



Regione Lombardia



**Comune di Malegno**



Provincia di Brescia

# STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

*ART. 57, comma 1, lettera a della L.R.12 / 05*

STUDIO CONFORME AI CRITERI ATTUATIVI DELLA L.R. 12/05  
DI CUI ALLA D.G.R. n.8/1566 del 22/12/2005

N°TAVOLA

# 01

## RELAZIONE GENERALE

Data: *ottobre 2008*

N° progetto: *0710827*

Redatto da: *Francesca Giacomini*

AGGIORNAMENTI E REVISIONI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	c					
	b					
	a					

Collaborazione professionale:

*Dr. Geol. Luca Maffeo Albertelli*

Progettazione, coordinamento, implementazione dati e grafica:



Uffici: Via Montegrappa, 41 - 25060 Rogno (BG) Tel. e fax 035 4340011  
Sede amministrativa: Piazza Mercato, 5 - 25051 Cedegolo (BS)  
Tel. e fax 035 4340011

[www.cogeo.info](http://www.cogeo.info)  
e-mail: [cogeo@cogeo.info](mailto:cogeo@cogeo.info)

SOCIETA' CERTIFICATA  
ISO 9001 / UNI EN ISO 9001 - ED.2000



**GEOLOGIA - GEOTECNICA - GEOLOGIA AMBIENTALE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOGNOSTICHE**

# INDICE

<b>CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI - .....</b>	<b>2</b>
1.0 PREMESSA .....	2
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	3
1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI .....	4
1.2.1 Elementi geologico – strutturali .....	4
1.2.2 Cenni caratteristiche litotecniche .....	9
1.2.3 Elementi geotecnici .....	10
1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E METEO-CLIMATICO .....	14
<b>CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO - .....</b>	<b>16</b>
2.0 PREMESSA .....	16
2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI MALEGNO .....	17
ASPETTI GENERALI .....	17
ANALISI DI 1 <sup>A</sup> LIVELLO .....	17
<b>CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI – .....</b>	<b>20</b>
3.0 PREMESSA .....	20
3.1 CARTA DI SINTESI .....	20
3.2 CARTA DEI VINCOLI .....	20
3.3 CARTA DI FATTIBILITA' .....	21
Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni .....	21
Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni .....	21
Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni .....	21
Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni .....	22

# CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -

## 1.0 PREMESSA

Su incarico del Comune di Malegno si è proceduto alla realizzazione del presente studio per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio così come previsto dall'articolo 57 della l.r. 12/2005.

Il Comune di Malegno è dotato di Studio Geologico a supporto del PRG a suo tempo redatto secondo i criteri della l.r. 41/97.

Stante la situazione del quadro geologico del Comune di Malegno, si è proceduto a:

- Aggiornare lo studio geologico per la componente sismica;
- Estendere la Carta di Fattibilità all'intero territorio comunale;
- Aggiornare le carte dei Vincoli, di Sintesi e di Fattibilità ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

Il presente studio si compone di 2 tavole descrittive e 7 tavole cartografiche delle quali si fornisce l'elenco:

**Tav. 01:** *Relazione Generale;*

**Tav. 02:** *Carta dei Vincoli - su CTR 1:10.000;*

**Tav. 03:** *Carta della Pericolosità Sismica Locale su CTR 1:10.000*

**Tav. 04:** *Carta di Sintesi su CTR 1:10.000;*

**Tav. 04.1:** *Carta di Sintesi - Territorio Urbanizzato - su volo aerofotogrammetrico scala 1:2.000*

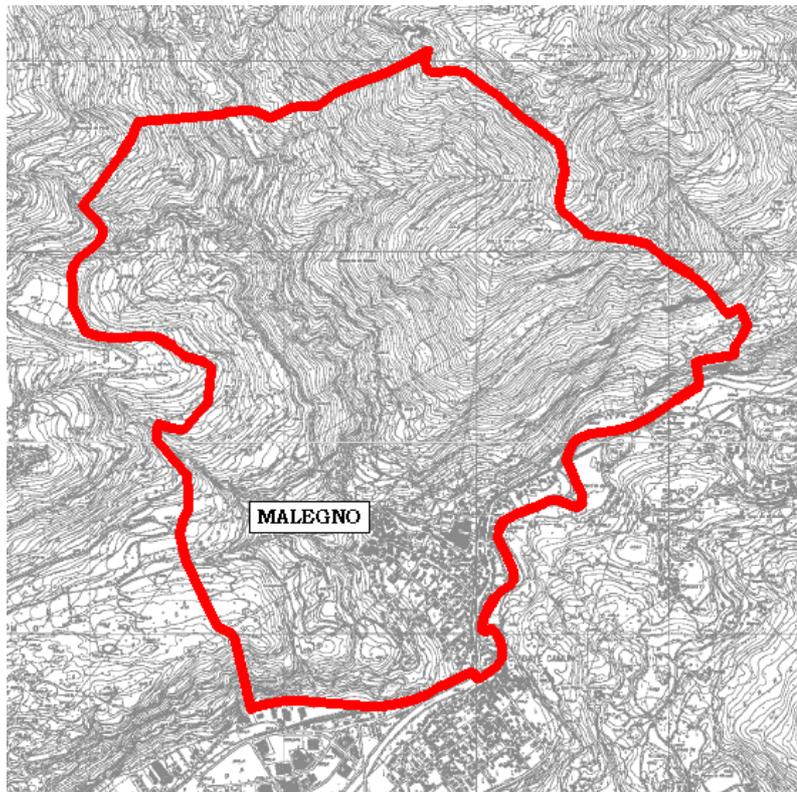
**Tav. 05:** *Carta della Fattibilità su CTR 1:10.000;*

**Tav. 05.1:** *Carta della Fattibilità - Territorio Urbanizzato - su volo aerofotogrammetrico scala 1:2.000*

**Tav. 06:** *Carta con legenda uniformata PAI - su CTR 1:10.000;*

**Tav. 7:** *Norme Geologiche di Piano.*

## 1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



L'area presa in esame nel corso del presente lavoro si colloca nella media Valle Camonica, in destra idrografica del Fiume Oglio.

**Fig 1** :Comune di Malegno

Nella cartografia Tecnica Regionale la zona è compresa nel Foglio D4 alla scala 1:50.000 e nelle Sezioni D4c1 e D4c2 alla scala 1:10.000. Il territorio comunale, con un'estensione pari a circa 7 Km<sup>2</sup>, confina a nord con i Comuni di Lozio e Cervenone, a est con i comuni di Losine e Breno, a sud con il comune di Cividate Camuno e a ovest con il comune di Ossimo.

## **1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI**

### **1.2.1 Elementi geologico - strutturali**

Il territorio del comune di Malegno è caratterizzato, da nord a sud, dalla presenza di calcari e calcari marnosi appartenenti alla successione triassica sedimentaria fino alle marne e alle argilliti.

Di seguito vengono sinteticamente elencati i caratteri litologici delle formazioni:

#### **CALCARE DI ANGOLO:**

Il Calcare di Angolo è rappresentato da calcari grigio scuri e neri in strati pluridecimetrici, amalgamati, frequentemente bioturbati e di aspetto nodulare, con interstrati millimetrico-centimetrici marnosi; localmente sono presenti intercalazioni di orizzonti costituiti da strati più sottili.

I calcari sono in prevalenza fini con locali intercalazioni calcarenitiche con dispersi crinoidi e laminazioni parallele.

Il limite inferiore è con la Carniola di Bovegno; quello superiore è con il Calcare di Prezzo ed è un limite netto, marcato dalla comparsa di marne micacee.

Il contenuto paleontologico del Calcare di Angolo è piuttosto ricco e variato: sono stati riconosciuti crinoidi e foraminiferi. In base al contenuto paleontologico ed alla posizione stratigrafica sottostante al ben datato C. di Prezzo, l'età del Calcare di Angolo è attribuita all'Anisico Inferiore-Medio.

Il Calcare di Angolo rappresenta un articolato ambiente deposizionale a sedimentazione prevalentemente carbonatica di baia subtidale, caratterizzato da fondali sufficientemente ossigenati per consentire lo sviluppo di una ricca fauna di organismi molli responsabili per la bioturbazione che caratterizza l'unità.

#### **CALCARE DI PREZZO:**

Il Calcare di Prezzo è caratterizzato dall'alternanza ritmica, con spessori decimetrici, di calcilutiti nere spesso marnose e talora bioturbate, in strati da 10 a 40 cm da piano-paralleli a leggermente nodulari, marne e argilliti nere con mica.

Il limite inferiore è costituito dal Calcare di Angolo, con un passaggio quasi sempre netto e caratterizzato dalla comparsa delle marne nere spesso alternate con calcari marnosi; Il limite superiore è con la Formazione di Buchenstein: si tratta di un limite netto, evidenziato dalla comparsa di calcari grigio scuri, generalmente in

strati planari, con noduli, liste di selce nera ed intercalazioni di tufiti, e vulcanoclastiti siltoso-arenacee.

#### **FORMAZIONE DI BUCHENSTEIN:**

Si tratta di prevalenti calcilutiti con strati da planari a nodulari ricchi in noduli e liste di selce nera ed interstrati argilloso-tufacei. Alla sommità sono maggiormente presenti le intercalazioni di vulcanoclastiti e di tufiti ("pietra verde") in strati decimetrici, localmente anche in banchi di spessore sino a metrico.

Lo studio di alcune microfacies di questa formazione ha evidenziato la prevalenza di mudstones-wackestones con intraclasti peloidi e dispersi radiolari calcitizzati, filamenti pelagici e bioclasti di crinoidi, echinoidi.

Il limite inferiore della F. di Buchenstein è sempre con il Calcarea di Prezzo; quello superiore, piuttosto netto, è con la Formazione di Wengen, evidenziato dalla comparsa di arenarie grigie e grigio scure, con clasti in prevalenza di origine vulcanica e vulcanoclastica, in strati e banchi di spessore sino a metrico.

Le caratteristiche della F. di Buchenstein indicano una sedimentazione prevalentemente carbonatica entro bacini intrapiattaforma delimitati dalle piattaforme carbonatiche anisico sommitale-ladiniche e con importanti, anche se locali, apporti vulcanici verosimilmente provenienti dai settori più meridionali ed occidentali del Sudalpino lombardo.

#### **ARGILLITE DI LOZIO:**

Nell'unità inferiore la formazione è costituita da argille e siltiti micacee estremamente povere in carbonato di calcio, con uno spessore massimo attorno ai 200 metri. Nell'unità strutturale della Concarena l'Argillite di Lozio affiora solamente nel settore del Passo del Lifretto, dove ha uno spessore ridotto (10-15 metri) ed è ricoperta dalla facies massicce della Formazione di Breno. Le caratteristiche litologiche sono analoghe a quelle osservate nell'unità strutturale inferiore: va segnalato che spostandosi verso il settore più bacinale a Sud la componente calcarea tende ad aumentare, come anche la presenza di slumping che arrivano ad interessare anche livelli di spessore fino a 2-3 metri. Sono spesso presenti laminazioni parallele e più raramente incrociate.

Il limite inferiore dell'unità è con il Calcarea di Pratotondo (unità strutturale inferiore) o con il calcarea di Sommaprada (unità superiore): si tratta di limiti piuttosto netti, marcati dalla rapida comparsa di argilliti scure che rapidamente prevalgono sui calcari

delle unità sottostanti. Il limite superiore è con la Formazione di Breno - facies massiccia (settore Passo del Lifretto) o con la Formazione di San Giovanni Bianco (unità strutturale inferiore, settore di Schilpario).

#### **CALCARE DI ESINO:**

In questa litofacies è possibile riconoscere settori più prossimi al margine della piattaforma, costituiti da calcari di colore nocciola generalmente massivi caratterizzati da patch reef di dimensione metrica a coralli, spesso associati a spugne. Nel settore di margine sono in genere abbondanti bafflestones a Tubiphytes, spesso costituiti da livelli pressoché planari di altezza attorno al decimetro, che probabilmente costituivano livelli continui sia all'interno che all'esterno del margine della piattaforma. La litofacies del calcare di Esino è prevalentemente rappresentata da facies calcarenitico-ruditiche, con clasti di dimensioni fino a 2-3 metri, a supporto granulare, caratterizzate da numerose cavità dai contorni mammellonari e riempite da cementi calciti sovente di colore grigio scuro in croste isopache. I depositi massivi presentano una blanda clinostratificazione, marcata dalla deposizione di livelli a granulometria più fine, con clasti spesso costituiti da automicrite. La pendenza delle clinoforni raggiunge i 30°-40° nel massiccio della Concarena. Gli affioramenti migliori di queste facies sono osservabili nel settore del Cimone della Bagozza e lungo il versante orientale della Concarena.

#### **FORMAZIONE DI BRENO:**

Litologicamente si tratta di facies carbonatiche subtidali di colore chiaro, spesso oncolitiche e bioclastiche, in strati e banchi di spessore fino a metrico, alternate con facies più scure costituite prevalentemente da cementi che arrivano a costituire anche il 70-90% della roccia. La parte di roccia conservata in queste facies è prevalentemente rappresentata da calcari e calcari dolomitici ricchi in pisoliti vadose, che denotano una intensa azione di acque freatiche. I cementi sono costituiti sia da croste isopache (che probabilmente riempiono cavità legate a dissoluzione) sia da aggregati aciculari (raggioni). I cementi sono opachi in catodoluminescenza, denotando una origine diagenetica precoce. Queste due litofacies sono organizzate in cicli di spessore variabile tra 8-10 (base) e 3 metri (tetto della successione): nella parte inferiore dell'unità prevalgono le litofacies sopratidali (rapporto 3:1), mentre

salendo stratigraficamente la percentuale di facies subtidali tende a crescere (fino ad arrivare ad un rapporto di circa 1:1). Localmente sono presenti anche lenti di materiale dolomitico di colore rossastro, che potrebbe rappresentare eventi di pedogenesi durante le fasi di emersione di queste litofacies del Calcarea di Breno.

Lo spessore massimo preservato si aggira attorno ai 130-150 metri. Il limite inferiore dell'unità è con le facies di piattaforma interna del Calcarea di Esino: è un limite netto, marcato dalla comparsa di un livello ricco di cementi che è seguibile in tutto il settore della Cima della Bacchetta. Il limite superiore non è conservato.

#### **FORMAZIONE DI S.GIOVANNI BIANCO:**

Le caratteristiche sedimentologiche della F. di San Giovanni Bianco indicano una deposizione entro un'area costiera poco profonda, a sedimentazione mista carbonatico-terrigena (sabka) che caratterizzava tutto il settore del Bacino Lombardo e gran parte della Tetide occidentale durante il Carnico superiore. L'unità poggia sull'Argillite di Lozio: il limite è netto, dato dalla comparsa di dolomie e calcareniti che iniziano ad intercalarsi nelle facies pelitiche nere dell'Argillite di Lozio.

A ricoprire il substrato roccioso sono presenti i depositi superficiali così distinti:

- **Depositi glaciali:** costituiti perlopiù da materiali fluvioglaciali e morenici rimaneggiati. I primi si distinguono per la presenza di una pseudo-stratificazione e per la posizione morfologica (in corrispondenza dei tratti di versante a debole pendenza quali i terrazzamenti morfologici). Litologicamente sono costituiti da ghiaie e sabbie limose con ciottoli e clasti. I materiali morenici rimaneggiati sono caratterizzati dalla presenza di accumuli caotici di clasti, blocchi in matrice, quantitativamente variabile sabbioso - limosa. Si tratta di materiali rimaneggiati dall'azione gravitativa, in quanto frammisti a materiali detritici ed eluviali.
- **Depositi eluvio-colluviali:** sono originati dal disfacimento del substrato roccioso in posto, frammisti a materiali che hanno subito un'azione di trasporto per gravità e per l'azione delle acque superficiali, lungo i versanti e che sono pertanto costituiti da materiali più grossolani. I depositi sono costituiti da sabbie limose inglobanti ciottoli, ghiaia e pietrisco in quantità

variabile. Lo spessore è in genere esiguo, raramente raggiunge il metro di potenza, si ritrovano alle quote medio e basse spesso interdigitati ai depositi colluvio glaciali

- **Depositi detritici di versante:** Sono caratterizzati da ghiaie massive, da fini e grossolane, e diamicton massivi a clasti spigolosi di provenienza strettamente locale, a supporto clastico, con matrice da poco abbondante o scarsa ad assente; si trovano localmente frammentati a depositi glaciali rimaneggiati e bordano le pendici delle cime e dei versanti più scoscesi. Si rinvencono generalmente alla base delle pareti rocciose più fratturate e alterate.
  
- **Depositi alluvionali:** sono stati distinti in "depositi alluvionali recenti", spesso colonizzati dalla vegetazione e "depositi alluvionali attuali", che occupano la sede attuale del corso d'acqua. Si trovano dove la pendenza dell'alveo, sia in relazione al Fiume Oglio sia riguardo i torrenti minori va diminuendo, ciò implica la diminuzione della velocità di trasporto dei materiali da parte delle acque di scorrimento superficiali e la conseguente prevalente azione di deposizione. In prevalenza si tratta di materiali grossolani, blocchi, ghiaie e ciottoli di varia pezzatura, in scarsa o nulla matrice sabbiosa e localmente limosa.
  
- **Depositi di conoide:** si tratta di depositi di origine complessa, costituiti da successioni di corpi di frana allo sbocco di valli, vallecole, canali. Sono costituiti da diamicton massivi, a supporto di matrice limoso-sabbiosa o limoso-argillosa, clasti da spigolosi ad arrotondati. Coinvolgono generalmente i materiali della copertura quaternaria, più facilmente mobilizzabili, in particolare depositi glaciali più antichi. Spesso i conoidi di frana sono interessati da fenomeni, successivi e parassiti, di debris- o mud flow o da piccole frane per colata secondarie, che, pur non costruendo direttamente il corpo del conoide, ne caratterizzano comunque la morfologia;

➤ **Depositi lacustri e di torbiera**

Limi laminati, sabbie fini, torbe; sono presenti in bacini di limitata estensione areale ed esigua profondità, in alta quota, sviluppati in depressioni intermoreniche e in depressioni del substrato lapideo interessato da esarazione glaciale (dossi montonati) o in zone depresse di corpi di frana.

**1.2.2 Cenni caratteristiche litotecniche**

Generalmente i terreni costituiti dal substrato roccioso possiedono di per sé complessivamente buone caratteristiche di resistenza intrinseca. La caratterizzazione geomeccanica di un ammasso roccioso tiene conto di alcuni parametri (Intercetta delle discontinuità, Resistenza a Compressione Monoassiale da Indice di Ponit Load Strength, indice di anisotropia) derivanti dalla natura del litotipo affiorante e dal suo stato di integrità. La stratificazione e lo stato di fratturazione possono determinare nell'ambito della stessa unità litologica variazioni dei parametri di resistenza geomeccanica anche accentuati. Le proprietà meccaniche di resistenza possono diminuire sensibilmente in presenza di fenomeni di circolazione idrica o a causa di fenomeni di alterazione.

Le coperture quaternarie sono di norma costituite da materiali con caratteristiche geotecniche di resistenza meno elevate del substrato roccioso ed in ogni caso piuttosto variabili nell'ambito della stessa unità litologica in funzione della diversa granulometria dei materiali e del loro diverso grado di addensamento, risultando inoltre enormemente influenzate dal contenuto in frazione argillosa.

Vengono riportati di seguito i parametri geotecnici di massima attribuibili alle coperture

Detrito di falda grossolano non attivo, depositi alluvionali e di conoide, depositi glaciali: caratteristiche geotecniche da buone a discrete.

<b>Parametri</b>	<b>Min</b>	<b>max</b>
$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	18	20
$\Phi$ (°)	30	40
C (KPa)	0	10

Depositi detritico-colluviali, detriti di falda colonizzati :  
caratteristiche geotecniche da discrete a scadenti

Parametri	Min	max
$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	17	19
$\Phi$ (°)	20	30
c (KPa)	10	20

Depositi eluviali caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti.

### 1.2.3 Elementi geotecnici

In riferimento ai depositi superficiali individuati, si forniscono descrizioni speditive ed alcuni parametri indicativi relativi alle caratteristiche tecniche dei terreni. Tali parametri, presentati come range di variazione, sono stati ricavati da dati bibliografici o da dati ricavati da indagini geognostiche eseguite in terreni di analoga genesi localizzati in territori comunali limitrofi. La descrizione speditiva relativa alle granulometrie tipiche dei depositi fanno riferimento alla classificazione ASTM (1975) dove:

B = blocchi massi e ciottoli in matrice scarsa o assente

GW - SW = ghiaie e sabbie con frazione fine scarsa o assente

GM - SM = ghiaie e sabbie con frazione fine

GP - SP = ghiaia e sabbia con poco fine

ML = limo inorganico e sabbia fine

Lo stato di addensamento è definito in base alle seguenti classi (Terzaghi e Peck 1948, Skempton 1986):

0% - 15 %: molto sciolto

15% - 35 %: sciolto

35% - 65%: mediamente addensato

65% - 85%: addensato

Relativamente alla permeabilità dei depositi (permeabilità per porosità primaria) e delle rocce (permeabilità per fratturazione/secondaria) sono state distinte le seguenti classi (da Castany):

- permeabilità ridotta <  $10^{-6}$  m /s
- permeabilità medio ridotta da  $10^{-6}$  a  $10^{-4}$  m /s
- permeabilità media da  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  m /s
- permeabilità medio alta da  $10^{-3}$  a  $10^{-2}$  m /s
- permeabilità alta >  $10^{-2}$  m /s

Si sottolinea come i valori siano solo indicativi e non devono essere considerati come sostitutivi di prove eseguite ad *hoc*.

### **Depositi eluvio - colluviali**

Nella genesi dei terreni eluvio colluviali rivestono un'importanza primaria i fenomeni di degradazione fisica e meccanica delle rocce e gli stessi parametri tecnici dei terreni dipendono fortemente dalle caratteristiche composizionali della roccia madre.

In relazione a tali terreni diventa di fondamentale importanza l'interazione con l'acqua sia di scorrimento superficiale, che ne determina l'erosione e l'asportazione, sia l'acqua di infiltrazione e di ristagno che fa sì che la coesione si annulli. Inoltre data la genesi dei terreni è facile che si trovino a ricoprire il substrato roccioso in corrispondenza di versanti con pendenze medio elevate, con facile coinvolgimento in fenomeni di scivolamento di tipo "soil slip". In generale per i terreni in oggetto possono essere adottati i seguenti parametri indicativi:

- Angolo d'attrito  $\phi = 28^\circ - 32^\circ$
- Coesione = 0.5 - 1.5 kg/cmq
- Peso di volume = 1.60 - 1.70 g/cmc
- Stato di addensamento = poco addensato
- Permeabilità = medio bassa

### **Depositi alluvionali**

Si tratta di terreni granulometricamente variabili (GM - SM) la cui genesi è legata a fenomeni di dinamica fluviale (alternanza di fasi a normal deposizione e fenomeni di alluvionamento). In corrispondenza dell'alveo attuale sono presenti ciottoli e blocchi poligenici (B - GW - SW), perlopiù arrotondati ed eterometrici. I terreni più fini limoso - argillosi e sabbioso limosi (SM), caratteristica dei depositi alluvionali recenti e non degli attuali, che si presentano perlopiù con assenza di matrice fine, sono invece organizzati in geometria lenticolare e perlopiù colonizzati dalla vegetazione che si trova in zone distali rispetto all'asse attuale del corso d'acqua.

Data la non continuità delle lenti limoso - argillose (ML), la coesione può essere assunta pari a zero, a favore di sicurezza.

- Angolo d'attrito  $\phi = 34^\circ - 40^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.80 - 1.95 g/cmc
- Stato di addensamento = da sciolto (depositi attuali) a mediamente addensato (depositi recenti)
- Permeabilità = variabile: da media a elevata

### **Depositi di conoide alluvionale**

Le modalità di deposizione sono tipicamente legate alla diminuzione di velocità delle correnti in deflusso sia superficiale che sottosuperficiali. La dinamica deposizionale fa sì che all'interno di questi depositi i terreni possiedano granulometria inferiore nelle porzioni distali e marginali del conoide e terreni più grossolani localizzati verso l'apice e la porzione centrale e centro laterale. L'alternanza di fenomeni di deposizione normale (deposizione di sedimenti fini) e fenomeni di sovralluvionamento (deposizione di terreni più grossolani) rende i depositi estremamente variabili verticalmente e orizzontalmente. I parametri geotecnici possono assumere un range di valori piuttosto ampio che è puramente indicativo. Le caratteristiche tecniche, generalmente discrete, devono essere valutate puntualmente e corredate da indagini ad hoc in funzione della tipologia di opera da realizzare.

- Angolo d'attrito  $\phi = 30^\circ - 34^\circ$
- Coesione = 0 - 0.5 kg/cmq
- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cmc
- Stato di addensamento = da poco addensato ad addensato
- Permeabilità = medio - elevata

### **Depositi glaciali**

Tali terreni presentano in genere un buon assortimento granulometrico, con prevalenza di ghiaie e sabbia e diffusa presenza di blocchi, ciottoli e massi poligenici, immersi in matrice sabbiosa e limosa distribuita irregolarmente e localmente abbondante. Si tratta di terreni individuabili secondo la classificazione ASTM come miscele di GM e SM, B e ML. L'assortimento granulometrico conferisce discrete caratteristiche geotecniche ai terreni con i seguenti valori indicativi:

- Angolo d'attrito  $\phi = 30^\circ - 36^\circ$
- Coesione = 0 - 1 kg/cmq
- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cmc
- Stato di addensamento = mediamente addensato
- Permeabilità = medio - bassa

Facilmente tali depositi possono essere caratterizzati da fenomeni di ristagno idrico, soprattutto in concomitanza della presenza di terreni fini limoso - sabbiosi e in tal caso la coesione si annulla per saturazione dei depositi stessi. L'influenza della saturazione agisce anche sull'angolo d'attrito che può raggiungere in questi casi anche valori prossimi a  $30^\circ$ .

In termini applicativi tali terreni possiedono discrete caratteristiche di capacità portante in relazione alle opere di fondazione, mentre in presenza di scavi o di problematiche legate alla stabilità dei versanti, gli stessi hanno un comportamento dipendente da alcune condizioni al contorno quali l'acclività degli scavi e delle scarpate, la presenza di ruscellamenti diffusi, lo stato di erosione superficiale e la presenza di acqua d'infiltrazione e di scorrimento sottosuperficiale.

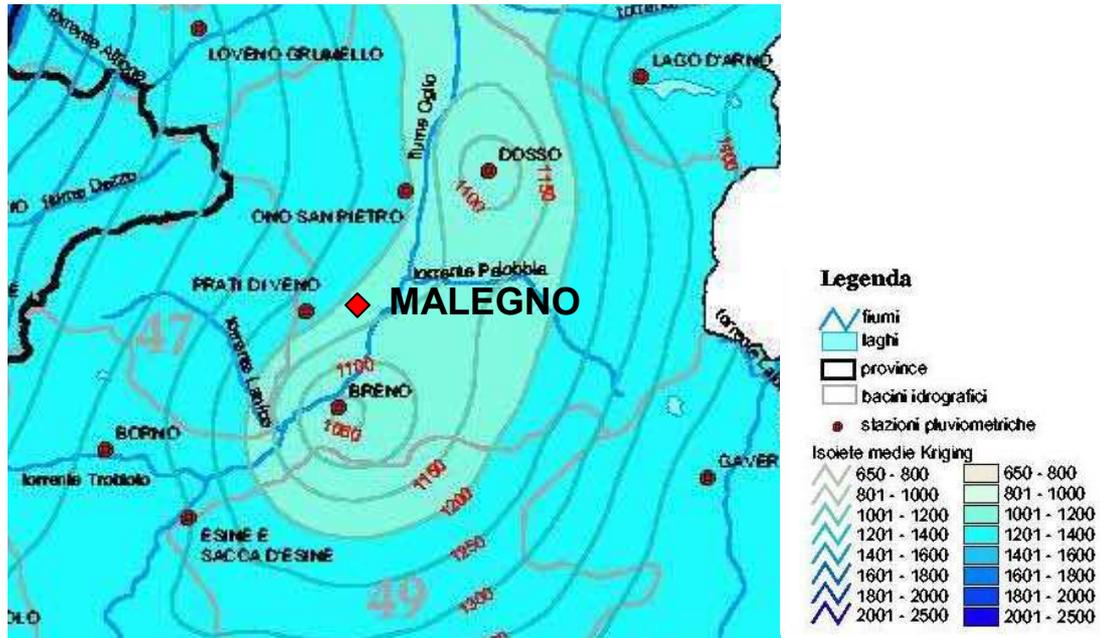
### ***Depositi detritici***

La genesi di questi depositi è legata al disfacimento del substrato roccioso ed in tal senso le caratteristiche di resistenza di tali terreni dipendono dalla roccia madre. Nel territorio esaminato i depositi detritici possiedono matrice fine in quantità estremamente variabile e in prevalenza localizzata nei depositi più antichi. Depositi recenti che lasciano le basi delle pareti rocciose, falde detritiche, sono perlopiù caratterizzate da terreni a granulometria grossolana (B, GP, SP), costituiti da ciottoli e blocchi immersi in matrice sabbiosa (SM). Le falde attive di recente formazione sono maggiormente instabili in quanto caratterizzate da scarsa matrice e relativo scarso assortimento granulometrico. La coesione di tali depositi è quindi nulla, mentre sono caratterizzati di alti valori dell'angolo d'attrito.

- Angolo d'attrito  $\phi = 34^\circ - 38^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.9 - 2.0 g/cm<sup>3</sup>
- Permeabilità = medio - elevata

Per i depositi di origine mista detritico - glaciale possono essere adottati valori intermedi dei range di variazione indicati.

### 1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E METEO-CLIMATICO



Lo studio del territorio non può prescindere dalla conoscenza dei dati meteorologici e climatici, soprattutto in previsione di eventi eccezionali con tempi di ritorno molto lunghi.

In questa sede vengono forniti dati di valutazione principalmente a scala comunale e sovracomunale, riferiti ai valori di piogge di breve durata e forte intensità.

Per quanto riguarda le precipitazioni medie annue, nella provincia di Brescia si riconoscono tre zone caratteristiche:

- Zona di pianura: precipitazioni comprese fra 700 e 1100 mm, crescenti con leggero gradiente avvicinandosi alla zona pedemontana;
- Zona intermedia: precipitazioni comprese tra 1000 e 1500 mm, crescenti con l'aumento di quota;
- Zona montana: si estende tra il crinale alpino e quello prealpino con precipitazioni comprese fra 1000 e 1800 mm.

L'influenza orografica concorre in modo determinante alla formazione di aree con diverso valore delle precipitazioni annue. La Val Camonica, avendo un'ampiezza in senso trasversale maggiore rispetto alle altre valli principali, presenta una notevole diminuzione delle precipitazioni annue, passando da valori prossimi ai 1800 mm (sul crinale) a valori inferiori a 1000 mm (nel fondovalle).

In sostanza, l'esame delle isoiete totali evidenzia una distribuzione delle precipitazioni notevolmente influenzata dall'orografia dominante e dai rapporti sussistenti tra le correnti aeree di diversa provenienza. Inoltre l'orografia ed i venti prevalenti contribuiscono a creare zone con diversa equazione della retta di possibilità climatica. Ad esempio la diversa esposizione dei versanti influisce sui climi locali delle vallate, sia determinando una diversa insolazione tra i due versanti, con conseguenze sulle temperature e sulla permanenza del manto nevoso, sia agendo diversamente sui versanti umidi e quindi sulla quantità delle precipitazioni.

A grande scala le precipitazioni medie annue sono comprese tra 1000 e 1800 mm. In riferimento al Comune di Malegno, dalla carta relativa alle precipitazioni medie annue (relative al periodo 1950 - 1986), redatta con il Primo Programma Generale di Protezione Civile, si ricavano valori compresi tra i 1150 ed i 1500 mm. I dati relativi alla pluviometria dell'area sono stati desunti dalla serie storica di precipitazioni relativa alla stazione del Gaver, scelta rispetto a quella di Breno ritenuta poiché ritenuta più conservativa e migliore per un'analisi a favore di sicurezza.

## **CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO -**

### **2.0 PREMESSA**

La nuova metodologia per l'analisi sismica del territorio rappresenta la principale novità introdotta dai nuovi criteri approvati con la d.g.r. 1566/05. Questa innovazione tiene conto anche del d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche sulle costruzioni" che richiede, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche locali mediante studi di risposta sismica locale (microzonazione). Il d.m. 14/2005 è entrato in vigore il 23 ottobre 2005, ma attualmente è in corso un periodo transitorio durante il quale è possibile applicare, in fase di progettazione, la normativa precedentemente in vigore (O.P.C.M. 3274/2003).

La d.g.r. 1566/05 dedica un intero allegato, il numero 5, alle procedure per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito vista la grande rilevanza assunta dalla materia nella normativa. In particolare tale metodologia si basa su 3 livelli di approfondimento successivi:

- 1^ livello: prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale.
- 2^ livello: prevede la caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (Fa) nelle aree PSL individuate con il 1^ livello e confronto con i valori di riferimento.
- 3^ livello: prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2^ livello.

## 2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI MALEGNO

### ASPETTI GENERALI

Il Comune di Malegno è classificato in zona sismica 4. La normativa, ed in particolare i "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" definiscono che, per i comuni appartenenti alla zona sismica 4:

- è obbligatorio il 1° livello in fase pianificatoria;
- è obbligatorio il 2° livello, sempre in fase pianificatoria, nelle zone classificate nella carta di pericolosità sismica locale (PSL) come Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03);
- è necessario effettuare un'analisi di 3° livello, solo in fase progettuale, nelle aree indagate con il 2° livello quando  $F_a$  calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale e nelle zone di PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici.

Verrà quindi fatta un'analisi di 1° livello della pericolosità sismica locale in base all'analisi delle condizioni geologiche e geomorfologiche del territorio esaminato, come indicato nelle direttive regionali (All. 5 della D.G.R. 8/1566/05).

### ANALISI DI 1° LIVELLO

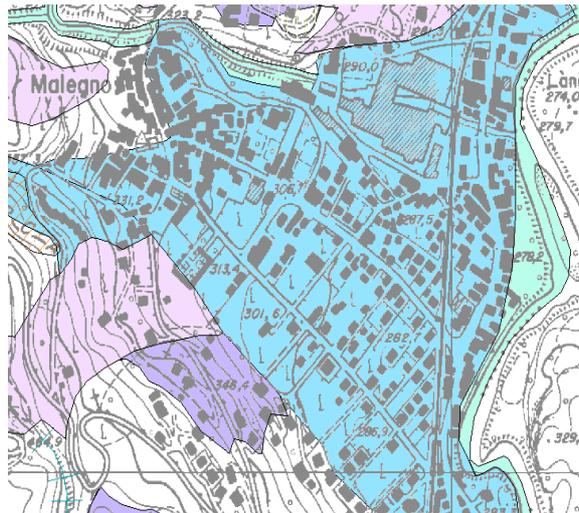
Tale procedura consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

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 carta geologica e dei dissesti, e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che sono oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali. Le diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali sono riportate in tabella (all. n.5 l.r. 12/2005).

<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

Sigla	Scenario Pericolosità Sismica Locale
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide detritico-lacustre
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le cotri loessiche)
Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale

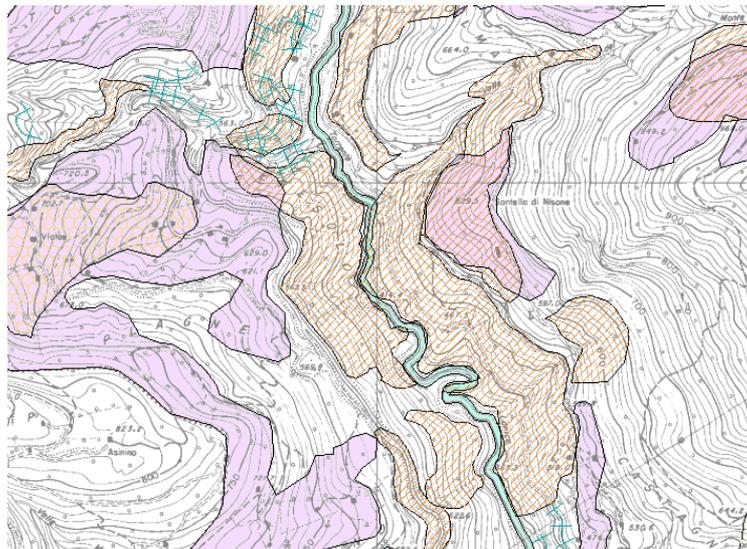
**Fig 3** Stralcio della Carta della Pericolosità Sismica Locale-abitato di



Il territorio comunale è stato suddiviso nelle diverse zone. L'abitato di Malegno risulta essere

classificato come Z4b, Z4c e Z4d per la presenza sia dei depositi di conoide alluvionale, sia di depositi eluvio colluviali che di terreni di origine glaciale; mentre la zona di fondovalle, che si sviluppa lungo la ss 42, risulta essere classificata come Z4A insistendo su depositi alluvionali del fiume Oglio.

A nord del centro abitato, invece, la zona di Ceresolo è stata classificata come Z1a poiché



Sigla	Scenario Pericolosità Sismica Locale
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo

**Fig 4** Stralcio della Carta della Pericolosità Sismica Locale-Loc. Ceresolo-

caratterizzata da movimenti franosi attivi

La carta della Pericolosità Sismica Locale è stata redatta in scala 1:10000 sulla Carta Tecnica Regionale ricoprendo tutto il territorio Comunale (cfr carta 04).

## **CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI –**

### **3.0 PREMESSA**

Gli altri aggiornamenti hanno riguardato:

- estensione ed aggiornamento della Carta di Fattibilità a tutto il territorio comunale;
- aggiornamento della Carta di Sintesi ai contenuti della pianificazione sovraordinata;
- aggiornamento della Carta dei Vincoli ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

### **3.1 CARTA DI SINTESI**

La carta di Sintesi è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10000 (cfr Tav. 04 e 04.1) definendo i diversi ambiti di pericolosità e vulnerabilità. Più specificatamente il territorio comunale è stato suddiviso in aree omogenee riferite al fenomeno che genera la pericolosità; tali aree possono essere raggruppate in:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

### **3.2 CARTA DEI VINCOLI**

La carta dei Vincoli è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10.000 (cfr Tav. 02) rappresentando le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998;
- Quadro del Dissesto come presente nel SIT regionale.

### **3.3 CARTA DI FATTIBILITA'**

La carta di fattibilità geologica per le azioni di piano fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio ed è stata desunta dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli attribuendo i diversi valori di classe di fattibilità. Sulla carta sono state sovrapposte le aree soggette ad amplificazione sismica locale e le aree soggette ad instabilità desunte dalla carta di pericolosità sismica locale.

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di Piano" che ne riportano la relativa normativa d'uso.

Di seguito vengono riportate le definizioni attribuite a ciascuna classe di fattibilità:

#### **Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni**

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

#### **Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

#### **Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione dell'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

## **Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) delle l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

*Dott. Geol. Luca M. Albertelli*