



Comune di Tavernerio (CO)

+++++

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

+++++

**Studio Geologico Tecnico
del Territorio Comunale**

+++++

RELAZIONE GEOLOGICA

marzo 2013

INDICE

1. PREMESSA.....	Pag. 3
2. INFORMAZIONI E DATI DI CARATTERE BIBLIOGRAFICO.....	Pag. 4
3. GEOMORFOLOGIA, CLIVOMETRIA E IDROLOGIA SUPERFICIALE.....	Pag. 5
4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO	Pag. 8
5. CARATTERI IDROGEOLOGICI	Pag. 12
6. ELEMENTI METEO-CLIMATICI	Pag. 13
7. ESAME DI SINTESI DEL TERRITORIO (RISCHIO GEOLOGICO).....	Pag. 16
8. ZONIZZAZIONE SISMICA	Pag. 18
9. FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO.....	Pag. 24

ALLEGATI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

STRATIGRAFIE DEI POZZI

INDAGINI DI CAMPAGNA

1. PREMESSA

In conformità all'incarico conferito dall'Amministrazione Comunale di Tavernerio, si è proceduto alla definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, ai sensi dell'art. 57 della L.R. 12 marzo 2005, n. 12. La presente relazione rappresenta un aggiornamento dei precedenti lavori (eseguiti nel marzo 1987, per la stesura del Piano Regolatore Generale, e nel 2006 in seguito alle Modifiche d'ufficio approvate con D.G.R. n. VIII/000878 del 20.10.2005).

L'indagine, condotta secondo i criteri stabiliti dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 e dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 8/7374 del 28 maggio 2008, si è articolata nelle seguenti fasi:

- ricerca storica e bibliografica;
- effettuazione di rilievi di campagna mirati per l'aggiornamento, la verifica di dettaglio e l'integrazione dei dati acquisiti;
- elaborazione dei documenti cartografici di analisi, di sintesi e di fattibilità geologica, consistenti in:
 - carta geolitologica (Tav.1, scala 1: 10.000)
 - carta geomorfologica (Tav.2, scala 1: 10.000)
 - carta dell'idrologia superficiale (Tav.3, scala 1: 10.000)
 - carta con ubicazione pozzi e sondaggi (Tav.4, scala 1: 10.000)
 - carta di sintesi (Tav.5, scala 1: 10.000)
 - carta dei vincoli (Tav.6, scala 1: 5.000)
 - carta dei dissesti con legenda uniformata PAI (Tav.7, scala 1: 10.000)
 - carta di fattibilità geologica per le azioni di piano (Tav.8, scala 1: 5.000)
 - carta di fattibilità geologica per le azioni di piano su CTR (Tav.8.2, scala 10.000)
 - carta della pericolosità sismica locale (Tav.9, scala 1: 5.000)
- stesura della presente relazione geologica generale, con illustrazione dei documenti cartografici
- definizione delle Norme geologiche di Piano.

Le basi topografiche utilizzate per la predisposizione della cartografia tematica sono costituite da:

- Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (sezioni B4b4 e B4b5);
- Rilievo aerofotogrammetrico del territorio comunale effettuato, nell'anno 2012, dalla comunità Montana in scala 1:5.000.

2. INFORMAZIONI E DATI DI CARATTERE BIBLIOGRAFICO

Nelle fasi preliminari dello studio, è stata effettuata una ricerca bibliografica relativa al territorio in esame utilizzando i canali informatici e, in particolare, il portale della Regione Lombardia.

In secondo luogo, sono stati consultati i lavori di carattere geologico, geotecnico e idrogeologico disponibili negli archivi comunali.

La ricerca della documentazione relativa a dati bibliografici ha avuto inizio dalla consultazione delle informazioni disponibili online sul portale della **Regione Lombardia**, nel quale possono essere reperite numerose informazioni derivanti da progetti e studi di vario genere.

Nello specifico, per il territorio di studio, si tratta di:

CARTOGRAFIA E DATI RELATIVI AL PROGETTO IFFI – INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI

Si tratta di un portale che permette di visualizzare un inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici inserendo il nome del Comune interessato. Il sistema consente di visualizzare l'ubicazione della frana/dissesto idrogeologico e di scaricare alcuni dati di caratterizzazione del fenomeno.

CARTOGRAFIA E DATI RELATIVI A STUDI GEOLOGICI COMUNALI

Si tratta di un database che permette la consultazione del mosaico dei dissesti PAI (frane e dissesti idrogeologici) già inseriti in rete.

La ricerca è stata successivamente estesa alla consultazione del database relativo alla "*Carta inventario delle frane e dei dissesti*", sviluppato a cura della **Provincia di Como**.

Tale database comprende una serie di schede nelle quali ogni evento, distinto con un numero di riferimento progressivo, è ubicato sulla cartografia tecnica della

Regione Lombardia mediante coordinate Gauss-Boaga. Nelle schede sono riportate anche una sintetica descrizione dell'evento, le cause scatenanti ed i tipi di danni verificatisi.

Sono state inoltre consultate diverse pubblicazioni di carattere scientifico, di cui si riporta di seguito la bibliografia completa.

- Belloni S. (1975): *"Il clima delle province di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici"*.
- Orombelli G. (1983): *Il Pleistocene superiore in Italia: i depositi glaciali.* – Geogr. Fis. Dinam. Quatern. 6, 179-180.
- Gianotti R., Perotti C.R. (1986): *Introduzione alla tettonica strutturale delle Alpi lariane.* In: Atti del convegno sul tema "Geologia lariana", Varenna 1-5 Aprile 1986.
- Bini A. (1987): *L'apparato glaciale wurmiano di Como.* Tesi di dottorato di ricerca - Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Scienze della Terra.
- Bini A., Felber M., Pomicino N., Zuccoli L. (1996): *La massima estensione dei ghiacciai (MEG) nel territorio compreso tra il lago di Como, il lago Maggiore e le rispettive zone di anfiteatro.* Geol. Insubr. 1/1+2, pp.65-77.
- Simone Belli, Francesco Mi, Giovanni Bartesaghi: *Analisi dei dati meteorologici della Provincia di Como,* (Punto Energia Como, 2004).

3. GEOMORFOLOGIA, CLIVOMETRIA ED IDROLOGIA SUPERFICIALE

Il territorio comunale di Tavernerio è situato ad est di Corno e confina con i comuni di Como, Montorfano, Albese con Cassano, Lipomo, Carnago Volta e Faggeto Lario.

La superficie comunale si estende su 11,97 chilometri quadrati e può essere divisa in due zone con caratteri morfologici diversi:

- a nord una zona rilevata, costituente un sistema montuoso interposto tra due valli principali con andamento est-ovest;
- a sud una zona pedemontana sub pianeggiante incisa dalla valle del Torrente

Cosia.

Il raccordo tra le due aree si realizza attraverso versanti con pendenza variabile, spesso colonizzati da vegetazione boschiva, solcati da alcune valli sub parallele con andamento nord-sud.

L'altezza della zona montuosa varia da circa 450 a oltre 1000 m, mentre nella zona pedemontana le quote si mantengono, mediamente, attorno ai 400 metri.

La massima concentrazione urbana si verifica in corrispondenza degli abitati di Tavernerio, di Solzago e di Ponzate, che sono situati al margine meridionale dei pendii montuosi. L'abitato di Tavernerio si estende parzialmente nell'area sub-pianeggiante.

Il crinale che delimita a Nord il territorio e che decorre da San Maurizio al Monte Bollettone, costituisce lo spartiacque del bacino idrografico principale del Torrente Cosia.

In direzione perpendicolare a questo crinale sono situati alcuni spartiacque secondari, costituiti da dossi, che da quote di circa 900-950 metri degradano verso sud. Tali spartiacque delimitano quattro solchi vallivi principali paralleli: le valli di Ponzate, di Solzago, Piattellina e di Tavernerio. Tra la valle Piattellina e quella di Tavernerio sono riconoscibili alcuni solchi torrentizi di minore rilevanza. La simmetria della sezione di queste valli può essere correlata alla giacitura degli strati che in generale conservano un'immersione verso sud, concordante con l'asse di valle.

L'**idrografia superficiale** del territorio comunale è caratterizzata dalla presenza di bacini idrografici secondari, che costituiscono la destra orografica del bacino del Torrente Cosia.

La zona di sorgente del Cosia è situata a circa 1100 m di quota a sud della vetta del Monte Bollettone. La prima parte del torrente ha andamento nord-sud; successivamente a nord di Albese si ha una brusca deviazione verso ovest, direzione che il Cosia conserva fino alla sua confluenza nel Lago di Como.

In questo tratto si ha un'alimentazione del torrente da parte dei tributari laterali che scorrono nei solchi vallivi a cui si è accennato in precedenza.

La rete idrografica è di tipo dendritico, con tronchi fluviali principali che ricevono

apporti da numerosi affluenti laterali. Tale rete ha complessivamente un carattere torrentizio, cioè molti corsi d'acqua sono attivi solo nei periodi di massima piovosità e rimangono in secca durante l'estate.

A volte alcuni tratti dell'alveo del Cosia sono poveri d'acqua o vanno in secca completa, probabilmente a causa dell'esistenza di fenomeni carsici nell'ambito del massiccio calcareo in cui scorre il torrente. Il fenomeno si verifica in particolare lungo il primo tratto orizzontale successivo al percorso iniziale N-S. Sia la valle del Cosia che le valli laterali hanno un caratteristico profilo a "V" che testimonia un tipo di erosione esclusivamente fluviale; ciò comporta la presenza di pendenze generalmente elevate sui fianchi vallivi.

Nella parte settentrionale dell'area in esame sono presenti sorgenti, legate principalmente a fenomeni carsici o a fratture localizzate in presenza di dislocazioni. Si tratta di manifestazioni sorgive di scarsa portata e di modesta importanza dal punto di vista dell'utilizzazione a scopo idropotabile.

Nell'ambito del territorio comunale si rilevano fasce di terreno con elevato grado di **acclività** sia in corrispondenza di alcuni fianchi vallivi, sia nella zona pedemontana.

Nel territorio in esame sono presenti orli di erosione accelerata lungo la valle di Ponzate ed in corrispondenza delle cave di Solzago; lungo il Cosia sono evidenti fenomeni di erosione laterale del corso d'acqua.

Nel territorio di Tavernerio l'attività glaciale in passato è stata rilevante; infatti, testimonianze dirette di tale attività si rinvennero sotto forma di cordoni morenici che descrivono nell'area rilevata una sorta di curva a forma di "S" rovesciata con la parte superiore più accentuata e convessità rivolta verso est. I cordoni morenici sono costituiti da elementi di rocce sedimentarie e cristalline, di dimensioni variabili, immersi in una matrice limoso-argilloso-sabbiosa.

In alcune aree sono state riscontrate caratteristiche tipiche delle zone palustri. Tra le più rilevanti si segnalano l'area ad ovest di Urago e la zona compresa tra la Strada Statale 342 e le diramazioni per Tavernerio, dove si rinvennero limi, limi sabbiosi e torbosi. Sono presenti inoltre numerosi terrazzi morfologici.

4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO

La successione stratigrafica costituente il **substrato roccioso** del territorio in esame comprende formazioni litologiche distinte nella bibliografia geologica, a partire dalla più recente, con le seguenti denominazioni:

- Flysch di San Bartolomeo (Turoniano- Coniaciano);
- Scaglia rossa (Cenomaniano superiore);
- Scaglia bianca (Cenomaniano medio);
- Scaglia variegata (Aptiano-Albiano);
- Maiolica (Titonico-Barremiano);
- Rosso ad Aptici (Kimmeridgiano- Titonico);
- Radiolariti (Calloviano);
- Rosso Ammonitico (Toarciano);
- Calcare del Domaro (Domeriano);
- Calcare di Moltrasio (Hettangiano-Carixiano).

Si tratta di una serie stratigrafica mesozoica che si estende dalla sponda orientale del ramo di Como del Lario fino all'incisione del Torrente Bova a NW di Erba.

Tali formazioni sono costituite da calcari, marne, marne argillose, argilliti e rocce silicee in diversi rapporti e con caratteristiche differenti riguardo alla stratificazione, alla erodibilità e alla resistenza meccanica.

Queste ultime caratteristiche, tra l'altro, sono influenzate dalla composizione locale della successione.

I **depositi superficiali** sono rappresentati da unità quaternarie che a partire dalla più recente comprendono:

- Detrito di falda;
- Alluvioni recenti ed attuali;
- Fluvioglaciale Wurm;
- Morenico e cordoni morenici wurmiani;
- Fluvioglaciale Riss;

- Morenico e cordoni morenici Rissiani;
- Ceppo (Quaternario antico).

Si tratta di depositi eterogenei dal punto di vista compositivo; sono, infatti, presenti depositi conglomeratici a cemento calcareo (Ceppo), ciottoli e blocchi di dimensioni varie immersi in una massa di fondo limoso-argilloso (depositi morenici), ghiaie e sabbie con frazioni od orizzonti limoso argillosi, argille a volte ben stratificate.

Substrato roccioso compatto

Comprende sostanzialmente le ultime sei formazioni nominate in precedenza. E' costituito da calcari e rocce silicee di diversa natura e caratteristiche litologiche ma sostanzialmente simili, in linea generale, per grado di compattezza e resistenza meccanica.

Tutta la parte settentrionale dell'area rilevata è impostata su tipici calcari grigio-scuro o neri, ben stratificati, con intercalazioni di livelli argillosi o limoso-marnosi. Sono presenti frequenti noduli e liste di selce, limitati all'interno degli strati calcarei. Lo spessore degli strati varia in genere da 30 a 50 cm (Calcario di Moltrasio). In affioramenti più limitati, a est e nord-est di Ponzate, sono stati rinvenuti calcari micritici molto duri, con chiazze di colore rossastro.

In alcuni punti dell'area studiata affiorano calcari e calcari marnosi con selce, generalmente localizzata nella porzione centrale degli strati, in liste e noduli di colore rosso bruno. In questi litotipi predominano le tonalità rosse tendenti al rosso mattone. Evidenti affioramenti sono visibili sulla strada Solzago-Camnago Volta, a Est della località Casina. Nella zona rilevata sono presenti anche calcari di colore bianco latte, compatti, a frattura concoide, con bulbi e liste di selce (Maiolica). Gli strati sono di circa 10-40 cm di spessore.

Tutti i litotipi descritti presentano un discreto grado di compattezza e resistenza. I fenomeni di alterazione chimico-fisica delle rocce sono generalmente localizzati nella zona corticale. L'assetto generale di queste formazioni, nella parte interessata da insediamenti, è quello di una monoclinale con immersione verso sud e inclinazione generale degli strati variabile da 30 a 40 gradi circa. Tale

assetto può in alcuni casi comportare problemi di stabilità in quanto gli strati sono spesso disposti a franapoggio rispetto al pendio, cioè la linea di massima pendenza è concordante con quella del versante. Solo nella parte più settentrionale dell'area studiata sono presenti disturbi tettonici di una certa rilevanza. Le giaciture degli strati denunciano la presenza di una piega anticlinale con asse a decorso est-ovest di discreta lunghezza. Più a nord è presente una linea di sovrascorrimento che interessa la testata delle valli principali.

Il substrato roccioso costituente il Montorfano è formato da calcareniti e brecce calcaree di colore grigio, con inclusi nerastri, disposti in strati di potenza variabile da 10.0 a 50.0 cm, immersi verso Sud e con inclinazione dell'ordine dei 60°; compaiono in affioramento nei fronti di scavo della ex cava e diffusamente sulle pendici del Montorfano.

Gli affioramenti del substrato sono evidenti in molti punti dell'area di Tavernerio in corrispondenza dei versanti e delle incisioni vallive. Spesso è presente un sottile strato di copertura di materiale eluvio-colluviale. In altre zone lo spessore della copertura può essere anche elevato; ciò si verifica in particolare nell'area sub-pianeggiante. La perforazione di pozzi per acqua ha messo in evidenza la potenza dei depositi superficiali sciolti che in taluni punti raggiunge il valore di circa 100 metri.

In base a ricostruzioni stratigrafiche effettuate sulla scorta dei dati rilevati durante la perforazione dei pozzi e della situazione geolitologica è probabile che la profondità media del substrato nell'area sub-pianeggiante sia di circa 70-90 metri.

Rocce con livelli fortemente alterati

Si tratta delle formazioni comprese nel "Gruppo delle Scaglie" e del Flysch di San Bartolomeo, che sono presenti lungo l'alveo del Torrente Cosia e ad ovest della Cascina San Bartolomeo.

Si tratta di marne e calcari marnosi di colore grigio-cenere o rosati, di argilliti ed arenarie, con livelli marnosi teneri di circa 10-15 cm di spessore. E' caratteristico lo sbriciolamento di tali livelli in poliedri di varie dimensioni, su spessori di vari metri dalla superficie affiorante. La presenza di orizzonti ad elevato livello di fratturazione favorisce soprattutto la degradazione superficiale della compagine

rocciosa determinando una maggiore predisposizione di queste formazioni ai movimenti franosi. Dissesti si sono, infatti, verificati in più parti lungo l'alveo del Cosia e a sud della Cascina San Bartolomeo, nella zona prospiciente a Rovascio.

Conglomerati poligenici a cemento calcareo

I conglomerati in oggetto, che affiorano diffusamente lungo l'alveo del Torrente Cosia, sono poligenici, costituiti da ciottoli di rocce sedimentarie e cristalline, con grado di cementazione generalmente elevato, ma non continuo. Le dimensioni dei ciottoli possono essere anche di 30-40 centimetri e la stratificazione è abbastanza evidente, con inclinazione di qualche grado verso sud.

Lungo il Torrente Cosia affiorano diffusamente ghiaie e sabbie stratificate e ben cementate che danno origine alla formazione di ripide scarpate.

La discontinuità nel grado di cementazione, in senso verticale, causa sovente la formazione di tratti di parete aggettanti e quando la resistenza degli strati superiori viene superata, il crollo di masse anche cospicue di roccia (alveo del Cosia).

Depositi glaciali e fluvioglaciali

I cordoni morenici presenti nell'area di Tavernerio sono costituiti da un'abbondante matrice limoso-argillosa, in cui sono immersi elementi di rocce sedimentarie e cristalline che possono raggiungere anche 1.5-2.0 m di spessore. Sono presenti ghiaie, sabbie e ciottoli. Caratteristica peculiare di questi depositi è la loro eterogeneità litologica.

L'alternanza di fasi glaciali e interglaciali susseguitesì nel territorio in esame ha determinato la formazione di imponenti depositi fluvioglaciali, costituiti da ghiaie, sabbie e ciottoli più o meno limosi, grossolanamente stratificati. I clasti sono scarsamente arrotondati, di natura calcarea e cristallina, con tracce di cementazione in corrispondenza di livelli da centimetrici a decimetrici. Sono presenti orizzonti costituiti da ciottoli ben classati.

Nella carta geolitologica sono stati indicati anche depositi palustri, costituiti da limi, limi sabbiosi e torbosi.

Depositi fluviali recenti

Si tratta di depositi costituiti da ghiaie e sabbie stratificate che si rinvengono lungo il basso corso del Torrente Cosia, da Tavernerio fino a Como.

Nella carta geolitologica, le formazioni rocciose qui descritte dettagliatamente dal punto di vista geologico sono state raggruppate in tipi litologici con comportamento geologico- tecnico analogo. Questo sia per facilitare la comprensione della tavola che in relazione al previsto utilizzo di carattere applicativo del presente studio.

5. CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'idrogeologia del territorio può essere suddivisa in due sistemi nettamente differenziati: il primo caratterizzato da terreni permeabili per fessurazione e dissoluzione, facente parte dell'area settentrionale del comune, interessata quasi esclusivamente da rocce calcaree e calcareo-marnose compatte; il secondo da terreni permeabili per porosità, facente capo all'area centro-meridionale del territorio.

Riguardo alla prima zona le emergenze note sono irrilevanti dal punto di vista del possibile utilizzo da parte della comunità; alcune sorgenti sono, o erano, sfruttate in passato da privati (valle di Ponzate, sorgente Plinia del Tisone, ecc).

La quantità d'acqua emunta da ogni singola sorgente, inferiore al litro per secondo, è però risultata insufficiente anche per uno sfruttamento di tipo industriale e le ricerche effettuate per potenziare le fonti hanno dato esiti negativi. Alcune altre piccole sorgenti sono note lungo le pendici del Monte Boletto ma il loro carattere discontinuo e l'irrilevante portata non ne consente comunque lo sfruttamento.

Le aree permeabili per porosità sono costituite da depositi di origine glaciale (poggianti su rocce in prevalenza marnoso-calcaree) dotati di permeabilità in genere poco elevata oltre che di potenza ed estensione (nell'ambito del territorio comunale) modesta.

Si tratta dei terreni compresi tra le insorgenze Secondarie del fianco meridionale

del M. Boletto e quelle Terziarie del Montorfano, che rappresentano la base di sostegno delle falde acquifere. Il Torrente Cosia taglia i terreni di origine quaternaria e rappresenta un attivo asse di drenaggio delle acque provenienti sia da settentrione (Boletto) che da meridione (Montorfano).

La scarsa permeabilità dei depositi combinata con la potente attività drenante svolta dal Torrente Cosia e dai suoi affluenti di destra, tutti o quasi incisi fino a raggiungere la roccia di base, fa sì che il territorio risulti molto povero riguardo ad acque ipogee utilizzabili.

I pochi **pozzi** eseguiti, taluni dei quali spinti fino a non indifferenti profondità, non hanno fornito mai risultati soddisfacenti; la maggior parte di essi è stata “chiusa” da lunghissimo tempo (anni 60-70) e l'esatta posizione non è più rintracciabile (pozzi n.3 – n.5). Il pozzo n.1, del Comune di Tavernerio, data la scarsa portata rilevata, è stato già da tempo scollegato dall'acquedotto ed è quindi “dismesso”. Il pozzo n.2, sempre del Comune di Tavernerio, non avendo, all'atto della perforazione, fornito una portata accettabile, è stato richiuso sin dall'origine. L'unico pozzo ancora attivo è il n.4, privato, ed utilizzato solo a scopo industriale (condizionamento).

Il comune di Tavernerio si alimenta, infatti, ad oriente del territorio comunale dove esistono falde idriche di rilevante potenzialità.

La zona di rispetto del pozzo n.1, non è stata delimitata con criterio geometrico (raggio di 200 metri intorno alla captazione), come previsto dalla D.G.R. 10 aprile 2003 – n. 7/12693, in quanto tale pozzo non risulta collegato ad alcun impianto di acquedotto e, a causa delle scarse e discontinue portate, non si configura risorsa idrica di pubblico interesse.

Nell'ambito del territorio comunale ed in corrispondenza delle aree terrazzate più basse è possibile rinvenire piccole falde sospese locali, di limitata estensione, di nessuna utilità dal punto di vista potabile.

6. ELEMENTI METEO-CLIMATICI

L'area interessata dal presente lavoro può essere riferita al mesoclima insubrico; quest'area, caratterizzata dalla presenza di laghi, si differenzia dal territorio circostante per condizioni precipitative e termiche influenzate dalle conche lacustri.

Un primo riferimento per la stima delle precipitazioni relative all'area in esame è rappresentato dalle carte redatta a cura della Regione Lombardia inerenti *le precipitazioni medie, minime e massime annue relative al periodo 1881-1990* (fig. 1-2-3).

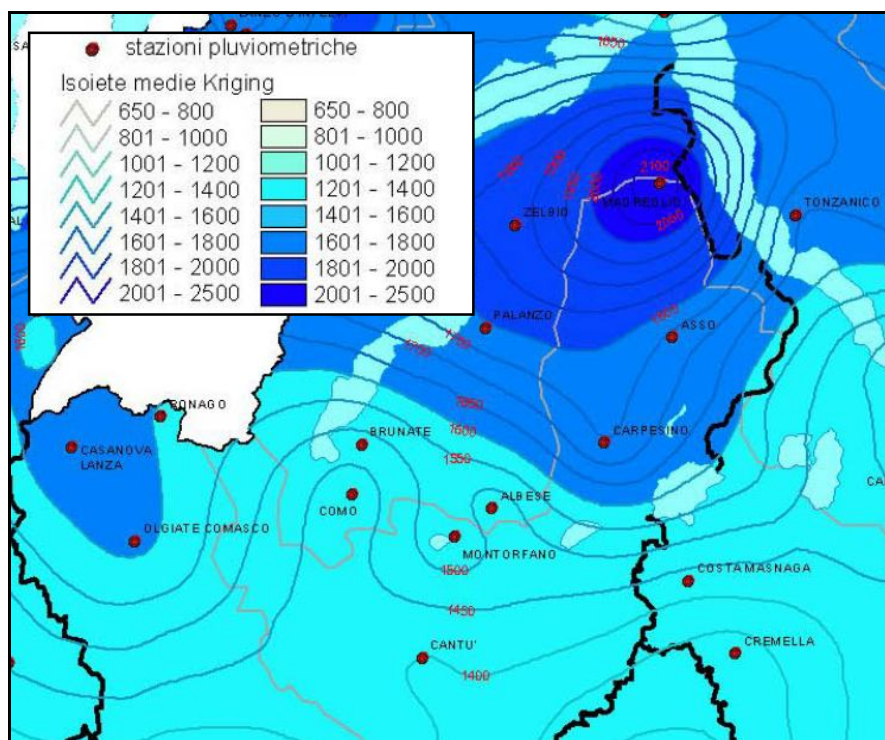


Figura 1: precipitazioni medie annue

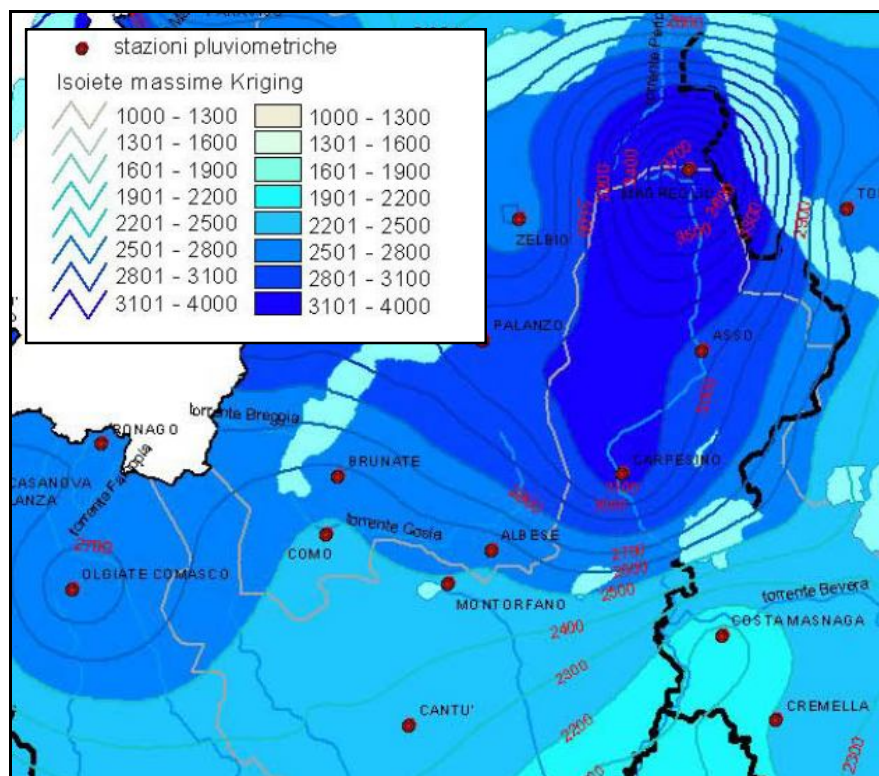


Figura 2: precipitazioni massime annue

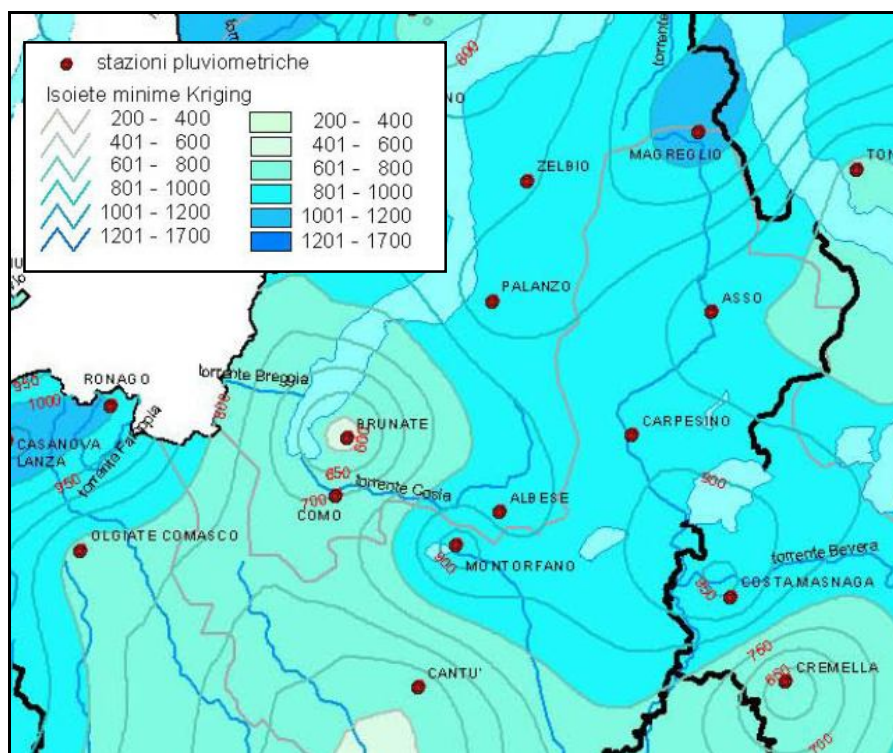


Figura 3: precipitazioni minime annue

In base alle carte sopra riportate l'entità delle precipitazioni medie varia tra un valore minimo di circa 700 mm/anno a un valore massimo di oltre 2600 mm/anno. Il regime pluviometrico è caratterizzato dalla presenza di due massimi (primaverile, mese di aprile, ed autunnale, mesi di ottobre-novembre) e due minimi (mese di febbraio, e mesi di giugno-luglio).

Per quanto riguarda le temperature medie dell'aria si è fatto riferimento allo Studio effettuato dal Punto Energia di Como.

Le temperature medie minime del mese più freddo, gennaio, sono intorno a 4° C, mentre quelle del mese più caldo, luglio, intorno ai 24° C, con una media annuale di circa 13°C.

7. ESAME DI SINTESI DEL TERRITORIO (RISCHIO GEOLOGICO)

Il rischio geologico in senso lato è rappresentato dall'instabilità dei terreni costituenti un territorio, dall'alluvionabilità di aree soggette a reti idriche superficiali, dalla capacità erosiva dei corsi d'acqua, dalla caduta di elementi lapidei sia singoli che in grossi aggregati, ecc.

Le componenti di una situazione di rischio sono in genere rappresentate dall'aspetto clivometrico locale abbinato a quello strutturale o litologico delle rocce componenti il territorio ed infine dall'idrologia superficiale sia naturale che indotta (scarichi per lo più abusivi ed indiscriminati).

Nell'ambito del territorio esaminato, per buona parte della sua estensione, l'aspetto clivometrico non desta preoccupazioni essendo le pendenze comprese entro i 20 gradi in corrispondenza di terreni per lo più ghiaioso-sabbiosi con componente limo-argillosa sempre subordinata e caratterizzati da un grado di addensamento in media elevato.

Le aree ad acclività considerata media (da 20 a 35 gradi) coinvolgono superfici relativamente modeste di territorio (escludendo l'area prettamente montana) limitate al piede del fianco montuoso del Monte Boletto e lungo i versanti delle valli dei Torrenti Cosia, di Solzago e di quello di Ponzate.

In questi ambiti la natura della roccia è prevalentemente calcarea, la struttura

stratificata e l'immersione delle rocce è diretta grosso modo a meridione in concordanza con quella del pendio.

La pendenza degli strati è però in media superiore a quella topografica. In tali condizioni il livello di rischio di franamenti di masse rocciose è limitato, ove non vengano eseguite opere di sbancamento senza le dovute cautele.

D'altronde localmente può accadere che la pendenza degli strati giunga ad essere uguale a quella del pendio e talora anche inferiore; potrebbe instaurarsi in tale caso una situazione di instabilità.

Nel territorio si sono verificati peraltro numerosi smottamenti e frane, legati però ad una diversa modalità. Si è trattato, nella maggioranza dei casi, del distacco della copertura incoerente della roccia in posto causata dalle acque meteoriche in periodi di piogge molto abbondanti ed a causa, nella maggior parte dei casi, della concentrazione in un punto specifico delle acque stesse, avvenuta naturalmente o anche per l'intervento umano (deviazione, occlusione, scarico, ecc.).

In alcuni casi i suddetti fenomeni sono insorti per l'abbinamento di diversi fattori (forte acclività, caratteri litostratigrafici del terreno, elevate precipitazioni, sovraccarichi). Si sono prodotti in tal caso movimenti rotazionali multipli come nel dissesto verificatosi in prossimità del nuovo campo sportivo.

In altri casi si sono verificati scivolamenti di tipo gravitativo dovuti ad accumulo di materiali di riporto sul ciglio di scarpate naturali, con evidente turbamento dell'equilibrio geomorfologico delle stesse (sponda sinistra del Torrente Cosia).

Le superfici entro le quali si assommano condizioni di pendenza mediamente elevata (20-35 gradi) e basamento roccioso sottoposto a sottile copertura eluvio-colluviale, presentano un grado di instabilità elevata.

Sono state indicate come instabili anche quelle aree interessate esclusivamente da depositi sciolti Quaternari in cui si sommano la coincidenza di alcuni fattori negativi rappresentati dall'esistenza di strati argillosi, dalla presenza di una falda freatica e da una rilevante acclività dei pendii. Si tratta in questo caso di aree ubicate lungo il corso del Torrente Cosia.

Oltre al rischio di fenomeni di tipo gravitativo relativi ad ammassi di terreno,

nell'ambito del territorio esaminato si manifesta, limitatamente ad aree di ridotta estensione, quello di caduta di singole masse lapidee da versanti rocciosi molto acclivi o da fronti di cave abbandonate sia in ambito roccioso compatto che in depositi sciolti o solo debolmente cementati (versanti del Montorfano).

Un rischio potenziale ma non così improbabile come si potrebbe pensare è invece determinato dalla possibilità che in occasione di eventi alluvionali di carattere eccezionale l'accumulo di materiali trasportati dalle acque del Torrente Cosia (alberi, rami, pietre) costituisca uno sbarramento nel canyon dove scorre il torrente ad est della località Rovascio. L'improvvisa rottura di tale eventuale sbarramento può causare un'onda di piena in grado di provocare danni rilevanti nei territori situati a valle.

Un fenomeno analogo ebbe, non si dimentichi, a verificarsi alcuni anni or sono immediatamente a monte dell'abitato di Tavernerio a causa di una frana, in sponda destra, che occluse temporaneamente il corso d'acqua e costò la vita a numerose persone.

Nell'ambito del territorio si possono, infine, individuare alcune piccole aree in cui esiste il pericolo di impaludamenti. Si tratta di un fenomeno in grado di causare solo modesti danni e che può essere comunque avviato con interventi di bonifica (drenaggio) e che non preclude la modifica dell'uso dei suoli.

8. ZONIZZAZIONE SISMICA

In base all'emanazione dell'OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 (*"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*), il Comune di Tavernerio è classificato in **Zona 4**, ovvero in "**zona a sismicità irrilevante**".

Si precisa che ai sensi del D.M. 14/01/2008 la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'allegato B del citato D.M., la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM n.3274) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari

livelli di approfondimento in fase pianificatoria.

Per la valutazione degli effetti sismici di sito del territorio comunale si è fatto riferimento al documento emanato dalla Regione Lombardia “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 5, della l.r. 12 dell’11 marzo 2005 per il governo del territorio*” (approvati con la D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005, D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 e D.G.R. n.9/2616 del 30/11/2011). Quest’ultima contiene le nuove linee guida per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico, aggiornate sulla base delle avvenute modifiche in materia di Norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento (**Tabella 1**), in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale, con grado di dettaglio crescente.

- Il **1° livello di approfondimento** consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di approfondimento), sia di dati esistenti. Tale livello è **obbligatorio per tutti i Comuni presenti sul territorio italiano**, e prevede la redazione della **Carta della pericolosità sismica locale**, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a Pericolosità Sismica Locale – PSL).
- Il **2° livello di approfondimento** consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi *negli scenari perimetrali* della carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L’applicazione del 2° livello consente l’individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Il 2° livello è **obbligatorio per i Comuni ricadenti in zone sismiche 2 e 3**,

negli scenari PSL, individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4) interferenti con l'urbanizzazione e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i **Comuni ricadenti in zona sismica 4**, invece, tale livello deve essere applicato, **negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti** (di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003), ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici. **Il secondo livello di approfondimento sismico non è stato eseguito in quanto il P.G.T. non prevede l'inserimento urbanistico di aree destinate a edifici strategici e/o rilevanti.** Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2) non è prevista l'applicazione del 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello.

- Il **3° livello di approfondimento**, che si applica in fase progettuale, consiste nella definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

Tabella 1

	<i>Livelli di approfondimento e fasi di applicazione</i>		
	<i>1° livello fase pianificatoria</i>	<i>2° livello fase pianificatoria</i>	<i>3° livello fase progettuale</i>
Zona sismica 2-3	obbligatorio	<i>Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; – Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	<i>Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (e-lenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; – Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

8.1 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

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

Nel presente studio, come dal D.M. 14 gennaio 2008, tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti basandosi sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

Tenendo conto delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di **effetti locali**: quelli di **sito** o di **amplificazione sismica locale** e quelli dovuti all'**instabilità (Tabella 2)**.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- *effetti di amplificazione topografica*: si presentano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale;
- *effetti di amplificazione litologica*: si presenta quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ...) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche.

Effetti di instabilità: interessa tutti i terreni che hanno un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture.

Tabella 2

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	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o 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

8.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

In tale carta, redatta alla scala dello strumento urbanistico, ovvero 1 : 5.000, è stata riportata la perimetrazione areale delle situazioni tipo Z1, Z2, Z4 e gli elementi lineari delle situazioni tipo Z3 in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Nel dettaglio la Carta della Pericolosità sismica redatta riporta i seguenti scenari di pericolosità sismica.

Z1a Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi. (Instabilità)

(tutta l'area lungo il torrente Cosia compresa tra la frazione di Rovascio e la zona del campo sportivo; l'area costituente le pendici del Montorfano).

Z1b Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti. (Instabilità)

(aree interessate da dissesti quiescenti nella zona montana a Nord).

Z1c Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana. (Instabilità).

(tutta l'area montana a Nord).

Z2 **Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.). Zone con depositi granulari fini saturi. (Cedimenti e/o liquefazioni)**

(aree interessate da fenomeni di impaludamento).

Z3b **Zona di cresta rocciosa e/o Cocuzzolo: appuntite – arrotondate. (Amplificazioni topografiche)**

(tutte le creste delle morene presenti e le creste della zona montuosa a Nord del Comune di Tavernerio).

Z4a **Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi. (Amplificazioni litologiche e geometriche)**

(tratti dell'alveo del fiume Cosia).

Z4c **Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche). (Amplificazioni litologiche e geometriche).**

(la maggiore parte dell'abitato di Tavernerio interessata da depositi morenici).

Ad ogni scenario di pericolosità sismica corrispondono i seguenti effetti:

Z1a Instabilità legata alla presenza di coltri interessate da movimenti attivi. Si possono verificare accentuazioni dei fenomeni in quanto il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo che indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Z1b Instabilità legata alla presenza di coltri interessate da movimenti quiescenti. Si possono verificare accentuazioni dei fenomeni in quanto il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo che indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Z1c Instabilità legata sia alle condizioni di giacitura degli strati rocciosi sia alla pendenza dei versanti. Si possono avere accentuazioni dei fenomeni di instabilità dovuti ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di

eventi sismici.

- Z2** Cedimenti diffusi legati alle scarse caratteristiche geotecniche. Si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbie) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.
- Z3b** Amplificazione topografica legate alla presenza di forme morfologiche tipo creste. Tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessioni sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto.
- Z4a** Amplificazione litologica legata alla presenza di profili stratigrafici costituiti da litologie differenti. Si possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.
- Z4c** Amplificazione litologica, come sopra.

Per i comuni ricadenti in zona sismica 4 come Tavernerio, la normativa regionale prevede il secondo livello di approfondimento per tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche – Z3, litologiche – Z4) solo nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 (fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici).

Il terzo livello si applica in **fase progettuale** per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente (**Tabella 3** da banca dati **soglie_omb.xls**) così come ricavato dall'applicazione del secondo livello; in presenza di scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c),

cedimenti e/o liquefazioni (Z2), il terzo livello in fase progettuale, in zona sismica 4, si applica nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti (fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici).

Tabella 3

VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI TAVERNERIO

INTERVALLO DI PERIODO	VALORI SOGLIA PER LE CATEGORIE DI SUOLO			
	B	C	D	E
0.1 - 0.5 s	1,4	1,8	2,2	2,0
0.5 - 1.5 s	1,7	2,4	4,2	3,1

9. VINCOLI SUL TERRITORIO COMUNALE

I vincoli di natura geologica ed idraulica presenti sul territorio comunale di Tavernerio, derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore che limitano l'uso del territorio, sono costituiti da:

1. Vincoli di polizia idraulica (derivanti dall'applicazione della normativa di polizia idraulica (D.G.R. 1 agosto 2003, n.7/13950) così come definiti nello Studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore; si rimanda al Regolamento di Polizia Idraulica allegato allo "Studio del reticolo idrico minore" redatto nel 2003, per la cartografia, i dettagli normativi e per le relative autorizzazioni.

2. Vincoli derivanti dalla Normativa PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter relativi alle aree individuate nel quadro del dissesto proposto: per quanto concerne le specifiche relative alle limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo si dovrà far riferimento a quanto stabilito all'art. 9 delle Norme di attuazione del P.A.I., in funzione della tipologia del dissesto (Fa, Fq, Fs).

3. Geosito di Rilevanza Regionale N. 86 Monte Orfano (D.G.R. 16 gennaio 2008, n.8/6447) riconosciuto a livello regionale dal Piano Paesistico. *"Un geosito è un'area o una località che testimonia in modo esemplare gli eventi geologici e*

geomorfologici che hanno caratterizzato la storia di una regione e contribuito a definire i suoi paesaggi e che, come tale, deve essere valorizzata e preservata. Le sue caratteristiche esemplari, unite alle conoscenze scientifiche acquisite, lo rendono prezioso per valorizzare e promuovere il territorio, con positivi riflessi sulle attività educative, di turismo culturale e ricreative. E' compito degli strumenti di pianificazione a livello provinciale (PTCP) definire le modalità di salvaguardia e fruizione dello stesso geosito" (da "Geositi, una nuova categoria di tutela e valorizzazione del territorio lombardo " - Regione Lombardia, 2010).

Monte Orfano: rilievo isolato nella piana pedemontana di Como, prospiciente un lago di eccezionale naturalità. Una cava dismessa espone potenti banchi di calciruditi di età Paleocenica . L'area è in parte riconosciuta come Riserva naturale regionale (l.r. 86/83) e ricade all'interno dell'area proposta quale "Parco della Brughiera" ai sensi della l.r. 86/83.

10. FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

L'utilizzazione del territorio sia dal punto di vista edilizio privato, pubblico o industriale che da quello agricolo è condizionata da fattori geologici e urbanistici. Nella presente nota vengono esaminati soltanto gli aspetti geologico-tecnici, mentre quelli urbanistici, paesaggistici e floro-faunistici, essendo oggetto di altre discipline, non sono presi in considerazione.

La FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO propone le limitazioni agli interventi di modifica d'uso del territorio comunale secondo lo schema indicato dalla Regione Lombardia.

Complessivamente nel territorio comunale sono state quindi individuate **4 CLASSI DI FATTIBILITA'** entro le quali sono stati distinti i caratteri salienti in ordine ai problemi morfologici, litologici, le limitazioni alla modifica di destinazione d'uso e le prescrizioni circa le indagini da svolgere.

CLASSE 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni

- **morfologia:** planare o sub planare ($\beta < 10\%$)
- **litologia:** depositi incoerenti e coesivi

- **interventi possibili:** variazioni di destinazione d'uso dei suoli senza limitazioni.
- **indagini prescritte:** In ogni caso (DM 14.01.2008) è consigliata, la relazione **geologico-geoidrologica** e, ove l'importanza dell'opera lo richieda, la relazione **geotecnica** corredata da indagini geognostico geotecniche di dettaglio, riferita alla capacità portante dei terreni, ai cedimenti collegati ai carichi di lavoro, alla stabilità dei fronti di scavo, a quella delle strutture di sostegno, ove previste. La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, **nel caso di costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno**, anziché mediante indagini **geognostico-geotecniche**, potrà essere ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati sui quali possa essere responsabilmente basata la progettazione. ***In questo caso i calcoli geotecnici di stabilità e la valutazione degli spostamenti possono essere omessi, ma l'idoneità delle soluzioni progettuali adottate deve essere motivata con apposita relazione da parte di un tecnico qualificato.*** Dovrà infine essere verificata la possibilità di smaltimento delle acque meteoriche e individuato il loro recapito. In prossimità di corsi d'acqua si dovrà prevedere la compatibilità idraulica dell'opera in progetto.

CLASSE 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

- **morfologia:** moderatamente acclive ($10\% < \beta < 30\%$), collinare,
- **litologia:** depositi incoerenti, coesivi, lapidei a giacitura *favorevole*,
- **interventi possibili:** variazioni di destinazione d'uso dei suoli senza limitazioni,
- **indagini prescritte:** In ogni caso (DM 14.01.2008) sono prescritte, la relazione **geologico geoidrologica**, la relazione **geotecnica** di dettaglio riferita alla capacità portante dei terreni ai cedimenti collegati ai carichi di lavoro, alla stabilità dei fronti di scavo, a quella delle strutture di sostegno, ove previste, alla stabilità generale dei versanti. La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, **anche nel caso di costruzioni di modesto**

rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno, comporterà l'esecuzione di indagini geognostico-geotecniche orientative sul terreno (trincee esplorative – prove penetrometriche). ***I calcoli geotecnici di stabilità e la valutazione degli spostamenti saranno valutati con approssimazione tale da convalidare in via preliminare l'idoneità delle soluzioni progettuali adottate.***

Dovrà infine essere verificata la possibilità di smaltimento delle acque meteoriche e individuato il loro recapito. In prossimità di corsi d'acqua si dovrà inoltre prevedere la compatibilità idraulica delle opere in progetto.

CLASSE 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

- **morfologia:** acclività accentuata ($30\% < \beta < 70\%$), collinare, montuosa,
- **litologia:** depositi incoerenti, coesivi, lapidei a giacitura *sfavorevole*,
- **interventi possibili:** costruzioni di moderato impatto sul terreno, opere di consolidamento dei versanti e di prevenzione dei dissesti idrogeologici,
- **Indagini prescritte:** In ogni caso (DM 114.01.2008) sono prescritte, la relazione ***geologico-geoidrologica***, l'indagine ***geognostico-geotecnica*** e la relazione ***geotecnica*** di dettaglio riferita alla capacità portante dei terreni ai cedimenti collegati ai carichi di lavoro, alla stabilità dei fronti di scavo, a quella delle strutture di sostegno, ove previste, **alla stabilità generale dei versanti**. Dovrà infine essere verificata la possibilità di smaltimento delle acque meteoriche e individuato il loro recapito. In prossimità di corsi d'acqua si dovrà inoltre prevedere la compatibilità idraulica dell'opera in progetto. In prossimità di versanti soggetti a caduta di massi, dovranno essere valutate le traiettorie potenziali, le modalità di discendimento (rotolamento, rimbalzo) e la distanza di arresto degli elementi lapidei.

CLASSE 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

- **morfologia:** elevata acclività ($\beta > 70\%$), collinare, montuosa,
- **litologia:** depositi incoerenti, lapidei,

- **interventi possibili:** nessun intervento di carattere edificatorio, ad esclusione delle opere volte al consolidamento dei versanti, delle pareti rocciose, alla messa in sicurezza dei corsi d'acqua,
- **Indagini prescritte:** Si devono prevedere, in ogni caso (DM 14.01.2008), la relazione **geologico-geoidrologica**, l'indagine **geognostico-geotecnica e geomeccanica** (in presenza di rocce lapidee), la relazione **geotecnica** di dettaglio riferita alla compatibilità delle opere di consolidazione meccanica e la relazione sulla compatibilità idraulica relativa alle opere di regimazione torrentizia.