quest'ultime sono dettagliatamente descritte nell'apposito allegato.

Il grado di attendibilità per ciascuna tipologia di dato utilizzato è rappresentato nella seguente tabella:

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi/stratigrafie pozzi)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

L'analisi dei dati geotecnici e geofisici disponibili ha permesso di suddividere i depositi superficiali che ricadono nel territorio comunale in unità definite e di distinguere, al loro interno, litofacies omogenee dal punto di vista litologico.

E' stato dunque possibile associare, sia pure in modo qualitativo, alcuni parametri geotecnici indicativi alle diverse litofacies operando una distinzione in 3 ambiti di seguito descritti:

Depositi di versante – depositi eluvio/colluviali - Si tratta di depositi costituiti da limi, argille e limi sabbiosi con matrice da sabbiosa a limoso sabbiosa, a comportamento coesivo.

Sono distribuiti lungo la fascia di raccordo tra i rilievi e le prime propaggini del fondovalle pianeggiante, partendo dai fianchi, lungo le aste torrentizie della Val Calchera e Sant'Ambrogio comprendendo le zone di raccordo dell'abitato comunale, fino al settore occidentale nella zona della Val Predina. In generale possono essere ritenuti terreni di discreta qualità geotecnica, con valori di modulo elastico intermedi, anche se localmente possono presentare caratteristiche mediocri. Anche per tali sedimenti sono possibili correlazioni con i dati stratigrafici/geofisici, sulla base di trincee esplorative, scassi stradali, scavi per fondazioni e indagini geotecniche in sito.

Tali depositi, che poggiano alla base su ammassi rocciosi, tendenzialmente appartenenti alle Unità Cretaciche, piuttosto erodibili sono caratterizzati per lo più da debole spessore, inferiore ai 10 m per i depositi di versante ed inferiori ai 5m per i depositi eluviali.

Depositi alluvionali

I depositi in questione vengono considerati una particolare categoria, caratterizzata da litotipi prevalentemente fini con matrice ghiaiosa, caratterizzati da scadenti proprietà geotecniche, coesione intermedia e modulo elastico medio-basso.

I depositi descritti sono diffusi nelle aree comprese tra località Casco, lungo la sinistra idrografica del Tadone sono il frutto di una dinamica deposizionale complessa scaturita dall'interdigitarsi delle aree di deposizione del torrente e dei conoidi di deiezione, su cui si imposta il nucleo abitato.

Alla luce dei dati raccolti si è ritenuto indispensabile istituire una categoria a se che consenta di distinguere tali livelli e la loro distribuzione areale con conseguenti riflessi nella classificazione dei suoli dal punto di vista sismico.

Per tali livelli si è adottata una classificazione del suolo corrispondente alla categoria B.

Depositi alluvionali/detritici: I depositi superficiali, riferibili alle alluvioni presenti sul territorio comunale rappresentano sostanzialmente le coltri terrigene quaternarie complessivamente individuabili sul territorio comunale; sono pertanto stati associati, anche per analogia nelle caratteristiche granulometriche e geotecniche, ai depositi detritici e di conoide. Sono terreni con componente clastica variabile, spesso prevalente e una matrice a tessitura limosa e sabbiosa e, solo subordinatamente, argillosa. Si tratta di sedimenti dotati di buone proprietà meccaniche, dove in alcuni tratti la componente ghiaiosa è dominante. Sulla base delle indagini geotecniche disponibili è stato possibile procedere ad una correlazione con i dati geofisici attribuendo valori elevati sia per le Vs superficiali (mediamente attorno a 400 m/s), che per le Vs30 (comprese tra 530 e 740 m/s), tali da comportare l'attribuzione di tali terreni alla classe B dei suoli di fondazione, quella più elevata nell'ambito dei terreni non rocciosi.

Aree con ammassi rocciosi affioranti o sub affioranti:

Interessano le porzioni del territorio poste alle quote più elevate, lungo il fianco meridionale del Monte Misma.

In questo ambito è possibile distinguere gli affioramenti costituiti da unità Cretaciche, diffusi fino alle quote più elevate.

In generale comunque genericamente possibile attribuire a tali terreni una categoria di suolo di fondazione A.

4.0 2° Livello - Determinazione di Fa (Fattore di Amplificazione Sismica locale)

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e per quanto attiene alla pianificazione, si applica, per comuni inseriti in Zona Sismica 3, ai soli ambiti interferenti con l'edificato e/o edificabile.

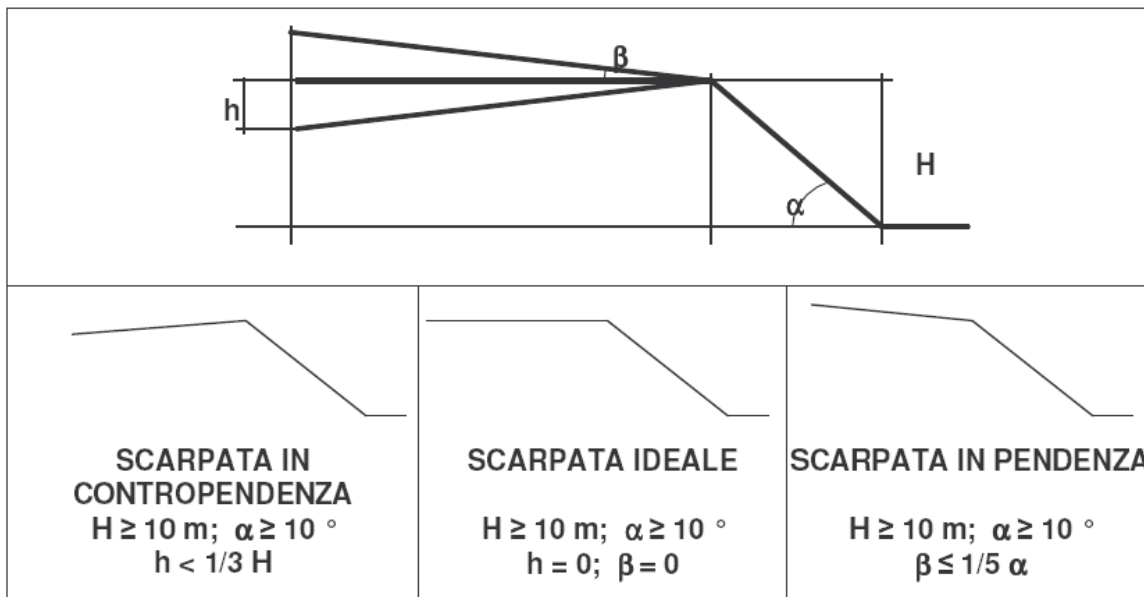
4.1 Amplificazione topografica/morfologica (Scenario Z3a)

In relazione all'amplificazione topografica, nell'ambito comunale è stato individuato lo scenario PSL Z3a, che riguarda le zone di ciglio (scarpata con parete subverticale, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica). La procedura per questo scenario è illustrata nell'integrazione all'Allegato 5 dei "Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005", scaricabile dal portale web della Regione Lombardia. Secondo l'allegato, sono da considerarsi scarpate le morfologie che soddisfano i seguenti criteri: criteri geometrici:

- H (distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale) > 10 m;
- inclinazione del fronte principale) 10°;
- l'estensione del fronte superiore (distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica) deve essere paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m e, se inclinato, deve rispondere

ai seguenti requisiti:

- scarpate in pendenza (pendenza concordante con quella del fronte principale);
- l'inclinazione (β) del fronte superiore deve essere $\leq 1/5 \alpha$
- scarpate in contropendenza (pendenza opposta a quello del fronte principale): il dislivello altimetrico minimo (h) deve essere $\leq 1/3H$.



Criteri litologici: attualmente il campo di validità della procedura è limitato a terreni di classe A (bedrock), identificati, secondo la definizione dell'O.P.C.M. n. 3274/03, sulla base dell'impronta sismica (V_s 800 m/s). Un'ulteriore limitazione della procedura deriva dal fatto che il suo campo di validità è limitato al periodo (T) 0,1 - 0,5 s, perché i risultati per l'intervallo 0,5 - 1,5 s appaiono eccessivamente influenzati dalla variabilità del moto di input e quindi non sufficientemente adatti a rappresentare in modo univoco la risposta sismica al sito. Nel territorio comunale gli elementi rispondenti, in prima approssimazione, ai criteri geometrici sono rappresentati oltre alle creste dei rilievi non direttamente interessate da pressione antropica, particolare attenzione è stata dedicata a località S. Maria, che rappresenta uno scenario tipico di cucuzzolo.

La procedura comporta il confronto tra i valori di H e α ottenuti per le varie tipologie di scarpata con una tabella che riporta, per classi altimetriche e di inclinazione, il valore di F_a di sito e l'estensione della relativa area di influenza (A_i), che indica l'ampiezza del settore

in prossimità del ciglio di scarpata in cui si risente maggiormente dei fenomeni di amplificazione sismica, secondo la tabella sotto indicata.

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di F_a	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Fig.4: Classi altimetriche in funzione dell'inclinazione

Le area oggetto di studio è collocata immediatamente a monte della scarpata che raccorda i terrazzi morenici del Comune di cenate sopra e il fondovalle del torrente . Si tratta pertanto di uno scenario di Pericolosità Sismica Locale che può essere soggetto ad effetti di amplificazione di tipo topografico.

Ambito urbanizzato-centro storico

La zona in esame è caratterizzata dalla presenza di terreni limo sabbiosi, che con la profondità tendono a divenire ghiaiosi e a migliorare progressivamente le proprietà geotecniche. Tale terreno poggia sul cappellaccio di alterazione del sottostante substrato resistente. Questo deposito superficiale è stato interpretato come materiale di origine colluviale (accumuli di materiali dilavati dai versanti) che hanno portato alla formazione del substrato attuale.

Sulla base di questi dati la stratigrafia dell'area in oggetto è verosimilmente data dalle seguenti tre unità litotecniche:

- *Strato 1*: deposito superficiale non consolidato avente uno spessore di circa 2 m
- *Strato 2*: deposito consolidato avente uno spessore di circa 5 m
- *Strato 3*: Cappellaccio di alterazione

Le Vs ottenute dall'indagine sismica effettuata hanno dato i seguenti risultati:

	Spessore (m)	Vs (m/s)
Strato 1	2	210-250
Strato 2	5	500-600
Strato 3	2	600-800

Sulla base della stratigrafia del territorio e dei valori di Vs ottenuti, li settori considerati sono classificabili nella categoria del suolo relativa al Profilo B "Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{spt} > 50$ o coesione non drenata > 250 kPa).".

Per effettuare il calcolo del Fattore di amplificazione delle aree, individuate come scenario di Pericolosità Sismica per la presenza di un conoide e di terreni limoso-sabbiosi con ghiaie, è stato necessario scegliere la scheda di riferimento, fra quelle riportate nell'Allegato 5 dalla DGR relative agli effetti litologici. La scheda che più si associa alla litologia dell'area in esame è quella "limoso -sabbiosi tipo 1" riportata in allegato.

Dopo averne verificato la validità in base all'andamento delle Vs con la profondità, è stato calcolato il valore del periodo proprio del sito T, utilizzando l'equazione proposta dalla normativa e considerando lo spessore di terreno oltre il quale la velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n Vs_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

il valore calcolato è **T= 0,08 s**

E' stata poi scelta, all'interno della scheda di valutazione, la curva più appropriata, in funzione della profondità e della velocità delle Vs: nel caso in esame è stata scelta la

curva 2 (verde). Considerando il periodo proprio del sito nell'intervallo 0,1-0,5 s (relativo a strutture basse, regolari e piuttosto rigide) dal grafico si ricava il **Fattore di amplificazione sismica $F_a = 1,15$**

Confrontando il valore di F_a ottenuto con il corrispondente valore di soglia calcolato dalla Regione Lombardia per il Comune di Cenate Sopra, per la categoria di suolo B e per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s, si osserva che il valore di F_a calcolato è inferiore al Valore di soglia (pari a 1,5). Si ha quindi che la normativa vigente è sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione sismica litologica. Quanto valutato con la procedura descritta per l'area in esame, è riportato nella tavola corrispondente.

5. Norme tecniche di attuazione per le costruzioni sul territorio comunale di cenate sopra (Bg) – Zona sismica 3 –

Per il territorio comunale di Cenate sopra, relativamente all'urbanizzato di fondovalle, il confronto tra i valori di F_a ottenuti dalla valutazione di 2° livello ed i valori di soglia, per gli scenari Z4, adottando quanto previsto dall'Allegato 5 dei "Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005" e delle relative integrazioni per gli effetti morfologici, ha consentito di verificare che: **i valori di F_a di sito sono inferiori a F_a soglia definito per il territorio in esame e per il tipo di suolo considerato, pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa e la classe sismica di appartenenza.**

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

Si evidenzia che sulla base dei risultati emersi per la valutazione degli effetti di sito di amplificazione sismica per tutte le condizioni geologiche e geomorfologiche considerate ed estrapolabili all'urbanizzato di Cenate Sopra (applicazione del 2 Livello) non sono emerse condizioni geologiche, strutturali e morfologiche che comportino un incremento del rischio sismico.

Si ritiene che il grado di attendibilità delle valutazioni eseguite, sulla base di dati geotecnici disponibili, sia MEDIO, secondo le indicazioni per la valutazione del grado di giudizio previste dalla normativa. Su tutto il territorio comunale, come previsto dalla suindicata normativa antisismica Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N. 3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", si dovrà prevedere l'applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 4.

Ne consegue che non sono necessarie ulteriori prescrizioni oltre quelle di legge; la normativa è da considerarsi sufficiente per determinati ambiti a tenere in considerazione anche possibili effetti di amplificazione litologica e morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla legislazione regionale e nazionale

Costituiscono parte integrante del presente aggiornamento la Carta della Pericolosità Sismica Locale e la Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano, con la sovrapposizione, con retino trasparente, della Pericolosità Sismica Locale.

Si fa presente che tale sovrapposizione non comporta un cambio di classe di fattibilità (che

rimane la stessa) ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dal d.m. 14 settembre 2005.

Per il Comune di Cenate Sopra compreso in classe 3, tali approfondimenti si rendono necessari solo nel caso in cui, nelle aree di Pericolosità locale Z3 e Z4.

1.3 Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po

Anche il Comune di Cenate Sopra risulta inserito nel Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, secondo il quale nell'ambito del territorio comunale vengono indicate alcune aree in dissesto, rappresentate nella documentazione inviata al Comune, "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – delimitazione delle aree in dissesto", scala 1:25.000.

La Regione Lombardia, nell'ambito di quanto disposto all'art.5, comma 2 delle citate NdA, ha il compito di emanare delle disposizioni concernenti l'attuazione del Piano (P.A.I.) nel settore urbanistico e conseguenti alle condizioni di dissesto delimitate nella cartografia dell'elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – allegato 4 – Delimitazioni delle aree di dissesto"; ciò è stato fatto con l'approvazione della Delibera di Giunta Regionale 11 dicembre 2001, n. 7/7365 "Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della Legge 18 maggio 1989 n. 183".

Il comune, dovendo adottare tali disposizioni negli strumenti urbanistici ed adeguarli in base all'art.18, comma 1, al fine di migliorare l'efficacia dell'azione di prevenzione, può adottare, in base all'art.18, commi 2 e 3, delle NdA del PAI, delle varianti urbanistiche che contengono delle proposte di aggiornamento all'elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – allegato 4 – Delimitazioni delle aree di dissesto".

Tali proposte devono essere il risultato di una verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto rilevate nella citata cartografia del Piano, attuata con analisi di dettaglio.

Le proposte di adeguamento adottate dal Comune devono essere redatte in base alle risultanze di uno studio geologico redatto ai sensi della l.r.41/97 (ora l.r. 12/2005), secondo gli standard metodologici contenuti nelle "Direttive regionali in attuazione dell'art.3 per lo studio geologico a supporto dei P.R.G." approvati con d.g.r. n.VII/6645 del 29/10/2001 ed

ora secondo quanto indicato nelle d.g.r. n. 1566/2005 e 7374/2008. In base all'art.6 della deliberazione di adozione del PAI (18/2001) la Regione trasmetterà all'Autorità di Bacino le proposte di aggiornamento dell'elaborato sopraccitato risultanti dalle varianti adottate secondo quanto sopra indicato.

Il presente studio, che ha per oggetto l'intero territorio comunale così come imposto già dalla l.r. 41/97, contiene dunque in sé anche la proposta di una nuova perimetrazione delle aree a rischio indicate nell'elaborato del PAI; quelle aree, cioè, che interferiscono più o meno direttamente con aree urbanizzate o comunque a maggiore fruizione antropica.

La Carta dei dissesti uniformata alla legenda PAI, redatta sulla base del presente studio, costituisce parte integrante dello studio geologico del territorio comunale, così come previsto dalla ex l.r. 41/97, dalla vigente l.r. 12/2005 e dai criteri di attuazione, nonché dalla "Direttiva PAI" citata.

Per quanto riguarda in particolare il **Quadro del dissesto regionale**, le analisi di terreno e la verifica della documentazione cartografica esistente (consistente sostanzialmente nelle tavole di PTCP, nella Cartografia Geoambientale) oltre ai , hanno portato ad una parziale revisione ed aggiornamento di alcune situazioni segnalate, di cui di seguito si fornisce un sommario resoconto. Tale aggiornamento ha naturalmente una importante ricaduta, combinando le tipologie dei dissesti con le classi di fattibilità all'interno degli schemi proposti nelle d.g.r. 1566/2005 e 7374/2008, sulla Carta di fattibilità finale.

Si propone dunque un aggiornamento del Quadro del dissesto regionale relativamente alle seguenti situazioni.

Aree in Via Valcalchera

In corrispondenza di via Valcachera lungo la destra orografica dell'omonima valle, il Quadro del dissesto regionale riporta una vasta area interessata da conoide attivo non protetto. Tale area comprende un settore già da tempo urbanizzato entro cui l'assetto litologico, rilevato direttamente sul terreno in occasione anche di precedenti lavori, è caratterizzato per gran parte da depositi eluviali e/o eluvio-colluviali, stabilizzati. Le osservazioni dirette su terreno si rilevano, in questa situazione, fenomeni franosi diffusi, se non alcune forme d'erosione superficiale o comunque possibili rischi

Si propone dunque una ridefinizione dell'area riportata nel Quadro dei dissesti, limitando il

settore interessato da "Conoide attivo" (Ca Nel PAI) dalla strada a poco prima de limite della scarpata che scende lungo la valle.

Conoide in loc. Sant.Ambrogio

In corrispondenza del raccordo tra l'area classificata a Conoide attivo e la strada comunale lungo la sinistra orografica una consistente porzione di versante è compresa nella classificazione di conoide non protetto. Il rilievo di terreno evidenzia in loco modesti spessori di coltre eluviale poggianti su substrato roccioso e comunque l'assetto morfologico di questo settore offre sufficienti garanzie circa la protezione da eventuali fenomeni alluvionali, pur tuttavia non escludendo eventuali opere di sistemazione del tratto torrentizio a valle.

Si propone dunque di limitare il settore di Conoide attivo (Ca nel P.a.i.) all'incirca in coincidenza con la fascia di rispetto del tratto di alveo.

Loc. Basletto- Loc. Casco

A valle di loc. Basletto lungo via Val Calchera il limite del Conoide attivo è stato leggermente arretrato a valle, analogamente lungo Via Provinciale all'altezza dell'incrocio con Via S.Ambrogio il limite tra aree di conoide attivo e protetto è stato rettificato e reso più armonico con la morfologia esistente. Le proposte di modifica delle situazioni descritte sono comunque da ritenersi marginali

6. Carta dei vincoli

La carta dei Vincoli (Scala 1:5000), in accordo con la D.G.R. N°8/1566, evidenzia le aree soggette a vincoli normativi di contenuto prettamente geologico presenti su tutto il territorio comunale.

Vincoli derivanti dalla pianificazione di Bacino ai sensi della L.183/89 in particolare:

- ATLANTE DEI RISCHI IDRAULICI E IDROGEOLOGICI PAI. Sono riportati settori di Frana attiva (Fa) quiescente (Fq).

trasporto in massa su conoidi : conoidi protette (Ca), attivo non protetto (Ca) con particolare riferimento ai settori di Val Calchera e Sant'Ambrogio

- VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA- D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868. Sulla base della suddetta normativa sono state individuate le fasce di rispetto per tutti i corsi d'acqua

presenti sul territorio comunale di cenate sopra appartenenti sia al Reticolo Minore (studi o approvato nel) , sia su quello principale (fasce definite in accordo con quanto previsto dal RD 523/1904). Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua hanno generalmente una larghezza di 10 metri per ogni sponda, compresi i tratti urbani incanalati.

- **AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE**, sono state riportate le aree di tutela assoluta e aree di rispetto. Per le aree in questione si è individuata una fascia di rispetto con criterio geometrico. L'efficacia di aree individuate con criterio idrogeologico-temporale diventerà efficace a seguito di rilascio autorizzativo dell'ente competente, l'assenza di tale atto impone altresì l'applicazione del criterio geometrico.

Le norme di tutela relative alle aree di rispetto e di tutela assoluta fanno riferimento alle disposizioni previste dal d.g.r. 10 aprile 2003, n. 7/12693 "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21 ,comma 6 e successive modificazioni.

7. Carta di sintesi

La carta di Sintesi redatta a Scala 1:5.000 su tutto il territorio comunale.

Per la delimitazione delle aree omogenee di pericolosità-vulnerabilità sono stati seguiti i criteri indicati nella direttiva, adattandoli alla realtà comunale ed integrandoli ove necessario con situazioni non specificate.

8. Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano

La carta di Fattibilità è redatta a Scala 1:5000 per l'ambito urbanizzato e per tutto il territorio comunale.

8.1 Criteri classificativi delle aree e zonazione del comune

La legge Regionale N°12/2005 e la successiva delibera di attuazione (dgr 871566 del 22/12/2005 impongono la suddivisione dell'area interessata da azioni di piano in quattro classi di fattibilità geologica, in seguito descritte

- Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni
- Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni
- Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni

Classe II – Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica.

Si ritiene che per tutte le aree di Classe II sulle quali è prevista una consistente modificazione della destinazione d'uso o la costruzione di nuovi insediamenti, debbano essere richieste da parte dell'Amministrazione Comunale indagini geologiche-geotecniche con diversi livelli di approfondimento a seconda della situazione locale; l'indagine geologico-geotecnica sarà comunque obbligatoria nel caso di P.I.I., P.I.P., piani urbanistici particolareggiati o attuativi in genere, strade, insediamenti industriali, opere pubbliche.

Tali indagini dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento, i mutui rapporti con la geologia, con la geomorfologia e l'idrogeologia del sito oltre al buon governo delle acque di scorrimento superficiale.

Si dovranno valutare pertanto le interferenze prodotte da eventuali scavi e/o riporti nei confronti della stabilità locale e generale del pendio ed in relazione al grado di permeabilità dei terreni, dovranno essere opportunamente valutati e dimensionati i sistemi di drenaggio, di raccolta e di smaltimento delle acque superficiali, facendo attenzione ad evitare lo scarico nel sottosuolo di agenti inquinanti.

Le suddette indagini, sulla base dell'entità dell'intervento e a discrezione del professionista incaricato, potranno essere costituite o da una semplice relazione geologica o richiedere specifici approfondimenti geotecnici attraverso l'effettuazione di prove penetrometriche in sito, sondaggi diretti, indagini geofisiche, analisi geostrutturali degli ammassi rocciosi potenzialmente instabili, ecc.; l'area di studio si dovrà estendere per un intorno significativo rispetto all'intervento edificatorio proposto.

In ogni caso, anche per interventi di piccola entità, l'Amministrazione Comunale potrà chiedere la relazione geologica se riterrà che l'intervento possa interferire

significativamente con edifici vicini o con le condizioni geologiche locali.

In particolare si ritiene opportuno, per la realizzazione di qualsiasi nuovo edificio, di mantenere una distanza di sicurezza di almeno 10 metri dal ciglio di scarpate morfologiche di qualsiasi origine se classificate in classe 3 ed almeno 20 metri dal ciglio di scarpate in classe 4.

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di cigli di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante che tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es: realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

Per quanto riguarda il territorio comunale di cenate sopra, nella Classe II ricadono tutte quelle aree poco acclivi presenti ai piedi dei versanti, i terrazzi morenici dove non si è evidenziata l'esistenza di particolari fenomeni di dissesto in atto.

Classe III – Fattibilità con consistenti limitazioni

La Classe III comprende zone in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno; in essa sono comprese aree acclivi potenzialmente soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico e fenomeni alluvionali con trasporto in massa, terreni con scarsa qualità geotecnica o potenziale instabilità, forme di degrado antropico.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto necessariamente subordinato alla realizzazione di **indagini dettagliate** finalizzate all'acquisizione di una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi specifici di varia natura (geologici, geofisici, idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici, ecc.).

Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le

tipologie costruttive più opportune, nonchè le necessarie opere di sistemazione e bonifica. Per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato. Potranno essere inoltre predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di indagini mirate all'acquisizione di una maggiore conoscenza geologico-tecnica, idrogeologica o idraulica dell'area e di un suo immediato intorno. Tale approfondimento tecnico dovrà essere attuato attraverso l'effettuazione di approfonditi studi geologici-geotecnici, idrogeologici e l'esecuzione di campagne geognostiche, prove di laboratorio, verifiche di stabilità, etc.

Nel caso di problematiche di tipo idraulico, gli studi saranno necessari non solo in corrispondenza dei principali corsi d'acqua, ma anche dei corsi d'acqua minori che nel passato hanno manifestato significative forme di dissesto.

Il risultato delle indagini condotte dovrà valutare la compatibilità dell'intervento edificatorio e la portata massima che esso può avere in relazione alle caratteristiche del sito.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.

Pur tenendo conto del fatto che *sarebbe opportuno limitare nuovi consistenti insediamenti nelle aree appartenenti alla Classe III*, si ribadisce naturalmente che in questo caso le relazioni geologiche e geologico-tecniche andranno eseguite sui nuovi fabbricati singoli e su tutti quegli interventi che presentano un significativo impatto sul territorio (es. viabilità, reti tecnologiche, ecc.).

Anche in questo caso si ritiene opportuno, nel caso della realizzazione di qualsiasi edificio, di mantenere una distanza di sicurezza di almeno 20 metri dal ciglio di scarpate in classe 4.

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di un ciglio di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante che tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es: realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box

e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

Per quanto riguarda il territorio comunale di Cenate Sopra la Classe III si è distinta in 4 sottoclassi per differenziare al meglio le peculiarità di rischio legate al territorio:

Classe IV – Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe ricadono tutte quelle aree per le quali la situazione di alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica della destinazione d'uso delle particelle.

In queste aree dovrà pertanto essere di norma esclusa qualsiasi nuova edificazione: potranno essere previste: la manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici esistenti, il restauro-risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia; per i quali saranno consentiti esclusivamente gli interventi così come definiti dall'**art. 27.1 della LR 12/05**, nonché piccoli ampliamenti funzionali all'edificio e puntualmente verificati.

Eventuali opere pubbliche e di interesse collettivo quali acquedotti, strade, fognature, ecc., oltre alle operazioni di manutenzione di piccole strutture non residenziali di supporto all'attività agricola che non prevedano la presenza continuativa di persone, dovranno essere valutate puntualmente.

A tal fine alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità pubblica, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. In questi casi, sulla base dei risultati emersi dall'indagine dovrà essere elaborato un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, di trattamento e/o miglioramento dei terreni. Il progetto dovrà tenere conto altresì di un programma di monitoraggio ambientale destinato a verificare gli effetti degli interventi eseguiti in relazione all'entità dell'opera.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.

Albino, Febbraio 2009

Dott. Geol. Andrea Gritti

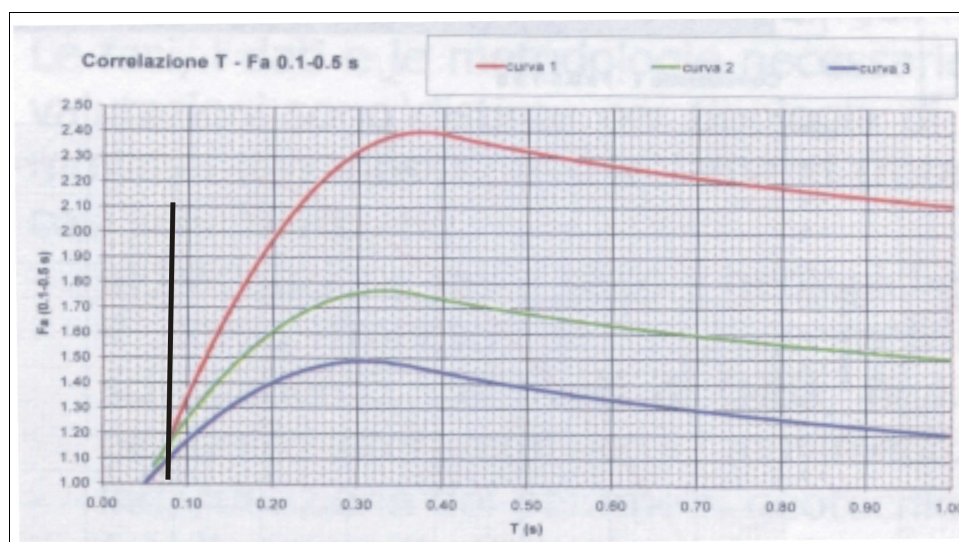
Iscrizione ordine dei Geologi della Lombardia N°146 1

Allegati Schede litologiche
Stratigrafia ambito urbanizzato- centro storico

	<i>Spessore (m)</i>	<i>Litologia</i>	<i>N_{DPHS}</i>	<i>V_s (m/s)</i>
STRATO 1	2	Limi sabbiosi	5	210
STRATO 2	5	Ghiaia in matrice limosa	8	500
STRATO 3	2	Roccia fratturata	50	600

Sulla base della stratigrafia del territorio e dei parametri ad essa associati, il terreno presente nelle aree su cui sorge il centro urbano è classificabile nella categoria di suolo relativa al Profilo B :*"Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30}, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (N_{spt}>50 o coesione non drenata >250 kPa)"*

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)} = 0,08$$



Fattore di Amplificazione Sismica = 1,15