

## INDICE

<b>CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -</b> .....	<b>2</b>
1.0 <b>PREMESSA</b> .....	2
1.1 <b>STATO DEL TERRITORIO</b> .....	4
<b>CAPITOLO 2 - ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E STRUTTURALI -</b> .....	<b>6</b>
2.2 <b>ELEMENTI GEOTECNICI</b> .....	14
2.3 <b>ELEMENTI GEOMECCANICI</b> .....	22
2.4 <b>ELEMENTI DI DINAMICA GEOMORFOLOGICA</b> .....	23
<b>CAPITOLO 3 - ASPETTI CLIMATICI</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPITOLO 4 - AGGIORNAMENTO SISMICO</b> .....	<b>32</b>
4.0 <b>PREMESSA</b> .....	32
4.1 <b>ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI EDOLO</b> .....	33
4.1.1 <b>ASPETTI GENERALI</b> .....	33
4.1.2 <b>ANALISI DI 1^ LIVELLO</b> .....	34
<b>CAPITOLO 5 - ALTRI AGGIORNAMENTI -</b> .....	<b>36</b>
5.0 <b>PREMESSA</b> .....	36
5.1 <b>CARTA DI SINTESI</b> .....	36
5.2 <b>CARTA DEI VINCOLI</b> .....	36
5.3 <b>CARTA DI FATTIBILITA'</b> .....	37
Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni.....	37
Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni .....	37
Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni .....	37

## **CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -**

### **1.0 PREMESSA**

Su incarico del Comune di Edolo 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 Edolo è dotato di Studio per la caratterizzazione e la definizione del Reticolo Idrico Minore (redatto nel 2004 e successivamente integrato in maggio 2005) e di Studio Geologico a supporto del PRG redatto secondo i criteri della l.r. 41/97 nel 2004 e successivamente aggiornato sulla base delle seguenti note della Regione Lombardia:

- **Luglio 2007:** aggiornamento dello studio geologico comunale a seguito delle indicazioni fornite dalla Regione Lombardia in data 28 dicembre 2005 nel parere di cui a protocollo N° Z1.2005.0037569
- **Febbraio 2008:** aggiornamento dello studio geologico comunale a seguito delle indicazioni fornite dalla Regione Lombardia in data 06-febb-2008 nel parere di cui a protocollo Z1.2008.002424
- **Dicembre 2008:** aggiornamento dello studio geologico comunale a seguito delle indicazioni fornite dalla Regione Lombardia in data 18 giugno 2008 nel parere di cui a protocollo Z1.2008.11228

In seguito, vista l'approvazione di conformità dello Studio Geologico a supporto del PRG notificata da Regione Lombardia in data 17 febbraio 2009 con parere di cui al protocollo Z1.2009.003305, si è potuto procedere a:

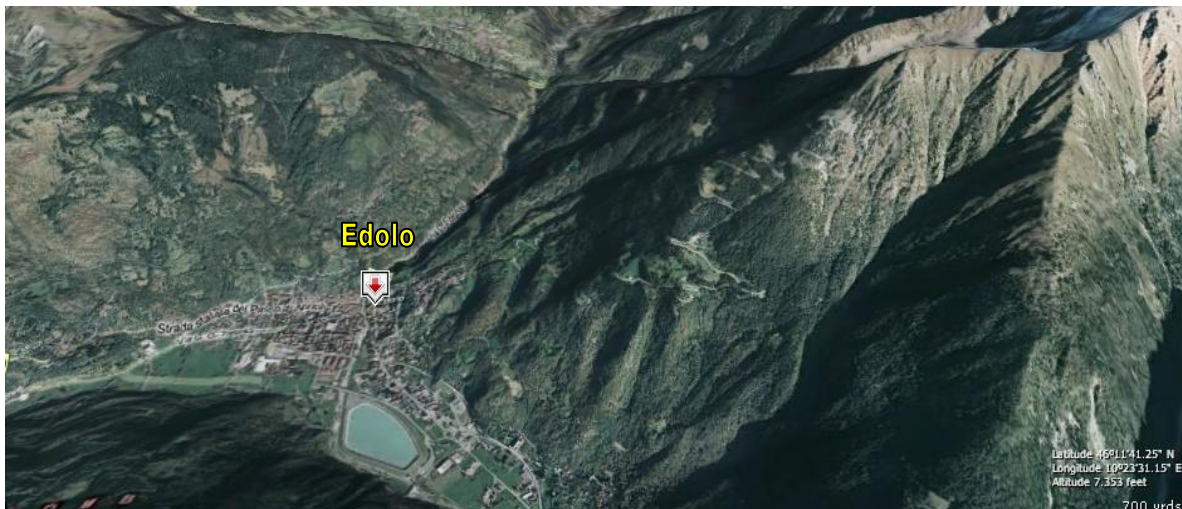
- Aggiornare lo studio geologico per la componente sismica;
- Estendere la Carta di Fattibilità all'intero territorio comunale;
- Aggiornare le carte dei Vincoli, di Sintesi e di Fattibilità ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

Restano valide le cartografie dello Studio Geologico per quanto riguarda il quadro del dissesto così come approvate dal Comune di Edolo e dalla Regione Lombardia.

Il presente studio si compone di 2 tavole descrittive e 17 tavole cartografiche delle quali si fornisce l'elenco:

- Tav. 01:** Relazione Generale;
- Tav. 02:** Norme Geologiche di Piano
- Tav. 03.1:** Carta Dei Vincoli su CTR 1:10.000; Edolo Ovest
- Tav. 03.2:** Carta Dei Vincoli su CTR 1:10.000; Edolo Est
- Tav. 04.1:** Carta Di Sintesi su CTR 1:10.000; Edolo Ovest
- Tav. 04.2:** Carta Di Sintesi su CTR 1:10.000; Edolo Est
- Tav. 04.A:** Carta di Sintesi su volo aerofotogrammetrico  
scala 1:5.000; Edolo Ovest - Centro
- Tav. 04.B:** Carta di Sintesi su volo aerofotogrammetrico  
scala 1:5.000; Edolo Est - Nord - Centro Nord
- Tav. 05.1:** Carta Della Pericolosità Sismica Locale su CTR  
1:10.000; Edolo Ovest
- Tav. 05.2:** Carta Della Pericolosità Sismica Locale su CTR  
1:10.000; Edolo Est
- Tav. 06.1:** Carta Di Fattibilità su CTR 1:10.000; Edolo Ovest
- Tav. 06.2:** Carta Di Fattibilità su CTR 1:10.000; Edolo Est
- Tav. 06.A:** Carta di Fattibilità su volo aerofotogrammetrico  
scala 1:2.000; Edolo Ovest
- Tav. 06.B:** Carta di Fattibilità su volo aerofotogrammetrico  
scala 1:2.000; Edolo Centro
- Tav. 06.C:** Carta di Fattibilità su volo aerofotogrammetrico  
scala 1:2.000; Edolo Est
- Tav. 06.D:** Carta di Fattibilità su volo aerofotogrammetrico  
scala 1:2.000; Edolo Centro Nord
- Tav. 06.E:** Carta di Fattibilità su volo aerofotogrammetrico  
scala 1:2.000; Edolo Nord
- Tav. 07.1:** Carta con legenda uniformata PAI su CTR 1:10.000;  
Edolo Ovest
- Tav. 07.2:** Carta con legenda uniformata PAI su CTR 1:10.000;  
Edolo Est

## 1.1 STATO DEL TERRITORIO



**Fig.1** Veduta aerea di Edolo

Il comune di Edolo è situato in Alta Valle Camonica (provincia di Brescia) in corrispondenza della confluenza del Torrente Ogliolo di Edolo (che scorre in direzione ovest - est lungo il fondovalle che mette in comunicazione la Valle Camonica e la Valtellina) e del Fiume Oglio.

L'abitato sorge sul conoide generato dal fiume Oglio in uscita dalla stretta forra posta in Comune di Monno.

I limiti comunali sono costituiti a nord dal Comune di Monno, Incudine, Vezza d'Oglio, Vione, Temù e Ponte di Legno, a est con Saviore dell'Adamello, a sud con Sonico e a ovest con Corteno Golgi e la Provincia di Sondrio.

Il territorio ha un'estensione areale di circa 90 kmq e si estende principalmente in direzione est-ovest, trasversalmente rispetto allo sviluppo della Vallecamonica, spingendosi a ovest sino alla Cima dell'Adamello (3554 m) e comprendendo la zona dei laghi glaciali dell'Avio, Benedetto e Venerocolo.

Oltre all'abitato principale (situato ad una quota media di 690 m s.l.m.) fanno parte del comune le frazioni di Mu (quota media 760 m s.l.m.), Cortenedolo (quota media 880 m s.l.m.), Vico (quota media 935 m s.l.m.) e Nembra (quota media 750 m s.l.m.).

L'area studiata può essere suddivisa in cinque settori: l'area di fondovalle (comprendente l'abitato di Edolo, la zona industriale e l'area su cui insiste il bacino di accumulo ENEL), il versante che si sviluppa a nord e a nord ovest dell'abitato (comprendente numerose frazioni quali: Cortenedolo, Vico, Nembra), il versante posto in

destra idrografica al torrente Ogliolo (caratterizzata perlopiù dalla presenza di cascinali sparsi e gruppi di baite) e delimitato dalla cima del Piz Tri, i versanti che si sviluppano in destra e sinistra idrografica del Fiume Oglio (tra le località di maggior estensione l'abitato di Mu e la località Pleria) e il settore orientale del territorio (caratterizzato dalla presenza dei bacini idroelettrici di Pantano, Venerocolo, Benedetto e Avio).

Le zone del territorio esterne ai nuclei abitati, sono caratterizzate da una densità abitativa bassa con presenza di tipologie di edifici di carattere alpino (cascinali e baite) utilizzati prevalentemente nei periodi estivi e primaverili e in parte per scopo agricolo (alpeggi e malghe).

La parte montuosa del territorio, che si concentra perlopiù nel settore orientale del territorio e con minor estensione areale lungo i versanti in destra e sinistra idrografica del torrente Ogliolo, è di tipo tipicamente alpino, caratterizzato da elevate pendenze e dalla presenza della sede del Ghiacciaio dell'Adamello. I laghi glaciali, oltre ad essere conosciute mete turistiche, alimentano la centrale di Edolo.

Le aree pianeggianti nel territorio comunale rappresentano una piccola parte del territorio e si sviluppano principalmente lungo le piane alluvionali del Fiume Oglio e del torrente Ogliolo. L'abitato principale è localizzato in corrispondenza del raccordo tra il conoide generato dal Fiume Oglio e le piane alluvionali.

Il territorio comunale risulta delimitato e inciso da due importanti aste fluviali quella del Fiume Oglio (con sviluppo nord-sud, localizzato nella porzione centro occidentale del territorio) e quella del torrente Ogliolo (che si sviluppa est-ovest nel settore sud occidentale e che confluisce con il Fiume Oglio in prossimità del confine comunale di Sonico). Idrograficamente il territorio è caratterizzato da numerosi alvei torrentizi che confluiscono nel Fiume Oglio e nel Torrente Ogliolo, tra i principali si citano il torrente della Valle Gallinera (che sfocia in comune di Sonico), la valle Moia (che sbocca a nord dell'abitato di Mu), la valle Guspessa (che segna il limite comunale con il comune di Corteno Golgi) e la Valle di San Sebastiano (che delimita a est la frazione di Cortenedolo). I restanti alvei torrentizi (fatto salvo per quelli localizzati nel settore

orientale del territorio nell'area dei laghi glaciali) possiedono comunque un limitato sviluppo e piccoli bacini imbriferi.

Nel territorio esaminato la viabilità si sviluppa secondo una direttrice principale costituita dalla S.S. 42 del Tonale e della Mendola, che attraversa l'abitato in direzione nord - sud. Dal centro del paese si dirama inoltre la SS39 (strada dell'Aprica) e una strada secondaria intercomunale (in parte di recente realizzazione) che collega l'abitato di Edolo a quello di Santicolo.

Sempre dalla direttrice principale si diramano poi le vie di comunicazione intercomunali e comunali. Si tratta di strade di viabilità minore costituita da:

- viabilità interna al centro urbano;
- strada di collegamento della frazione di Mu alla sede comunale;
- strada di collegamento dalla SS39 alle frazioni di Vico, Nembra, Pleria;
- strada di collegamento dalla frazione di Mu alla località monte Colmo;
- viabilità minore che conduce alle zone adibite ad alpeggi.

## **CAPITOLO 2 - ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E STRUTTURALI -**

### **2.1 CARATTERI GEOLOGICO - STRUTTURALI**

Dal punto di vista geologico il territorio esaminato si trova a sud della Linea Insubrica, costituendo quindi parte dei terreni delle Alpi Meridionali. Le rocce affioranti sono rappresentate prevalentemente da quelle appartenenti al basamento archeozoico sudalpino.

Dal punto di vista litologico a nord del lineamento insubrico si trovano rocce appartenenti alla formazione degli gneiss del Monte Tonale (appartenenti alla zolla Europea e pertanto definiti in letteratura "Austridi"), mentre a sud compaiono i litotipi appartenenti al basamento cristallino sudalpino.

*Il Basamento cristallino* è costituito da rocce di medio-basso grado metamorfico riunite sotto il nome di *Scisti di Edolo* che costituiscono la maggior parte del Complesso Sudalpino. In realtà si tratta di una formazione costituita da rocce che spaziano da micascisti cloritici e localmente muscovitici, scisti grigio-scuri, talora biotitici con letti e vene di quarzo a filladi, con locali intrusioni porfiriteiche

sia concordanti che discordanti rispetto alla scistosità, passanti a micascisti quarziticici e a quarziti compatte, in funzione del grado metamorfico che a sua volta è funzione della vicinanza o meno del plutone intruso.

Oltre alla variabilità di facies imputabile alla variazione di grado metamorfico, si aggiunge anche quella dovuta all'origine sedimentaria pelitica di questa formazione.

Caratteristica di tali rocce è la presenza dei piani di scistosità, dati dall'isorientazione dei minerali micacei e l'intensa fratturazione (legata alla vicinanza della linea Insubrica parallelamente alla quale tende a disporsi l'orientazione della scistosità principale) accompagnate dalla facile sfaldabilità dell'ammasso roccioso, dovuto anche alla presenza di circolazione idrica localmente abbondante. L'azione glaciale ha agito sulla porzione superficiale degli ammassi rocciosi, determinando la formazione di un "tetto di alterazione" disarticolato ed alterato anche a causa dell'azione degli agenti atmosferici. Tale fenomeno si osserva maggiormente in corrispondenza delle facies "scistose cloritico-muscovitiche" mentre le facies maggiormente quarzitiche e i filoni intrusi di natura porfirica, risultano meccanicamente più resistenti a causa della maggior compattezza e della maggior resistenza alla degradazione.

I fattori precedentemente citati sono i fattori predisponenti per il verificarsi dei fenomeni di caduta massi o di fenomeni di scivolamento in roccia.

Lungo il tratto di versante compreso tra i limiti comunali con il comune di Monno e l'abitato, la formazione degli scisti di Edolo presenta frequenti intercalazioni di quarziti (individuate in letteratura come Quarziti del Dosso Paso). Le quarziti, come già detto, presentano una maggior resistenza meccanica ai fenomeni di degradazione e pertanto tendono a mostrarsi in maggior rilievo rispetto alle facies scistose e più facilmente erodibili.

La valle Grande incide completamente (fatto salvo una piccola porzione in testata che risulta costituita da rocce intrusive dell'Aviolo) il substrato roccioso costituito dagli scisti di Edolo.

Come già detto le caratteristiche strutturali sono legate alla presenza della Linea Insubrica (indicata in tavola 01) che si allunga in direzione est-ovest a nord del territorio comunale ed è individuabile nell'avvallamento posto a nord del tratto di versante

compreso tra i limiti comunali con il comune di monno e di Corteno Golgi. Il tracciamento della Linea Insubrica (che nell'area di interesse prende il nome di Linea del Tonale) e la sua precisa collocazione risulta difficilmente determinabile, poiché trattasi non di un lineamento preciso, ma di una densa fascia di superfici di movimento subparallele (faglie) con annesso alcune linee parallele minori. La linea è costituita da due faglie subparallele che si intersecano in corrispondenza del monte Padrio e nel territorio di Monno. Alle linee di faglia sono associati fasci di rocce a composizione migmatitica che possono avere ampie estensioni e che sono associate a rocce milonitizzate, cataclasate.

Lo stato di fratturazione delle rocce nella porzione alta del versante determina un'evoluzione dinamica del territorio molto rapida, a causa dei fenomeni di crollo e di movimento gravitativo, nonché della forte erosione a cui le aree (poste a quote elevate) sono soggette ad opera degli agenti meteorici e delle variazioni climatiche. Sono poi presenti alcune linee di fratturazione secondarie, disposte perpendicolarmente al lineamento insubrico e in direzione quindi della massima pendenza del versante: è parallelamente a queste linee di fratturazione che si impostano i principali impluvi e le aree in avvallamento che solcano i versanti del territorio comunale esposti a sud.

I versanti esposti a ovest sono invece caratterizzati dalla presenza del lineamento della Gallinera, lungo il quale si imposta l'omonima valle. Anche in questo caso, perpendicolarmente al lineamento principale, sono presenti alcune linee di fratturazione secondarie, lungo le quali si impostano altre vallette secondarie.

In entrambi i casi, sia per il versante esposto a sud sia per quello esposto a est, tali linee di frattura rappresentano linee preferenziali per l'infiltrazione e lo scorrimento delle acque sotterranee che, nel soprattutto nel caso del versante esposto a sud, emergono poi in corrispondenza dei terrazzamenti morfologici (di origine tettonico-strutturale e glaciale) posti alle quote più basse del versante.

Un altro lineamento che interessa marginalmente l'area in studio è costituito dalla Linea di Santicolo. Si tratta di una faglia che interessa il versante esposto a nord in destra idrografica al torrente Ogliolo. In corrispondenza di tale lineamento si possono osservare sottili orizzonti milonitici (dal tipico colore nero e untuosi al



tatto) e la brusca deviazione di un corso d'acqua che discende il versante quasi trasversalmente allo stesso. All'attività neo tettonica connessa a tale lineamento è da ricercarsi secondo alcuni studiosi, la causa del movimento gravitativo profondo (complessivamente inattivo che interessa questo settore di versante). Spingendosi verso il contatto con le zone d'intrusione plutonica (**Plutone dell'Adamello**) le formazioni risultano interessate da sovrascorrimenti anche intraformazionali, che concordano con il sovrascorrimento principale, cioè con piano d'immersione verso sud e movimento verso nord.

Il substrato roccioso della testata della Val d'Avio (così come la vicina Val Paghera) è costituito dalle rocce intrusive terziarie del Plutone dell'Adamello: nella zona Forcellino Giulio affiorano lembi di rocce metamorfosate per contatto diretto con la massa magmatica intrusa costituiti originariamente sia dal Basamento cristallino degli *Scisti di Edolo*, sia dalla copertura Permo Triassica.

La collocazione di lembi di basamento e copertura è legata all'assetto tettonico strutturale dell'area caratterizzato dalla presenza della linea della Gallinera (dislocamento a carattere regionale con sviluppo NE-SW, costituente il prolungamento in direzione est della Linea Orobica. Nelle zone vicine a suddetto lineamento le rocce presentano intensa fratturazione: si trovano infatti fasce cataclastiche che interessano sia le masse intruse sia le rocce metamorfosate. La valle Gallinera, impostata lungo l'omonimo lineamento, mostra lungo il versante sinistro della valle rocce tonalitiche associabili al complesso magmatico del Baitone (localizzato in Comune di Sonico), mentre alla base, nel fondovalle e in direzione del passo Gallinera affiorano lembi di rocce Permo-triassiche (arenarie e conglomerati appartenenti alla formazione del Verrucano Lombardo e del Servino, oltre che a lembi di Carniola di Bovegno), in stato di cataclasi e metamorfismo di contatto tale da non consentirne il riconoscimento diretto. Il versante destro della Valle Gallinera è invece impostato in rocce metamorfiche del Basamento Cristallino Sudalpino (Scisti di Edolo) e nel tratto inferiore del versante affiorano le quarzodioriti dell'Aviolo. Le stesse quarzodioriti affiorano in corrispondenza della testata della Val Finale.

Le rocce intrusive del Plutone dell'Adamello, caratterizzano anche la testata della Val Moia (in zona Monte Aviolo), in forma di granodioriti e quarzodioriti.

Nella valle dei laghi Venerocolo-Avio si distingue principalmente una tipologia di massa intrusa: la Granodiorite del Lago d'Avio (affiorante in corrispondenza del Lago d'Arno), biotitico-anfibolica (che affiora per la maggior parte nella parte nord dell'area) e la Tonalite dell'Adamello (affiorante nell'area in esame), dalla tipica grana medio-grossolana con cristalli evidenti di feldspato e plagioclasti.

Le tonaliti sono rocce costituite prevalentemente da plagioclasio e quarzo e in subordine biotite e anfibolo, sono relativamente scure e hanno grana tipicamente grossolana. Spesso si osservano passaggi a facies leucotonalitiche.

### ***Depositi superficiali***

I depositi superficiali sono rappresentati da:

- **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. Alcuni spaccati sono visibili in corrispondenza di nicchie di distacco di frane inattive (dove possono anche manifestarsi fenomeni di emergenza idrica con relativa saturazione dei depositi caratterizzati da presenza di matrice fine scarsamente permeabile). Nel tratto di valle che collega l'Aprica all'abitato di Edolo, i depositi glaciali risultano, seppur di spessore esiguo in quanto il substrato roccioso è perlopiù subaffiorante, piuttosto diffusi a testimonianza dell'antica lingua glaciale che scendeva dal passo dell'Aprica e si collegava al ghiacciaio camuno. La presenza di depositi glaciali nel senso "letterale del termine" è osservabile in corrispondenza della conca dei laghi Benedetto-Venerocolo e Avio: in tal caso la deposizione più recente consente di osservare forme caratteristiche quali cordoni morenici, rock glaciers e aree di accumulo di detrito glaciale attuali, in corrispondenza dei circhi glaciali che delimitano il confine

comunale.

Depositi glaciali sono diffusi anche lungo il settore di versante posto in destra idrografica al corso del Torrente Ogliolo e che fa capo alla cima del Piz Tri. Si tratta in questo caso di depositi detritico glaciali rimaneggiati che si sviluppano in area a media pendenza sottostanti versanti più ripidi caratterizzati dalla presenza di depositi detritici.

- **depositi eluvio colluviali e colluvio glaciali:** 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 medie e basse spesso interdigitati a depositi colluvio glaciali (messi in posto per asportazione degli orizzonti superficiali alterati dei depositi glaciali, ad opera del dilavamento delle acque superficiali in deflusso lungo i versanti), questi ultimi caratterizzati da percentuali significative di argilla. I depositi colluviali in senso generico si formano in corrispondenza delle superfici topografiche subpianeggianti (terrazzi morfologici).
- **depositi detritici di versante:** si trovano localmente alla base delle pareti rocciose più fratturate e alterate, in stato attivo nel settore est del territorio e frammisti a depositi glaciali rimaneggiati presso la maggior parte del territorio comunale. Falde detritiche di maggior estensione sono state individuate, oltre che nella porzione orientale del territorio, alla base delle pareti del versante esposto a nord delimitato dalla cima del Piz Tri. Sono caratterizzati dalla presenza di blocchi eterometrici spigolosi (perlopiù appartenenti agli scisti di Edolo) immersi in matrice sabbiosa variabile quantitativamente in funzione dello stato di attività del deposito (nel caso di depositi con stato di attività "attivo" i blocchi accatastati sono caratterizzati dalla quasi totale assenza di matrice) e colonizzati o meno dalla vegetazione sempre in relazione allo stato di alimentazione.

- **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 al Torrente Ogliolo, 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. I depositi alluvionali attuali sono costituiti in prevalenza da materiali grossolani, blocchi, ghiaie e ciottoli di varia pezzatura in scarsa o nulla matrice sabbiosa e localmente limosa. Per quanto riguarda i depositi alluvionali recenti, nel caso del Fiume Oglio, questi sono costituiti da ghiaie e sabbie limose, mentre lungo la piana del torrente Ogliolo si trovano depositi superficiali caratterizzati da una minor granulometria (a causa del fenomeno precedentemente citato della formazione di un lago di sbarramento temporaneo) prevalentemente limoso sabbiosa. Infine si segnala la presenza di limi argilloso sabbiosi, di potenza metrica, localizzati presso il bacino di accumulo ENEL. Tali livelli sono stati individuati durante l’esecuzione di alcuni sondaggi geognostici realizzati a supporto del progetto di realizzazione dell’invaso. In corrispondenza di tali aree, la carta di sintesi delle problematiche (tavole 05A e 05B) riporta la dicitura: “aree caratterizzate da depositi superficiali che, per genesi e modalità di deposizione, possiedono medio basse caratteristiche tecniche, poco addensati, scarsamente permeabili e le zone caratterizzate da terreni eterogenei variabili localmente con possibile presenza di lenti e livelli di sabbie fini, limi e argille”.
  
- **depositi di conoide:** si trovano allo sbocco delle valli tributarie principali del Fiume Oglio e del Torrente Ogliolo, dove per effetto della brusca diminuzione di pendenza i corsi d’acqua abbandonano il materiale trasportato depositandolo nella la tipica forma a cono. I depositi di conoide possiedono al loro interno una certa classazione granulometrica orizzontale perché i materiali più fini tendono a disporsi nella parte inferiore e laterale della conoide, mentre i più grossolani (trasportati perlopiù durante gli eventi di piena) nel settore mediano della conoide ed in corrispondenza dell’attuale alveo torrentizio che generalmente incide la sua

stessa conoide. I più significativi sono rappresentati dalla Conoide della Valle dei Bezzi, della Valle Dosso di Mezzano e l'apparato di deiezione del fiume Oglio in corrispondenza del centro abitato di Edolo. Si tratta in tutti i casi citati di depositi con stato inattivo. Conoidi caratterizzati da uno stato di attività "attivo o quiescente" sono invece localizzabili nel settore orientale del territorio esaminato, in particolare nell'area di insediamento dei laghi glaciali allo sbocco delle incisioni vallive. La forte dinamica evolutiva che caratterizza questo settore rende tali forme particolarmente evidenti in quanto scarsamente o per nulla vegetate.

Sono stati distinti, ove significativi, anche i **depositi di frana**, costituiti da masse di terreno a granulometria prevalentemente grossolana e eterogenea, evidentemente rimaneggiate ad opera degli agenti gravitativi, anche se difficilmente distinguibili da osservazione diretta in sito, ma rilevabili dall'esame delle foto aeree. Le forme inattive caratterizzano i settori centrali e occidentali del territorio, mentre accumuli recenti e attualmente alimentati perlopiù da crolli isolati sono individuabili nel settore orientale.

Una serie di fenomeni franosi impostati in depositi glaciali si individua lungo il versante in sinistra idrografica della Val Finale. La valle incide infatti profondamente i depositi glaciali e detritico glaciali costituenti il versante, generando scarpate ripide interessate da erosione intensa e degradazione anche a causa dell'azione erosiva di fondo e laterale esplicita dallo stesso corso d'acqua.

Alle quote più alte dei versanti si sono rilevati anche piccoli depositi "**torbosi**" (l'estensione modesta spesso ne ha impedito la rappresentazione cartografica), soprattutto in corrispondenza di aree sub-pianeggianti e umide: questi depositi testimoniano la presenza residuale di terreni glaciali ricchi di materiale organico ed ora soggetto a decomposizione.

## 2.2 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. Ad esempio la composizione delle rocce appartenenti alla formazione degli Scisti di Edolo prevalentemente micacea tende a generare terreni a prevalente composizione sabbioso limosa, con locali trecce di limo argilloso.

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 superficiale 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 colluviali-glaciali

Si trovano generalmente negli strati più superficiali dei depositi glaciali, diffusi quindi sia sui versanti a est dell'abitato sia sul versante retrostante l'abitato che si allunga in direzione dell'Aprica e del Tonale. Sono costituiti da ghiaie e ciottoli in abbondante matrice sabbiosa e limosa. Generalmente poco addensati, la presenza di abbondante matrice sabbiosa li rende poco resistenti all'erosione da parte delle acque di ruscellamento superficiali. Per tali livelli, che come già detto vanno a costituire l'orizzonte più superficiale dei depositi glaciali, possono essere assunti i seguenti parametri tecnici indicativi:

- Angolo d'attrito  $\phi$ , =  $30^{\circ}$  -  $32^{\circ}$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.65-1.70 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 li presentano perlopiù con assenza di matrice fine, sono invece organizzati in geometria lenticolare e perlopiù colonizzati dalla vegetazione 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.

I terreni alluvionali dell'Oglio sono costituiti da ciottoli, massi e ghiaie intercalati da bancate generalmente metriche di depositi limosi di origine lacustre. Tali bancate si individuano perlopiù nella zona del bacino di accumulo dell'ENEL, ma anche in corrispondenza della piana alluvionale del Torrente Ogliolo nei pressi della confluenza con il Fiume Oglio (sono stati eseguiti alcune prove geognostiche e alcuni scavi che hanno consentito di individuarle). Tale assetto litostratigrafico, caratterizzato dalla presenza di bancate di terreni di origine lacustre) è legato alla formazione in passato di uno sbarramento della valle dell'Oglio a seguito degli eventi di trasporto solido della valle Rabbia di Sonico. Lo sbarramento temporaneo ha consentito la formazione di un lago temporaneo presso il quale si manifestavano fenomeni di sedimentazione di terreni perlopiù fini. I sondaggi geognostici eseguiti a supporto della realizzazione dell'invaso artificiale hanno consentito di individuare a varie profondità indagate la presenza di livelli fini limoso sabbiosi probabilmente legati a ulteriori fasi di sedimentazione in corrispondenza di sbarramenti temporanei che si formavano in quest'area a seguito degli eventi di sovralluvionamento della Valle Rabbia di Sonico.

L'assetto stratigrafico nell'intorno della vasca di accumulo ENEL è stato ricostruito con maggior precisione dall'esecuzione di alcuni



sondaggi eseguiti dalla Direzione Costruzioni dell'ENEL, spinti sino a profondità dell'ordine dei 40 metri.

I depositi superficiali, in corrispondenza della destra idrografica, si spingono sino a 36-38 metri da p.c. e al di sotto è localizzato il substrato roccioso. A valle dello sbarramento (nella zona centrale del fondovalle) lo spessore dei depositi supera i 40 metri.

I depositi possono essere schematicamente suddivisi in tre unità:

- *livello superficiale: costituito da depositi alluvionali recenti (distinti in un orizzonte grossolano e uno più fine);*
- *livello intermedio: depositi lacustri;*
- *livello di fondo (a contatto con il substrato roccioso) depositi glaciali.*

Il livello superficiale alluvionale è costituito da due orizzonti di cui il primo caratterizzato dalla presenza di ghiaie, ciottoli e massi e il secondo da terreni più fini sabbie e limi. Il livello grossolano (entro il quale si attesta la falda idrica) è sempre presente e comunque assume maggior spessore (circa 10 metri) in vicinanza della sede dell'alveo, mentre il livello più fine è localizzato nelle zone più distali dell'alveo (soprattutto nel settore settentrionale della vasca) e in questo caso va a sostituire parzialmente il livello grossolano che risulta pertanto localizzato a maggior profondità e di minor spessore (circa 4 metri).

L'orizzonte ghiaioso è caratterizzato da parametri buoni, con valori del  $N_{spt}$  compresi tra 50 e 80 colpi/piede. Per tali terreni valgono indicativamente i seguenti parametri:

- Angolo d'attrito  $\varphi = 36^\circ - 40^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.85 - 1.95 g/cm<sup>3</sup>
- Stato di addensamento = da mediamente addensato ad addensato
- Permeabilità = elevata

L'orizzonte più fine è caratterizzato da proprietà tecniche mediocri, dipendenti comunque dalle specifiche caratteristiche granulometriche e dallo stato di addensamento dei depositi. Possono essere assunti pertanto i seguenti parametri indicativi:

- Angolo d'attrito  $\varphi = 30^\circ - 34^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.75 - 1.85 g/cm<sup>3</sup>
- Stato di addensamento = da poco addensato a mediamente
- Permeabilità = bassa

*Infine si segnala che in corrispondenza della piana alluvionale del Torrente Ogliolo lo spessore dei depositi (analogamente a quanto visto per la piana del Fiume Oglio costituiti nelle porzioni superficiali da depositi alluvionali e più profonde da depositi glaciali a contatto con il substrato roccioso), individuato nel corso del sondaggio geognostico eseguito in corrispondenza della Ditta De Faeto, è di circa 40 metri.*

### **Depositi lacustri**

Si tratta dei depositi individuati lungo la piana del fiume Oglio nel corso dell'esecuzione dei sondaggi per la realizzazione del bacino di accumulo, localizzati a circa 4-10 metri di profondità dal piano campagna. L'approfondimento aumenta portandosi verso le zone distali rispetto alla sede attuale dell'alveo. Si tratta di depositi costituiti da sabbie limose, limi sabbiosi e limi o limi argillosi con locale presenza di livelli di torba. Geneticamente sono legati alla formazione temporanea di un lago di sbarramento (a seguito degli eventi di trasporto solido della Valle Rabbia di Sonico) con apporti episodici di materiale alluvionale più grossolano. La potenza della formazione è di circa 20 - 30 metri, maggiore nella fascia posta verso il centro del fondovalle e in riduzione a ridosso del versante destro (dove per conformazione morfologica il fondovalle, delimitato dalla presenza del substrato roccioso è meno profondo).

Per tali terreni valgono i seguenti parametri indicativi (i valori dell'SPT ottenuti dalle prove eseguite sono compresi tra 5 - 15 colpi piede):

- Angolo d'attrito  $\varphi = 28^\circ - 34^\circ$
- Coesione = 0 - 0,2 kg/cmq
- Peso di volume = 1.70 - 1.80 g/cmc
- Stato di addensamento = da poco addensato a mediamente addensato
- Permeabilità = da bassa a impermeabile

Anche in questo caso nel settore della piana prossima alla confluenza con il Fiume Oglio sono stati individuati nel corso dell'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche terreni fini limoso sabbiosi, posti a differenti profondità, legati presumibilmente allo sbarramento della Valle dell'Ogliolo ad opera delle alluvioni dell'Oglio e in seguito ai fenomeni di ostruzione del corso d'acqua legati al trasporto solido della Valle Rabbia.

Per tali terreni sono stati individuati i seguenti parametri:

- Angolo d'attrito  $\varphi = 28^\circ - 30^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.65 - 1.70 g/cm<sup>3</sup>
- Stato di addensamento = poco addensato
- Permeabilità = bassa

### **Depositi di conoide alluvionale**

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 (ghiaie e ciottoli) localizzati verso l'apice e la porzione centrale e centro laterale. L'alternanza di fenomeni di deposizione normale (deposizione di sedimenti fini, sabbie e limi) 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. Alcuni scavi eseguiti in corrispondenza del conoide del fiume Oglio all'altezza dell'abitato di Edolo in sponda sinistra idrografica, hanno consentito di osservare come nell'area prossima all'apice i terreni siano costituiti principalmente da blocchi e ghiaie in matrice sabbiosa.

Il settore dell'abitato di Edolo posto a Ovest (e sottostante il tratto di versante denominato "la Costa") interessa i depositi di conoide alluvionali delle vallecole tributarie del torrente Ogliolo. Anche in questo caso le caratteristiche granulometriche non sono univocamente determinabili e la possibile presenza di livelli limoso argillosi rende consigliabile l'analisi di dettaglio per ogni singolo intervento edificatorio.

- Angolo d'attrito  $\varphi = 30^\circ - 34^\circ$
- Coesione = 0 - 0.5 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cm<sup>3</sup>
- 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, con matrice limosa e argillosa distribuita irregolarmente e comunque localmente abbondante.

Si tratta di terreni individuabili secondo la classificazione ASTM come miscele di GM e SM, B e ML. L'assortimento granulometrico, la presenza di matrice fine dotata di una certa aliquota di coesione, conferisce discrete caratteristiche geotecniche ai terreni, che localmente costituiscono ripide e alte scarpate se asciutti. Diversamente, l'imbibizione e il dilavamento superficiale ne favoriscono il ammolimento e la fluidificazione, causa predisponente dei fenomeni franosi.

Un ulteriore fattore da considerare in merito alle caratteristiche tecniche dei terreni è il grado di consolidamento. I depositi glaciali in senso stretto (in letteratura individuati come depositi morenici) presentano un certo grado di consolidazione caratterizzata da estrema variazione areale e che pertanto deve essere individuata localmente e determinata di volta in volta in funzione della tipologia di opera in progetto. Il consolidamento, che può essere espresso in termini di coesione, può spingersi talora sino alla cementazione del deposito (in tal caso si possono assumere valori di coesione prossimi al 1 kg/cmq). Da considerare tuttavia che il consolidamento interessa gli orizzonti più fini dei depositi (limi e argille) e che pertanto in presenza di acque di circolazione e di imbibizione può diminuire notevolmente.

Depositi glaciali e/o fluvioglaciali sono stati inoltre individuati al contatto con il substrato roccioso nella piana alluvionale del Fiume Oglio (grazie ai sondaggi geognostici eseguiti per la realizzazione del bacino d'accumulo). Si tratta di terreni localizzati a profondità generalmente superiori ai 30 metri (nel settore vallivo centrale) caratterizzati dalla presenza di sabbia più o meno limosa inglobante ghiaia e ciottoli. In questo caso (date le profondità e il buono stato d'addensamento) i parametri che caratterizzano questi depositi sono buoni (i valori di Spt sono superiori ai 50 colpi/piede).

Per i terreni glaciali possono essere assunti a livello generale i seguenti valori indicativi (il range di variazione esprime la stessa variabilità composizionale tipica dei depositi in esame):

- Angolo d'attrito  $\varphi = 30^\circ - 36^\circ$
- Coesione = 0 - 1 kg/cmq

- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cmc
- Stato di addensamento = da mediamente addensato ad addensato (in funzione delle condizioni idrogeologiche locali)
- Permeabilità = medio - bassa

Nei depositi glaciali di fondo, ovvero quelli localizzati a diretto contatto con il substrato roccioso, può essere individuata una grossolana stratificazione metrica distinta in base a variazioni cromatiche e granulometriche. Le tonalità della matrice passano dal grigio scuro al grigio chiaro. Generalmente depositi caratterizzati da colori più scuri presentano un maggior quantitativo di frazione fine limoso argillosa, cui corrisponde una più bassa permeabilità.

I 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°.

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  $\varphi = 34^\circ - 38^\circ$
- 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.

### **2.3 ELEMENTI GEOMECCANICI**

In base alla principale formazione individuata ed affiorante nell'area oggetto dell'azzoneamento (Scisti di Edolo), sono indicate nel presente paragrafo, analogamente a quanto fatto per i depositi superficiali, alcune caratteristiche geomeccaniche delle formazioni rocciose (intese come parametri caratteristici del materiale roccia) presenti nel territorio esaminato.

Si definisce ammasso roccioso l'insieme del materiale roccia e delle discontinuità o fratture. Con il primo termine ci si riferisce al materiale considerato integro e costituito da particelle discrete, granuli o cristalli, legati tra loro da forze coesive permanenti. Per discontinuità si intende invece una superficie strutturale di debolezza che può coincidere con la stratificazione o con la scistosità o laminazione.

Il comportamento geomeccanico dell'ammasso risulta quindi determinato dalle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale roccia e dalle caratteristiche fisiche e geometriche delle discontinuità.

Le formazioni rocciose affioranti nel territorio comunale presentano in generale un grado di fratturazione medio elevato, per la presenza di alcune fratturazioni legate alla storia tettonica e deformativa dell'area (intrusione dell'Adamello e prima ancora metamorfismo legato all'orogenesi della catena Alpina), che ha apportato oltre alla forte fratturazione, anche un ulteriore indebolimento dell'ammasso a seguito dei processi metamorfici di contatto (soprattutto nelle aree localizzate in prossimità dei laghi glaciali).

Di seguito vengono descritte in sintesi le caratteristiche dei micascisti osservati direttamente sul terreno, specialmente perché

questi si possono trovare in prossimità di strade o zone di civile abitazione. I valori dell'intercetta della discontinuità sono, in tutti gli affioramenti rilevati, prossimi ad un valore (sia verticale che orizzontale) di 60 cm.

Sono stati inoltre forniti alcuni valori indicativi per quanto riguarda la resistenza alla compressione monoassiale dei materiali presi in esame.

#### Ammassi rocciosi con intercetta $\leq 60$ cm

Rientrano in questa categoria tutte le pareti costituite da micascisti affioranti lungo le pareti che si trovano a monte dei centri abitati e lungo le strade di principale comunicazione (strada del Tonale e dell'Aprica).

Si tratta di una fratturazione localmente più intensa e a tratti spaziata.

Per i micascisti rilevati nel territorio relativo alla parte di azionamento (tavole 04A, 04B, 04C, 04D, 04E) si possono assumere valori di resistenza alla compressione monoassiale (intesa sempre per il materiale roccia) compresi tra i 50 e gli 80 MPa, valori di angolo d'attrito compresi tra 30° - 36°, coesione 30 KN/mq e Modulo Elastico 1500 - 2000 MPa.

*Questi valori sono comunque solo indicativi, occorrerà valutare in sede di singolo progetto, il valore migliore e più cautelativo da adottare per eventuali analisi di stabilità*

## **2.4 ELEMENTI DI DINAMICA GEOMORFOLOGICA**

Il riconoscimento delle forme del territorio, dei depositi che le costituiscono e dei processi che le hanno generate, risulta di primaria importanza nella previsione dell'evoluzione che le forme del territorio subiranno nel tempo, evoluzioni che possono richiedere milioni di anni, come lo smantellamento di una catena montuosa, o richiedere tempi brevissimi, come gli eventi franosi in genere. In un contesto di analisi del territorio queste forme devono essere cartografate, indicandone anche lo stato di attività, per poter fare ipotesi su come si trasformerà il territorio nel tempo e a quali rischi è connessa questa trasformazione.

I principali agenti del modellamento vanno individuati in tettonica, forza di gravità, acqua, neve e ghiaccio, che agiscono in concomitanza sul territorio in esame.

L'impronta glaciale è senza dubbio quella che maggiormente ha condizionato il territorio in esame, almeno nel settore est, dove i fenomeni legati all'attività glaciale sono ad oggi attivi, come testimoniato dalle numerose vedrette che segnano il confine comunale a est dove si trova la sede del Ghiacciaio dell'Adamello. L'assetto morfologico della Val d'Avio è un esempio chiaro di come l'attività glaciale abbia influenzato le forme del territorio ad oggi rilevabili: profili trasversali ad U, gradini in roccia (allineati con i principali sistemi tettonici individuati, come quello su cui si imposta il lago dell'Aviolo), valli tributarie sospese, circhi glaciali, conche di sovraescavazione glaciale, rocce montonate ed infine depositi morenici. L'impronta glaciale è evidenziata, oltre che dal profilo dei solchi di esarazione glaciale, testimonianti il passaggio delle masse detritiche, costituenti il till di ablazione, dalla presenza di piccole cerchie moreniche, spesso non più riconoscibili a causa del rimaneggiamento subito ad opera degli agenti gravitativi. Alcuni esempi sono localizzati a ridosso dell'area occupata dalla sede glaciale dell'Adamello.

Sono inoltre diffusi sul territorio gradini in roccia (che si manifestano come brusche rotture di pendenza) che testimoniano le diverse fasi di avanzamento del ghiacciaio e orli di terrazzamenti che devono la loro genesi all'azione concomitante del passaggio glaciale e all'impronta tettonica (come rilevato in corrispondenza del versante delimitato dalla Cima del Piz Tri esposto a nord). Un esempio sono i terrazzi sui quali sorge l'abitato di Mu. Questi terrazzi di erosione glaciale sono impostati sul substrato roccioso e sono localmente ricoperti da una coltre di depositi glaciali poco potente. I terrazzi sono inoltre localizzati entro le quote 850-800 m s.l.m., quote alle quali era localizzato l'antico fondovalle camuno, in corrispondenza della soglia rocciosa tra Edolo e Incudine. Il fondovalle originario è stato poi inciso dall'erosione lineare del Fiume Oglio che con la sua attività ha creato la forra incassata entro la quale scorre prima di immettersi nell'abitato di Edolo.

Altre forme glaciali sono localizzate lungo il versante esposto a sud che collega l'abitato di Edolo al Passo dell'Aprica. Anche in questo caso gradini in roccia, terrazzamenti ricoperti da depositi glaciali e



selle, testimoniano il passaggio della lingua glaciale proveniente dall'Aprica e che si spingeva sino all'abitato di edolo, collegandosi poi al ghiacciaio camuno. Un esempio di modellazione di questa lingua glaciale è testimoniato dal terrazzo glaciale impostato in roccia sul quale sorge l'abitato di Vico, La roccia presenta infatti strature e montonature tipicamente riconducibili al passaggio della lingua glaciale. Gli stessi depositi che si trovano in corrispondenza del terrazzamento sono legati all'attività di ritiro della stessa.

In alcuni casi risulta difficile distinguere gli agenti responsabili di una determinata forma o deposito rilevata sul territorio in esame, poiché questi stessi agiscono in concomitanza tra loro: ad esempio il modellamento fluvio - torrentizio opera su forme glaciali, trasformandone l'originario aspetto, gli stessi depositi glaciali vengono rimaneggiati dalla gravità e si mischiano agli stessi depositi gravitativi di versante. La stessa Val d'Avio precedentemente citata come esempio di modellamento glaciale è congiuntamente esempio dell'attività gravitativa di versante, come testimoniano le vaste falde detritiche che fasciano la base delle pareti, i fenomeni franosi in roccia e in terreno e le forme crionivali quali le valanghe, i rock glaciers. Forme analoghe si rilevano nella Val Paghera (solo marginalmente compresa nel territorio comunale).

Per quanto riguarda la tettonica (intesa in senso "statico") si è già parlato dei vari lineamenti di debolezza strutturale, che dislocano gli ammassi rocciosi, fratturandoli ed accelerandone il fenomeno della naturale degradazione. In termini di "neotettonica" o "tettonica attiva" in senso lato si ricorda come tutta la catena Alpina sia ancora in sollevamento e come questo movimento si possa esplicitare proprio grazie all'attività disgiuntiva delle faglie e dei movimenti differenziali tra i vari settori della catena.

Un esempio dell'influenza che la tettonica (in senso statico) esercita sulla morfologia, è rappresentato dall'idrografia dell'area: i torrenti che solcano alcune vallecole (specialmente localizzate nella porzione occidentale del territorio) devono il loro assetto geometrico - spaziale alla presenza di trend di fratturazione connessi alla presenza del lineamento insubrico. Inoltre alla linea di faglia di santicolo, che attraversa il versante in destra idrografica al torrente Ogliolo, è legata la brusca variazione della direzione di deflusso di un corso d'acqua che attraversa il versante quasi trasversalmente.

La morfologia e le caratteristiche di alcune valli, come la Valle Gallinera, sono legate agli eventi tettonico deformativi: in questo caso la presenza del lineamento omonimo, determina un forte stato di fratturazione e di cataclasi degli ammassi rocciosi i quali, caratterizzati da scadenti caratteristiche meccaniche, possono essere facilmente incisi dal corso d'acqua, che risulta caratterizzato da una dinamica evolutiva di forte approfondimento. L'attività di forte erosione lineare costituisce fattore predisponente le condizioni di dissesto che interessano l'intero solco vallivo: diffusi fenomeni di crollo, fenomeni di mobilizzazione delle falde detritiche per erosione al piede, fenomeni erosivi diffusi sia legati ai fenomeni crionivali sia all'azione delle correnti di deflusso superficiali che solcano i versanti.

A testimonianza del modellamento gravitativo, oltre alle frane superficiali e profonde individuate, vi sono i versanti che si affacciano sui laghi glaciali, ricoperti da detriti provenienti dal disfacimento delle pareti sovrastanti.

Generalmente tali depositi sono costituiti da blocchi spigolosi, ghiaia e ciottoli con subordinata matrice sabbiosa, che aumenta in percentuale più il deposito è stabilizzato e colonizzato dalla vegetazione. Nel caso di falde detritiche ancora attive e scarsamente colonizzate dalla vegetazione, si possono osservare massi anche di qualche metro di lato.

In prevalenza la genesi dei depositi superficiali, che occupano il versante a nord dell'abitato di Edolo, è di tipo gravitativo (detrito glaciale rimaneggiato frammisto a detrito di versante). Essi sono costituiti da blocchi di dimensioni medie immersi in una matrice sabbiosa e limosa. La matrice varia da abbondante a scarsa a seconda della posizione del deposito quindi quantitativamente molto variabile anche all'interno di una stessa zona. Talora si rinvencono in prossimità dei terrazzamenti morfologici massi erratici sparsi. Generalmente si tratta di depositi di ablazione e di contatto, che hanno subito un forte rimaneggiamento postdeposizionale ad opera della gravità o delle acque correnti; è difficile perciò ricostruire la loro genesi e geometria. Tali depositi inoltre contengono frequentemente blocchi spigolosi che vanno a costituire detrito di versante; si tratta perciò di depositi "glaciali misti a detrito di versante".

E' in corrispondenza della porzione superficiale di tali depositi (orizzonte colluvio glaciale), soprattutto in caso di pendenze medie o

medio - elevate che spesso si originano fenomeni di dissesto, come gli scivolamenti - colate (soil - slip) che hanno caratterizzato in passato il settore di versante a nord dell'abitato (conosciuto come "la Costa").

Da ricordare come la gravità rappresenti un agente di modellamento accompagnato sempre da alcuni fattori predisponenti: ammassi rocciosi già fratturati a causa dei lineamenti tettonici prima citati, crioclastismo, rilascio tensionale post-glaciale. Tutti questi fattori, con particolare riferimento nel caso specifico all'attività neotettonica, spiegherebbero l'origine del movimento franoso localizzato lungo il versante destro idrografico del torrente Ogliolo. Si tratta di un fenomeno di deformazione gravitativa profonda, complessivamente relitto, che si imposta lungo la linea di Santicolo e che deve il suo progressivo collasso alla presenza di ammassi rocciosi fratturati e tettonizzati, nonché ad ulteriori fattori predisponenti quali i fenomeni di rilascio tensionale postglaciale, l'attività di incisione e di erosione al piede esplicitata dal torrente Ogliolo.

Nel territorio comunale sono stati riconosciuti anche alcuni depositi eluvio-colluviali (generati da processi di degradazione in posto e trasporto gravitativo e ad opera delle acque di scorrimento superficiali): poiché lo spessore di questi ultimi è spesso ridotto e consente in molti punti l'affioramento del substrato roccioso sono stati perlopiù compresi nella carta geologica (cfr. tavola 01) nelle aree con substrato roccioso affiorante.

Anche l'attività legata allo scorrimento delle acque superficiali risulta intensa nel territorio unita all'azione della gravità.

I fenomeni alluvionali intensi come quelli del 1986, del 1996, del 2000 e del 2002, in concomitanza dei quali si sono manifestati fenomeni di trasporto solido lungo le aste torrentizie, fenomeni di erosione di sponda e di fondo alveo dei principali torrenti che solcano le vallecole minori, testimoniano come lo scorrimento idrico superficiale, costituisca un agente di modellamento e di trasformazione del territorio che non ha ancora esaurito la sua attività e che pertanto va considerato attentamente in sede di pianificazione territoriale, nonché controllato e possibilmente monitorato.

Aree con fenomeni di erosione accelerata sono localizzate lungo tutti gli alvei torrentizi e in particolare lungo i canali di valanga (localizzati per la maggior parte nel settore occidentale del

territorio), le vallecole e i solchi di ruscellamento concentrato che interessano soprattutto i depositi glaciali rimaneggiati localizzate diffusamente lungo tutti i versanti a quote medio-elevate.

I versanti che si affacciano lungo la Valle Gallinera, sono interessati dall'erosione lineare del corso d'acqua: tale fenomeno è spesso fattore predisponente all'innescò dei movimenti franosi e di fenomeni di rimobilizzazione dei detriti che ricoprono i versanti.

Associati ai fenomeni di erosione e di trasporto gravitativo e ad opera delle acque correnti superficiali vi sono i depositi detritici, detritico - alluvionali e alluvionali, questi ultimi presenti in quantità non rilevanti lungo gli alvei torrentizi, perlopiù non ancora colonizzati dalla vegetazione.

Si tratta di materiale molto caotico che va dai limi argillosi alle sabbie più o meno fini con raro ghiaietto e, ove si mischiano ai depositi fluvioglaciali, alle ghiaie; le alluvioni di fondovalle sono sicuramente post-glaciali.

Nel territorio in esame sono stati individuati alcuni conoidi di deiezione alluvionali anche di discrete dimensioni perlopiù caratterizzati da stato di attività inattivo. Il più evidente è costituito dall'apparato di deiezione del Fiume Oglio all'altezza dell'abitato di edolo, mentre piccoli conoidi (valli tributarie in destra idrografica del Torrente Ogliolo) sono individuabili a monte dell'abitato di edolo.

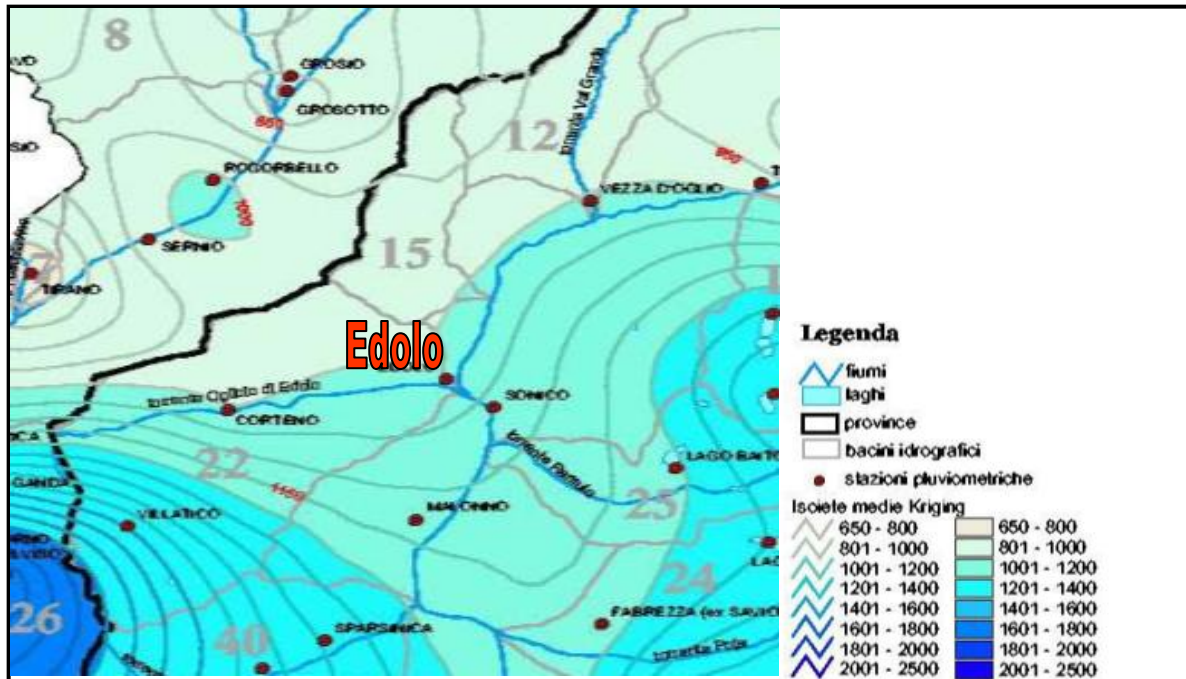
I depositi lacustri torbosi, rilevati soprattutto in alta quota in corrispondenza di spazi umidi subpianeggianti, sono anch'essi testimonianza dell'attività glaciale.

Lungo i canali, coincidenti spesso con fratture, si generano fenomeni di debris flow e di trasporto concomitante di detrito, acque, neve e ghiaccio, canali che vengono mantenuti in attività da piccole slavine che si staccano nei periodi primaverili.

Non bisogna dimenticare infine la modellazione territoriale ad opera dalle attività antropiche: gli effetti maggiori di tale attività possono essere individuati, oltre che in corrispondenza dell'abitato dove il grado di antropizzazione è significativo, nelle stesse aree prossime al ghiacciaio dell'Adamello. Infatti lo sfruttamento a scopo idroelettrico ha portato alla realizzazione di condotte forzate (perlopiù interrate), allo sfruttamento dei bacini lacustri mediante opere di sbarramento e alla costruzione di centrali idroelettriche.

Un altro esempio dell'attività di trasformazione antropica del territorio è localizzato nel settore di versante compreso tra il torrente Moia e le Valli Grandi: qui infatti sono presenti sbancamenti per l'apertura della strada che conduce dal fondovalle al Monte Colmo e accumuli di inerti provenienti sia dalle attività di realizzazione della strada sia dagli scavi per la realizzazione della galleria idroelettrica (il cui imbocco è posto ad una quota di 1700 m s.l.m.). Infine si ricorda come la realizzazione del bacino di accumulo in Edolo e della relativa centrale (in gran parte interrata) abbiano condizionato notevolmente le forme originarie del territorio.

### CAPITOLO 3 – ASPETTI CLIMATICI



Gli elementi meteo-climatici che interferiscono con il territorio rappresentano un elemento di pericolosità nei confronti della probabilità del verificarsi di un evento di dissesto, sia esso di esondazione o franoso.

In termini più generali le condizioni meteorologiche costituiscono un background per gli eventi di dissesto verificatisi in passato e come tali sono in grado di esaltare o mitigare gli effetti di tali eventi: da ciò l'importanza di definire in termini quantitativi le condizioni meteorologiche e climatiche dell'area in studio. La conoscenza di tali dati in tempo reale, nonché la raccolta storica degli stessi permette

quindi la previsione di eventi eccezionali anche con tempi di ritorno molto lunghi.

Se consideriamo l'aspetto fisico e l'ambito geografico in cui sono inseriti in modo particolare i versanti a nord dell'abitato di Edolo, emergono alcuni elementi fondamentali ai fini della caratterizzazione climatica del territorio quali:

- localizzazione di gran parte del territorio in esame in direzione complessivamente est - ovest, diversamente dall'asse vallivo della media Valle Camonica ed in grado di influenzare quindi la circolazione della bassa e media troposfera;
- variazione di altitudine con conseguente forte escursione termica in breve raggio di spazio.

Globalmente, prescindendo dalle variazioni locali influenzate dai fattori sopra descritti (orientamento degli assi vallivi), il clima dell'area è di tipo continentale alpino, con forti escursioni termiche diurne e piogge abbondanti concentrate nel periodo estivo - autunnale.

Si registrano inoltre:

- radiazione solare intensa, in funzione dell'esposizione;
- temperature invernali decrescenti dalle quote meno elevate alle pendici;
- temperature estive poco elevate;
- distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno caratterizzate da un minimo invernale ed un massimo estivo - autunnale, con valori abbondanti nella fascia altimetrica dai 500 ai 2000 metri (la maggior parte della superficie areale del territorio esaminato);
- venti di incanalamento lungo la Valle dell'Ogliolo e le valli minori.

In realtà il clima dell'area varia in modo sostanziale nel giro di poche centinaia di metri, sia in funzione del variare dell'altitudine, sia per effetto dell'esposizione, fattore predominante tenuto conto dell'assetto orografico.

Per quanto riguarda la tipologia di precipitazioni, soprattutto a carattere temporalesco, esse sono caratterizzate da:

- insolita violenza, durata limitata (1 - 3 ore);
- ridotta estensione spaziale;

- precipitazioni intense anche a carattere di rovescio, spesso associate a grandine, raffiche di vento e turbinii, brusche variazioni di temperatura e pressione;
- attività elettrica atmosferica più o meno intensa.

Per quanto riguarda i venti non è stato possibile accedere a dati storici pluriennali, ma è comunque chiaro che un'impronta rilevante al quadro anemologico generale dell'area è fornito dalle brezze di monte. Inoltre devono essere rammentati i venti moderati o forti associati agli episodi di Fhön, che secondo le statistiche relative agli anni 1991 - 1997, si presentano in media 15 - 20 giorni l'anno. Ai fenomeni di Fhön, si associano alcuni effetti caratteristici: elevata probabilità di incendi boschivi, manifestazioni di tipo valanghivo e slavine, precoce scioglimento delle nevi con aumento delle portate dei corsi d'acqua e alimentazione delle sorgenti e delle emergenze idriche (fenomeno che si è manifestato nel gennaio del 2001, con innesco di numerosi dissesti di tipo franoso nel bacino in esame).

I dati relativi alle precipitazioni storiche, dati che vengono utilizzati per il calcolo dei tempi di ritorno dei fenomeni di precipitazione a carattere eccezionale (dell'ordine di 100 anni al massimo in quanto non esiste una collezione di dati storici che contempli una raccolta dati per tempi superiori) sono stati desunti dallo studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia ("studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente"- edito da Provincia di Brescia), si riferiscono ad un periodo di misura che va dall'anno 1951 all'anno 1982 e sono relativi alle piogge intense di 1,3,6,12, 24 h e alle piogge totali registrate alla stazione di Edolo.

## CAPITOLO 4 – AGGIORNAMENTO SISMICO

### 4.0 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.



## **4.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI EDOLO**

### **4.1.1 ASPETTI GENERALI**

Il Comune di Edolo 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 Fa calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale e nelle zone di PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici.

Per completezza si riporta l’elenco tipologico definito dal d.d.u.o. 21 novembre 2003, n. 19904 che individua come:

- Edifici ed opere strategiche:
  - Edifici destinati a sedi “istituzionali” (Regione, Province, Comuni, Comunità Montane)
  - Strutture o Sale operative per la gestione delle emergenze
  - Centri funzionali di Protezione Civile
  - Edifici ed opere individuate nei Piani di Emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell’emergenza
  - Ospedali e strutture sanitarie dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione
  - Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali
  - Centri Operative 118

- Edifici ed opere rilevanti:
- Asili e scuole
  - Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e intrattenimento in genere
  - Edifici aperti al culto
  - Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc)
  - Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio suscettibili di grande affollamento

#### **4.1.2 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).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle 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

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.A) e in scala 1:2000 sul volo aerofotogrammetrico limitatamente all'abitato di Edolo (cfr carta 04.B).

Per il territorio in esame si potrebbero verificare effetti di instabilità ed effetti dovuti sia ad amplificazione topografica sia ad amplificazione litologica, in quanto si hanno i seguenti scenari:

- 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 (bordo di cava, orlo di terrazzo fluviale);
- Z4a - zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari;
- Z4b - zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale;
- Z4c - zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi.

## **CAPITOLO 5 – ALTRI AGGIORNAMENTI –**

### **5.0 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.

### **5.1 CARTA DI SINTESI**

La carta di Sintesi è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10.000 e sul volo aerofotogrammetrico, limitatamente all'abitato di Edolo, alla scala di 1:5.000 (cfr Tav. 06A e 06B), 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.

### **5.2 CARTA DEI VINCOLI**

La carta dei Vincoli è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10.000, rappresentando le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani 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.

### **5.3 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*