

PGT AVERARA

RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO 38

GEO 08



COMUNE DI AVERARA

Provincia di Bergamo



IL SINDACO
Mauro Egman

IL SEGRETARIO
Marcello Iacopino

GRUPPO DI LAVORO



AGRI.TE.CO. s.c.
www.agriteco.com

dott. Alessandro Vendramini

Progettazione urbanistica
dott.urb. Alessandro Calzavara
dott.urb. Federico Zoccarato

VAS- VIC- Paesaggistica
dott. Francesca Pavanello
ing. Angela Zanella
arch. Paola Barbato
dott. Alberto Marin

Aspetti geologici
geol. Bruno Monopoli
geol. Irene Vigni

AGOSTO 2012



COMUNE DI AVERARA
PROVINCIA DI BERGAMO

Prot 220812/BMP/PD

DEL 22/08/2012


PAG. 1 DI 27

Area geologia e Cartografia Numerica

COMUNE DI AVERARA
P.G.T. COMUNE DI AVERARA (BG)
STUDIO GEOLOGICO

Revisione	Data	Natura delle modifiche	
0	-		
REDAZIONE	SIGLA BMP	DATA 22/08/2012	FIRMA Bruno Monopoli
VERIFICA	SIGLA	DATA	FIRMA
APPROVAZIONE	SIGLA	DATA	FIRMA

DOCUMENTO DI PROPRIETA' DI LTS srl CHE SE NE RISERVA TUTTI I DIRITTI

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 2 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		

1 INDICE

1	Indice	2
2	Premessa.....	3
3	Inquadramento geografico	4
4	Inquadramento geologico	5
5	Terreni affioranti.....	7
	<i>5.1 - SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PERMO MESOZOICA</i>	<i>7</i>
	5.1.1 GRUPPO DEI LAGHI GEMELLI.....	7
	5.1.2 VERRUCANO LOMBARDO	8
	5.1.3 SERVINO	8
	5.1.4 CARNIOLA DI BOVEGNO	9
	5.1.5 CALCARE DI ANGOLO.....	9
	5.1.6 CALCARE DI ESINO	9
	5.1.7 ARENARIE DI VAL SABBIA	10
	5.1.8 FORMAZIONE DI GORNO.....	10
	5.1.9 FORMAZIONE DI SAN GIOVANNI BIANCO	10
	5.1.10 DOLOMIA PRINCIPALE	10
	<i>DEPOSITI QUATERNARI</i>	<i>12</i>
6	Elementi geomorfologici	13
7	Idrogeologia	14
8	Analisi e valutazione degli effetti sismici.....	15
9	Carta di fattibilità delle azioni di piano	17
10	Principali criticita'	19
11	Bibliografia	20

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 3 DI 20
	Area topografia e cartografia numerica		

2 PREMESSA

Nella presente relazione viene definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio di Averara ai fini della definizione della componente geologica del Piano di Governo del Territorio, secondo quanto previsto dall'art.57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12. Lo studio è stato condotto sulla base degli indirizzi definiti nella D.G.R. 22 dicembre 2005, n.8/1566, e successivi aggiornamenti:

- D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.;
- D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374”

Lo studio ha visto lo sviluppo delle seguenti fasi di lavoro:

- 1) Fase di analisi
- 2) Fase di sintesi e valutazione

La fase di analisi è consistita nella raccolta e nello studio della documentazione bibliografica esistente e degli studi pregressi relativi all'area in esame e fotointerpretazione delle immagini reperibili nei database nazionali.

Successivamente si è provveduto a fare il sopralluogo del territorio comunale per la realizzazione delle carte tematiche, con la verifica degli elementi fotointerpretati.

Dall'analisi del materiale raccolto sono state realizzate le seguenti carte tematiche:

Elenco carte prodotte

- Carta geologica e geomorfologica (all.1)
- Carta idrogeologica (all.2)
- Carta dei vincoli (all.3)
- Carta di sintesi (all.4)
- Carta delle acclività (all. 5)
- Carta della fattibilità (all.6)
- Carta della pericolosità sismica locale (all.7)



3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio del Comune di Averara è collocato all'interno del bacino idrografico della Valle Brembana (alpi Orobie Bergamasche) e si estende lungo la sinistra idrografica della Val Mora. A nord, il confine comunale coincide con lo spartiacque orografico dell'Alpe di Cul nel tratto compreso tra il Monte Verrobbio a ovest e il Pizzo delle Segade a est. A est è definito dalla cresta che separa la Val Mora da quella di Mezzoldo, a ovest è delimitato dal torrente Mora. A sud il limite amministrativo si chiude poco a nord di Olmo di Brembo dove il torrente Mora confluisce nel Brembo di Mezzoldo.

Il territorio comunale si sviluppa in ambiente tipicamente montano con quote comprese tra i 700 e i 2200 m s.l.m.m, esso può essere sommariamente suddiviso in due settori: il primo, a monte dell'invaso artificiale di Val Mora, presenta caratteristiche tipiche di medio - alta montagna ed è praticamente disabitato, il secondo, posto a sud dell'invaso, coincide con il versante sinistro della Val Mora ed è caratterizzato da ripidi versanti con numerose incisioni strette e profonde perpendicolari all'asse della valle percorse da corsi d'acqua a regime fortemente irregolare e alimentazione legata essenzialmente alle precipitazioni atmosferiche.



Fig.1 – Estratto dall'Atlante DeAgostini (www.pcn.minambiente.it)

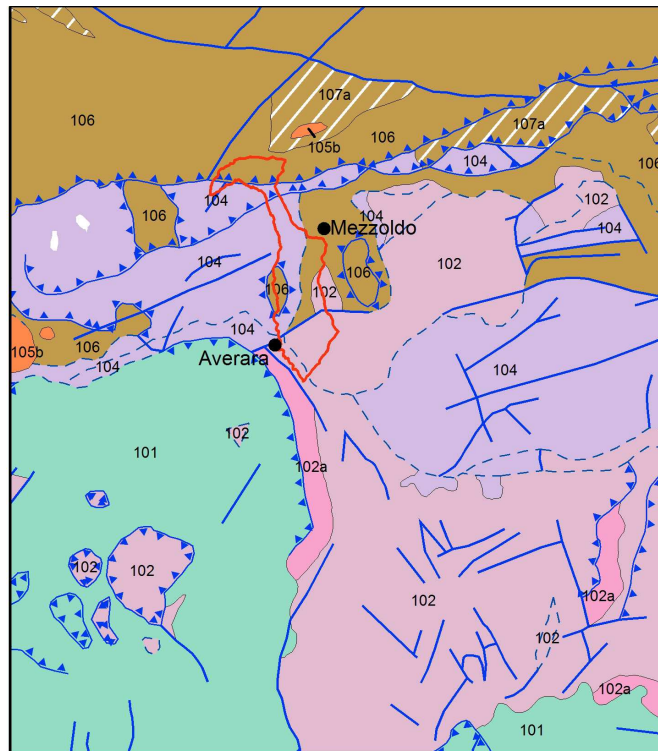


Fig.2 – Corografia del territorio del Comune di Averara.(tratto da Google Heart)

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Averara si trova a cavallo di due domini strutturali: a nord affiorano il basamento e le coperture apparenti alla struttura nota come Anticlinale Orobica a sud affiorano in contatto tettonico una serie di falde con terreni di età medio triassica e norica. L'Anticlinale Orobica, il più occidentale di quattro anticlinori disposti *en échelon* che in tutta la Lombardia si collocano al passaggio tra il Basamento Sudalpino e le coperture sedimentarie. Il Basamento sudalpino affiora al nucleo dell'anticlinale orobica ed è composto da paragneiss e micascisti a quarzo, feldspati, biotite, clorite e muscovite, e che includono rari relitti di cianite e possono essere interpretati come i prodotti di un metamorfismo barroviano, seguito da retrocessione in facies scisti verdi (Siletto. et alii, 1993) il basamento metamorfico ospita una serie di intrusioni delle quali la più nota e volumetricamente più importante è la Granodiorite della Val Biandin, data radiometricamente al Permiano basale (Thöni et alii, 1993).

L'evoluzione paleogeografica della successione sedimentaria ha inizio nel Permiano con la formazione di bacini continentali subsidenti in seno all'orogene varisco. A una fase di attività vulcanica parossistica, testimoniata dai depositi di flusso piroclastico che segnano la base della Vulcanite del Monte Cabianca, segue l'affermarsi di ambienti lacustri (Formazione del Pizzo del Diavolo, già "membro sedimentario" della Formazione di Collio Auct.). Su questi depositi poggiano, in discordanza angolare, i conglomerati del Verrucano Lombardo. Segue, a partire dal Triassico, un'ingressione marina che porta alla diffusione di ambienti marini epicontinentali a sedimentazione mista, al cui tetto la successione sedimentaria delle Orobie si interrompe per troncatura tettonica. Dal punto di vista strutturale in quest'area l'Anticlinale Orobica si pone in contatto tettonico con il sistema di falde tettoniche con terreni di età mediotriassica e norica lungo un importante lineamento noto con il nome di Faglia di Valtorta.




Da Bigi et alii, 1990 "Structural model of Italy", scala 1:250000 (modificato)

Legenda

- Bacino Lombardo (Cretacico sup- Eocene)**
- 101 - Calcari, Dolomie, calcari bituminosi e shales
- Triassico**
- 102 - Depositi di piattaforma e bacinali: carbonatici, conglomerati e vulcaniti
- 102a - Depositi incompetenti ed evaporiti come orizzonti di scollamento
- Depositi e rocce ignee tardo e post-erciniche**
- 104 - Depositi sedimentari indifferenziati
- 105b - Granitoidi
- Basamento cristallino ercinico e pre-ercinico**
- 106 - Basamento di crosta continentale
- 107a - Ortogneiss
- Faglia
- Faglia incerta
- Sovrascorrimento

Fig.3 – Schema Strutturale

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 7 DI 20
	Area topografia e cartografia numerica		

5 TERRENI AFFIORANTI

Descrizione degli elementi geologici cartografati nella Carta Geologica (All.1).

BASAMENTO CRISTALLINO DELLE ALPI MERIDIONALI

GNEISS DI MORBEGNO

Con il termine di Gneiss di Morbegno vengono tradizionalmente identificati una serie di litotipi metamorfici con metamorfismo di età varisca in facies anfibolitica di derivazione sedimentaria che comprendono paragneiss a bande micascisti argentei, filladi quarzose e quarziti micacee.

In via generale si tratta di paraderivati a quarzo-plagioclasio-biotite-clorite-muscovite, con frequenti relitti di granato, staurolite e cianite. Andalusite, sillimanite e rara cordierite, sono descritte unicamente nelle aureole di contatto a margine del corpo intrusivo della Quarzodiorite di Val Biandino.

Nell'area prevalgono litotipi filladici con numerosi livelli fillonitici solo nel settore nord-occidentale affiorano locali corpi di ortogneiss leucocratici, non differenziati in carta. Gli Gneiss di Morbegno affiorano: poco a nord dell'abitato di Averara, posti strutturalmente al nucleo di una struttura anticlinale e alla testa della Val Mora, a tetto del sovrascorrimento che porta il basamento ercinico al di sopra della serie permo-mesozoica alla testa della valle. Si tratta dell'unità affiorante stratigraficamente più profonda, verso l'alto è ricoperta dalle vulcaniti permiane riferibili alla parte inferiore della Formazione del Collio *Auct.*

L'età dei protoliti sedimentari degli Gneiss di Morbegno è riferibile al Paleozoico medio e inferiore, il metamorfismo varisco viene datato al carbonifero inferiore tra i 315 e i 350 Ma (Boriani et al. 1985).

5.1 - SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PERMO MESOZOICA


5.1.1 GRUPPO DEI LAGHI GEMELLI

Il Gruppo dei Laghi Gemelli è un'unità definita nel foglio 076 "Lecco" della nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (in stampa consultabile on-line http://www.cartografia.regione.lombardia.it/metadata/carg/doc/Lecco_note.pdf) che sostituisce in area orobica la Formazione del Collio. Al suo interno vengono distinte due formazioni: la "Vulcanine del Monte Cabianca e la "Formazione del Pizzo del Diavolo".

La Vulcanite del Monte Cabianca, corrispondente al Membro vulcanico della Formazione del Collio *Auct.*, è un complesso vulcanico –piroclastico continentale, riferito al Permiano inferiore, costituito in prevalenza da ignimbriti e tufi rinsaldati a chimismo da intermedio ad acido a cui si associano tufiti laminate e brecce vulcaniche.

La formazione del Pizzo del Diavolo, sempre di età permiana inferiore, corrisponde al "membro pelitico – arenaceo" della Formazione del Collio *Auct.*

E' costituita da depositi terrigeni e vulcanoclastici continentali in prevalenza rappresentati

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 8 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		

da arenarie a grana medio fine grigio-verdoline organizzate in strati decimetrici passanti localmente a livelli di peliti scure di colore da grigio a verdino, a grana per lo più medio-fine e ricche di strutture sedimentarie in strati decimetrici ben distinti, passanti a intervalli centimetrici di peliti scure per gradazione normale alla scala dello strato. Si associano nell'area in esame locali arenarie vulcaniche di colore grigio verdastro con subordinate intercalazioni di vulcaniti ignimbrtiche e colate andesitiche.

Nella carta fornita in allegato il Gruppo dei Laghi Gemelli è stato cartografato in maniera unitaria, la potenza complessiva si aggira mediamente intorno ai 200 metri, l'unità affiora al di sopra degli Gneiss di Morbegno nel settore posto a nord della frazione di Valmoresca.

5.1.2 VERRUCANO LOMBARDO

L'unità, definita da Assereto & Casati (1965), è costituita da depositi clastici continentali (conglomerati e arenarie) riferibili ad ambienti fluviali di tipo braided di età Permiano medio-superiore. Tra i litotipi prevalgono conglomerati massivi passanti ad arenarie spesso con laminazione incrociata.

La composizione petrografica dei materiali clastici vede la presenza di abbondanti rocce vulcaniche e cristalline derivanti dall'erosione delle sottostanti formazioni. L'unità presenta nell'insieme un tipico colore rossastro su toni cupi (Fig.1). Il limite inferiore è discordante, di tipo erosivo, e nell'area in esame, poggia al di sopra del Gruppo dei Laghi Gemelli. È l'unità che affiora con maggior estensione nel territorio del Comune di Averara la potenza è mediamente di 200-220 m. L'affioramento di maggiore estensione costituisce la parete rocciosa a sud-est del Lago della Mora.



Fig.1. Verrucano Lombardo

5.1.3 SERVINO

Unità definita da Brocchi (1808), il Servino è una formazione di origine marina del

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 9 DI 20
	Area topografia e cartografia numerica		

Triassico inferiore, è costituita da una ricca associazione di litotipi terrigeni e carbonatici, riferibili ad ambienti di delta-conoide, piana tidale e piattaforma, localmente ricchi di fossili marini.

La litofacies prevalentemente carbonatica è costituita da marne dolomitiche policrome e dolomie arenacee per lo più giallastre, fossilifere a gasteropodi, bivalvi e ammonoidi. Associazioni che riportano ad un ambiente di rampa marina con apporti misti.

Litofacies prevalentemente silicoclastica composta da arenarie quarzose e siltiti quarzoso-micacee, ben stratificate, fossilifere a bivalvi. L'ambiente di formazione era un litorale ad alta energia, da piana tidale sabbiosa a delta-conoide distale.

Il Servino nel territorio di Averara affiora: a monte del lago della Mora in contatto tettonico con il Verrucano Lombardo e sulla cresta di confine comunale a est nell'area tra Malga Gambetta e Cantetoldo; dove da origine a pendii dolci soggetti a dissesto nelle aree più scoscese.

Le due litofacies sono state cartografate insieme per la loro affinità morfologica e geomeccanica. Lo spessore medio si aggira sui 150 m.

5.1.4 CARNIOLA DI BOVEGNO

Unità definita da Assereto & Casati (1965) costituita da brecce dolomitiche e dolomie giallastre vacuolari e/o cavernose, con presenza di rare sacche geoidiche evaporitiche e ciottoletti di siltiti policrome. Ad Averara presenta frequenti e tipiche intercalazioni di siltiti e arenarie fini quarzoso –micacee. L'unità rappresenta un orizzonte di scollamento preferenziale per la presenza di evaporiti e si presenta spesso tettonizzata con rapporti stratigrafici interni tra le facies che la compongono non più riconoscibili. L'unità affiora in modo discontinuo sul fianco dell'anticlinale. Lo spessore medio si aggira intorno ai 30-50 metri, l'età definita per la posizione stratigrafica dall'Olenekiano all'Anisico.

5.1.5 CALCARE DI ANGOLO

Si tratta di calcari e calcari marnosi di colore grigio scuro, in strati decimetrici. All'interno della formazione possono essere riconosciute due principali litofacies:


- litofacies calcarea: costituita da calcari grigi in strati spesso rinsaldati a formare banchi metrici separati da sottili intercalazioni siltose e argillitiche;
- litofacies siltosa: costituita da siltiti e arenarie fini o finissime a cemento calcareo, organizzate in strati di 20-50 cm molto ricche in muscovite e di colore grigio.

Può comprendere anche carniole al contatto con la Carniola di Bovegno. Il suo ambiente di deposizione è quello di una baia marina con ossigenazione al fondo limitata, le associazioni fossilifere indicano l'età Anisica dell'unità.

Nell'area di studio il Calcarea d'Angolo forma il versante a monte dell'abitato di Averara.

5.1.6 CALCARE DI ESINO

Termine introdotto da Stoppani (1857) un bell'esempio di piattaforma carbonatica

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 10 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		

composto da calcari, calcari dolomitici e dolomie di colore da grigio a nocciola, massivi o in strati spessi, ricchi di stromatoliti, concoidi e talli di alghe dasycladacee. Costituito da litofacies di piattaforma interna: calcari grigio chiaro in banchi talora estesamente dolomitizzati (la dolomitizzazione non è costante), litofacies di margine e pendio: calcari massivi con biocostruzioni e brecce carbonatiche intraformazionali. L'età è compresa tra l'Anisico superiore e il Ladinico.

Il Calcare di Esino forma la cresta di spartiacque tra La Corna e La Bassa, la potenza in quest'area è di circa 300 m.

5.1.7 ARENARIE DI VAL SABBIA

Unità definita da Assereto & Casati (1965) sono arenarie e siltiti vulcanoclastiche verdi o rossastre in banchi o strati, talora ad andamento lenticolare. Sono costituite prevalentemente da feldspati, frammenti di rocce vulcaniche e quarzo.

L'estensione è molto variabile per la geometria (prisma), nel territorio comunale si aggira intorno ai 50 m. L'età è coeva con la formazione di Gorno con la quale ha un contatto transazionale, Carnico medio.

5.1.8 FORMAZIONE DI GORNO

Unità definita da Assereto & Casati (1965) Alternanze di calcari scuri ben stratificati, spesso bioclastici e oolitici; areniti ibride verdastre; argilliti e marne nere; banchi calcarei ad oncoliti. Abbondanti i fossili, tra cui bivalvi, echinoidi, crinoidi; le faune di bivalvi indicano una ambiente a salinità ridotta. Le areniti di questa formazione presentano composizione simile alle arenarie di Val Sabbia (Carnico medio, sono coeve). Affiora sulla cresta della La Bassa a Sud-Est dell'abitato di Averara con una potenza di circa 150 m.

5.1.9 FORMAZIONE DI SAN GIOVANNI BIANCO

Unità eterogenea costituita da alternanze di arenarie rosse e peliti policrome, dolomie impure giallastre, talora cariate e subordinati calcari grigi con alterazioni rossastre; è stata definita da Assereto & Casati (1965). Localmente sono presenti lenti di gesso. La litofacies più caratteristica è composta da marne e siltiti localmente con argilliti. Nelle vicinanze di Santa Brigida, comune limitrofo ad Averara, è stata individuata una litozona ad evaporiti. Lo spessore totale della formazione raggiunge i 200 m nella sezione-tipo, ad Averara raggiunge i 100 m circa. L'età della formazione va da 230 a 220 Ma (Carnico al Norico).

5.1.10 DOLOMIA PRINCIPALE

La formazione della Dolomia Principale è una delle formazioni di età triassica (Carnico sup. – Norico inf.medio) più note e conosciute dell'area dolomitica, settore dove trova la sua massima espressione in affioramento. Si ricordano in particolare i lavori di Bosellini

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 11 DI 20
	Area topografia e cartografia numerica		

(1967) e di Bosellini e Hardie (1988) che hanno portato alla suddivisione della formazione in due parti: una inferiore costituita da depositi di ambiente peritidale ed una superiore a carattere subtidale.

L'unità inferiore è formata da una successione di cicli peritidali metrici costituiti da dolomie e calcari micritici ben stratificati. L'organizzazione interna dei cicli vede la presenza di una parte basale subtidale microcristallina contenente rari fossili di *Megalodon* e *Worthenia*, seguita da un intervallo con lamine stromatolitiche o con tempestiti a bioclasti e peloidi. Il ciclo è chiuso da livelli laminati con tracce di disseccamento (*mud cracks*) e livelletti di breccie intraformazionali.

L'unità subtidale superiore è organizzata in strati potenti sino a 3 metri di dolomie subtidali massicce. Al tetto degli strati possono essere presenti tracce di disseccamento (orizzonti a *tepee*) e sottili livelli argillosi verdastri.


Nel settore lombardo e nelle prealpi bergamasche in particolare la formazione della Dolomia Principale è stata suddivisa informalmente in tre membri da Jadoul (1986) che dall'alto verso il basso sono:

- Il Membro basale: dolomie grigio scuro finemente stratificate, facies di breccie a clasti grigio scuro e dolomie nere con bivalvi.
- La Dolomia Principale "medio-inferiore": costituisce la parte maggiore dell'unità ed è formata da sequenze di dolomie grigio chiaro massive con rari bioclasti, in banconi spessi fino a 20 m intercalati da orizzonti a bancatura molto inferiore.
- Dolomia Principale "superiore": è un'alternanza di corpi e megabreccie grigio-chiaro poligeniche, orizzonti con facie algali biocostruite, intercalazioni di mudstone dolomitici di colore scuro finemente stratificate.

Nell'area in esame la formazione affiora limitatamente nel settore a nord del centro abitato di Averata, forma la parete a monte della strada principale, e risulta costituita da dolomie da grigie a grigio scure, da massicce a poco stratificate con frequenti livelli stromatolitici e intercalazioni di breccioline intraformazionali (Fig.2). In carta ha uno spessore di circa 60 m.



Fig. 2 - Breccie intraformazionali della Dolomia Principale

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 12 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		

DEPOSITI QUATERNARI

Si tratta depositi che si sono formati dall'Olocene all'Attuale.

Nel territorio in esame sono presenti depositi quaternari tipici degli ambienti di alta montagna. Lungo i pendii più scoscesi e alla base degli stessi, sono presenti depositi di versante derivati dalla disgregazione delle pareti rocciose ad opera del termoclastismo e del crioclastismo. Le forme generate da questi depositi sono da considerarsi attive in quanto il fenomeno del gelo-disgelo favorisce il distacco di materiale dalle pareti di blocchi di dimensioni variabili da pochi centimetri a qualche decimetro, a seconda del grado di fatturazione secondaria della roccia, la matrice è scarsa o assente.

I depositi di versante vengono sovente, rimaneggiati da parte dei corsi d'acqua che, in corrispondenza ad eventi meteorici particolarmente intensi e/o prolungati, aumentano la loro capacità di trasporto solido, andando ad alimentare colate detritiche e di debris-flow lungo i corsi d'acqua secondari che solcano i versanti in sinistra idrografica del torrente Mora. Allo sbocco dei corsi d'acqua in corrispondenza della valle principale si generano dei conoidi costituiti da depositi di genesi mista, alla base delle pareti e allo sbocco delle valli secondarie nella principale.

I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie. Essi interessano una piccola area del territorio comunale, alla confluenza dei torrenti Mora e Bindo; si sono depositati nella parte più ampia della valle. Sono in un'area ad elevato rischio di inondazione.

I depositi glaciali (till di origine mista) sono composti da ciottoli sub arrotondati a supporto di matrice. La morfologia si presenta con pendii dolci adibiti a pascolo (Fig.3). In particolare cresta di confine a est del comune è quasi interamente ricoperta da *till* di alloggiamento.

I depositi eluvio-colluviali non presentano caratteri omogenei sono costituiti da clasti di origine mista, glaciale o gravitativa, supportati da una matrice limoso-argillosa, sono localizzati nelle vicinanze di depositi glaciali lungo i versanti meno pendenti. Sono soggetti a movimenti superficiali molto lenti e colamenti.

L'area con la maggiore concentrazione di dissesti si colloca lungo il corso del torrente Val Mora. In questa zona si osservano alcuni corpi di frana caratterizzati da cinematiche sia di scivolamento rotazionale/traslato che complesse. La tessitura è variabile a seconda del materiale che li costituisce (generalmente si tratta di clasti spigolosi originatisi da fenomeni di crollo dalle pareti sovrastanti o più arrotondati se derivati dai depositi glaciali preesistenti).

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 13 DI 20
	Area topografia e cartografia numerica		



Fig.3 – Pascoli dello Stallone con till indifferenziato, sono visibili dei piccoli dissesti superficiali.

6 ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

Sul territorio del comune di Averara i principali elementi geomorfologici presenti sono quelli relativi ai fenomeni di origine gravitativa (All.1). Importanti sono le trincee, elementi lineari che indicano il dissesto di una parte importante di versante. Esse sono presenti a sud dell'abitato di Averara e interessano la formazione della Dolomia Principale, sono allineate secondo le principali faglie che interessano quest'area. La Dolomia sviluppa forme a guglie e pinnacoli che danno origine a cadute massi.

Caratteristici di tutto il versante est della Val Mora sono i fenomeni di colate di detrito che si sviluppano lungo i corsi d'acqua secondari. Questi alimentano il torrente Mora che presenta in alveo massi di notevoli dimensioni ad indicare l'elevata energia che può sviluppare nel trasporto.

Alle teste delle pareti rocciose sono presenti orli di scarpate di frana, mentre i depositi quaternari manifestano la loro instabilità con smottamenti, gradini di scivolamento.

Ben evidenti, lungo il corso del torrente Mora e nelle piane a valle del Passo San Marco, sono le scarpate di erosione formatesi con l'incisione dei depositi quaternari da parte dei corsi d'acqua.

A nord del rifugio Cà San Marco è presente un bellissimo *rock-glacier* che con la sua tipica forma lobata spicca sul versante (Fig.4).


	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 14 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		



Fig.4 – Rock-glacier a monte del rifugio Cà San Marco


7 IDROGEOLOGIA

Il territorio del comune di Averara fa parte del bacino di alimentazione del fiume Brembo, il torrente Mora ne è tributario.

Le sorgenti presenti presentano falde non molto estese, legate alla fratturazione secondaria della roccia e agli acquiferi presenti nei depositi quaternari (in carta All.2 sono evidenziate le fasce di rispetto). Le sorgenti alimentano i corsi d'acqua principali mantenendo un regime di base costate durante tutto l'anno. La maggior parte dei corsi d'acqua secondari presenta un regime torrentizio legato alle precipitazioni meteoriche. Questo comportamento può provocare, in caso di fenomeni temporaleschi intensi, lo sviluppo di onde di piena improvvise nel torrente Mora. L'effetto di laminazione della diga della Val Mora influisce solo sui regimi provenienti dai bacini a monte della stessa. I bacini a valle della diga invece presentano tempi di corrivazione molto brevi.

Il comune di Averara secondo l'elenco dei comuni compresi nella d.g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365 e nella d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 rientra nei comuni di cui risulta non abbiano concluso l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI. Il limitrofo comune di Santa Brigida ha sul suo territorio un'area a rischio idrogeologico molto elevato (cod. 147-LO-BG); essa va ad interessare il centro abitato di Averara, in quanto l'area comprende la confluenza dei torrenti Bindo e Mora, il regime delle precipitazioni qualora causasse una piena contemporanea dei due torrenti causerebbe l'alluvionamento delle aree agricole che sono localizzate sui depositi alluvionali alla confluenza dei due torrenti.

La testa della valle nel periodo invernale è soggetta a fenomeni valanghivi. Si sviluppano sui pendii scoscesi e privi di vegetazione anche con manti nevosi di modesta entità (40-50 cm); in carta sono segnalate le aree soggette a questo fenomeno estrapolate dal database

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO		
	P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 15 DI 20
Area topografia e cartografia numerica			

delle regione.

I litotipi presenti sul territorio comunale sono stati classificati secondo classi di permeabilità omogenee. Per i substrato roccioso sono stati utilizzati valori empirici assegnati sulla base dell'osservazione dello stato di fratturazione secondaria dei principali ammassi rocciosi e dati bibliografici; per quanto riguarda i depositi quaternari, la permeabilità è stata attribuita in base alla granulometria dei materiali e la presenza o meno di matrice, essi hanno in ogni caso una permeabilità elevata.

Caratterizzazione idrogeologica dei litotipi presenti nel comune di Averara:

		Permeabilità (k:coeff. di permeabilità)	Litologia
SUBSTRATO	Secondaria	Media	Calcere di Angolo
		Alta	Calcere di Bovegno
		Media	Dolomia Principale
		Media	Calcere di Esino
		Media	Formazione di Gorno
		Bassa	Gruppo dei Laghi Gemelli
		Bassa	Gneiss di Morbegno
		Media	Arenaria di Val Sabbia
		Media	Formazione di San Giovanni Bianco
		Media	Servino
		Media	Verrucano Lombardo
QUATERNARIO	Primaria	$K > 10^{-2}$	Detrito di versante
		$K > 10^{-2}$	Detrito di versante a grossi blocchi
		$K > 10^{-2}$	Depositi di conoide detritico
		$K > 10^{-2}$	Deposito di frana
		$10^{-2} > K > 10^{-6}$	Deposito alluvionale e fluvio-glaciale
		$10^{-2} > K > 10^{-6}$	Deposito elluvio-colluviale
		$K > 10^{-2}$	Conoide di debris flow
		$10^{-2} > K > 10^{-6}$	Till indifferenziato
		ND	Deposito di origine antropica
		$K > 10^{-2}$	Depositi di origine mista
		$K > 10^{-2}$	Conoide di origine mista
		$K > 10^{-2}$	Rock glacier

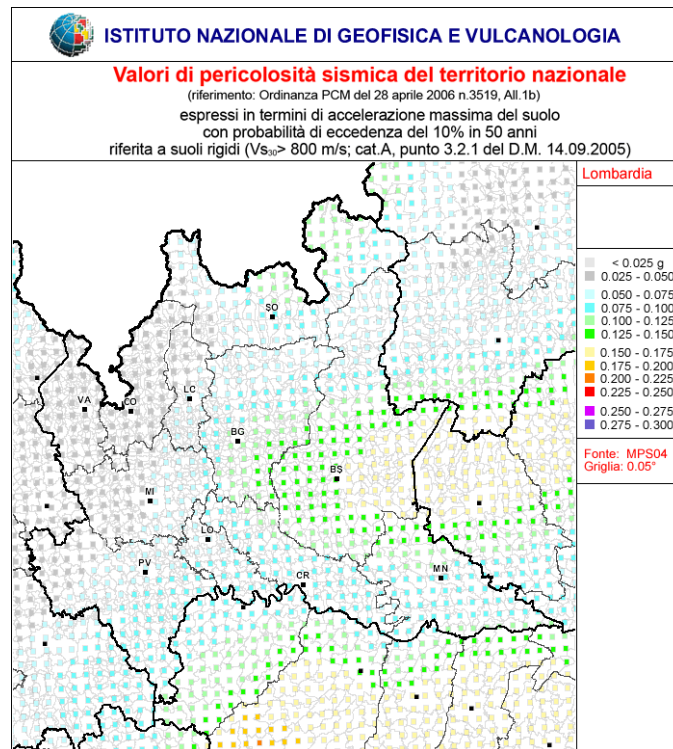
8 ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI

Il comune di Averara secondo le ultime normative è classificato in zona sismica 4, fascia 3 secondo i dati contenuti nell' Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, l'accelerazione massima del suolo attesa è compresa tra 0.050 e 0,075 m/s², per eventi sismici con

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 16 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		

probabilità di accadimento del 10% in 50 anni.


L'ultimo terremoto registrato nelle vicinanze del Comune di Averara è avvenuto il 31/12/11 a San Pellegrino Terme, la magnitudo registrata è stata pari a 2.1 gradi della scala Richter ad una profondità di 5 km.



La risposta sismica locale all'interno del territorio comunale è influenzata in modo rilevante dalle condizioni stratigrafiche del sottosuolo e dalle condizioni topografiche. La componente stratigrafica di sito è stata indagata attraverso prove di sismica passiva in alcune aree significative del territorio comunale, in particolare: la sede comunale in quanto elemento strategico e le aree classificate per l'espansione residenziale.

Le indagini effettuate (All.8) hanno quindi permesso la ricostruzione sismo-stratigrafica del sottosuolo e la misura della frequenza di risonanza del terreno per queste aree di particolare interesse. Questi dati sono da considerarsi preliminari ed indicativi in vista di indagini geologiche più approfondite, secondo la normativa vigente, da effettuare nel caso vengano approvati progetti edificatori. Per identificare le aree dove la componente di amplificazione topografica influisce maggiormente è stata redatta una carta delle pendenze All. 5, nella quale viene suddiviso in comune in aree omogenee di acclività; gli intervalli di pendenza considerati sono quelli che vengono considerati dalle categorie topografiche individuate nel DM 14 gennaio 2008 (Norme tecniche per le costruzioni). Le aree più pendenti, maggiore di 30°, subiranno sollecitazioni che daranno effetti meno prevedibili delle aree con pendenza inferiore.

Secondo la normativa regionale, è stata redatta la carta della Pericolosità Sismica Locale (All.7), questo elaborato è previsto dal primo livello di approfondimento nell'analisi degli effetti sismici di sito. Consiste in un approccio di tipo qualitativo ed è propedeutica allo

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO		
	P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 17 DI 20
Area topografia e cartografia numerica			

studio dei livelli successivi.

In base alle osservazioni geologiche, morfologiche e topografiche le classi di pericolosità sismica locale sono state interpretate in modo conservativo secondo le seguenti caratteristiche:


Sigla	Pericolosità sismica locale (PSL)	Effetti	Note
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità	Sono compresi tutti i fenomeni franosi individuati sul territorio
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana		Aree con pendenza da media e elevata e roccia affiorante
Z2	Zona con riporti antropici di spessore ed addensamento sconosciuti	Cedimenti e/o liquefazioni	Aree antropiche di cui è ignota la geometria del sottosuolo, aree con muri di sostegno.
Z3	Area che può essere soggetta ad amplificazioni topografiche	Amplificazioni topografiche	Area di rispetto per alcuni elementi dell'amplificazione topografica in quanto la morfologia non dà indicazioni sul possibile comportamento
Z3a	Zona di ciglio (scarpata, nicchia ecc.)		Lineamenti morfologici che indicano dissesto
Z3b	Zona di cresta rocciosa o cocuzzolo		Creste molto pendenti e/o rocciose
Z4a	Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciale e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	Depositi alluvionali sciolti di spessore sconosciuto
Z4b	Zona di falda di detrito e conoide alluvionale		Aree con depositi gravitati di conoide detritico e alluvionale
Z4c	Zona di depositi glaciali granulari		Aree con till di alloggiamento, il materiale è sciolto e non ha spessori conosciuti
Z4d	Zona con presenza di terre di origine eluvio-coluviale		Materiali di composizione e spessore variabili soggetti a colamenti e scivolamenti
Z5	Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone di contatto tettonico)	Comportamenti differenziali	Linee di contatto tettonico che possono presentare caratteristiche geomeccaniche diverse (presenza di gauge, fatturazione variabile)

Tutte queste limitazioni devono essere verificate in fase progettuale, esaminate e valutate secondo la normativa vigente.

9 CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO

La "Carta di fattibilità per le azioni di piano" è stata realizzata in scala 1: 10.000 ed estesa a tutto il territorio comunale, deriva dalla valutazione incrociata della carta di sintesi, di quella dei vincoli e degli elementi contenuti nella cartografia tematica come la carta geologica/geomorfologica, idrogeologica, ecc..

Le Classi di fattibilità individuate in ambito comunale hanno tenuto conto delle valutazioni di pericolosità dei singoli fenomeni riconosciuti, dei possibili scenari di rischio conseguenti nonché della componente geologico-ambientale.

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 18 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		

La Legge Regionale n° 41/97 e successive direttive regionali propongono una suddivisione in *Classi di fattibilità* che danno indicazioni su:

- ⇒ destinazione d'uso del territorio
- ⇒ cautele da adottare
- ⇒ eventuali ulteriori indagini da effettuare
- ⇒ realizzazione di opere di bonifica o difesa.

In particolare vengono indicate le seguenti **Classi** (cfr. D.G.R. n°7/6645 del 29.10.01)

CLASSE “1”: *Fattibilità senza particolari limitazioni* - comprende aree pianeggianti o subpianeggianti con buone caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali e non interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico. Non presente nel territorio comunale.


CLASSE “2”: *Fattibilità con modeste limitazioni* - comprende aree maggiormente acclivi, con discrete caratteristiche geologico - tecniche dei terreni e del substrato roccioso. Possono essere presenti modesti fenomeni di dissesto, ben individuabili e circoscrivibili; nelle aree pianeggianti possono sussistere modesti problemi di carattere idrogeologico (salvaguardia della falda acquifera sotterranea). Sono da prevedere approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico, finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica.

CLASSE “3”: *Fattibilità con consistenti limitazioni* - comprende aree acclivi soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico di maggior estensione e diffusione rispetto alla classe precedente. In aree pianeggianti le limitazioni derivano dall'esistenza di possibili effetti o eventi alluvionali, scarse qualità geotecniche dei terreni ed alto rischio per vulnerabilità idrogeologica (tutela delle zone di rispetto di captazioni ad uso idropotabile ai sensi del D.Lgs. 258/2000 art.5 comma 5). Per l'urbanizzato di futura edificazione sono necessari supplementi di indagine con campagne geognostiche (indagini in sito e in laboratorio) e studi tematici specifici che forniscono indicazioni su destinazioni d'uso ed opere di sistemazione e bonifica. Per l'urbanizzato esistente si devono prevedere indagini per opere di difesa; si può prevedere anche il monitoraggio dell'area. Vengono individuate due sottoclassi:

- “Sottoclasse 3a” settori che ricadono nella classe tre invece che due per la presenza di un vincolo desunto dalla carta dei vincoli;
- “Sottoclasse 3b” settori che ricadono nella classe tre invece che due per il rischio di caduta blocchi.

CLASSE “4”: *Fattibilità con gravi limitazioni* - comprende aree direttamente o indirettamente coinvolte da possibili grandi movimenti franosi attivi o quiescenti, o aree interessate da fenomeni alluvionali con ingenti movimenti di massa. E' esclusa qualsiasi nuova edificazione. Per le opere pubbliche è necessaria una specifica verifica geologica, geomeccanica ed idrogeologica, nonché una valutazione costi/benefici. Diventa indispensabile la creazione di una rete di monitoraggio geologico e/o idrogeologico.

- “Sottoclasse 4s” zona di tutela assoluta delle sorgenti;
- “Sottoclasse 4t” zona di rispetto dei corsi d'acqua;

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	REVISIONE 0	DEL 22/08/2012	PAG. 19 DI 20
	Area topografia e cartografia numerica		

- “Sottoclasse 4t,4s” zona di tutela assoluta delle sorgenti e di rispetto dei corsi d’acqua.

10 PRINCIPALI CRITICITA’

Nell’alta valle il pericolo maggiore è dovuto nella stagione invernale alle valanghe che si sviluppano lungo i pendii scoscesi anche con manto nevoso di scarso spessore. Vi si associano fenomeni di dissesto che si manifestano con la caduta di massi lungo le pareti rocciose, derivante dalla disgregazione della roccia per l’azione del gelo e del disgelo.

L’area con la maggiore concentrazione di dissesti si colloca lungo il corso del torrente Val Mora. In quest’area si osservano alcuni corpi di frana i cui depositi sono costituiti da materiali di dimensioni variabili dal decimetro al mezzo metro. Il tratto del torrente Valmoresca compreso tra il lago omonimo e la località di Losco è caratterizzato da fenomeni di colamento rapido così come il tratto di versante che dal lago di Valmora sale verso il Passo San Marco.


Il centro abitato di Averara è situato alla confluenza tra il torrente Val Mora e il torrente Bindo.

I due torrenti presentano un elevato fattore di rischio idrogeologico per il centro abitato (PAI) in quanto sono caratterizzati, come tutti i corsi d’acqua di quest’area da un tempo di corrivazione molto breve nel caso di precipitazioni a carattere temporalesco. Le piccole aree agricole si sono assestate sui depositi alluvionali dei suddetti torrenti, esse sono potenzialmente inondabili in caso di sostanziose onde di piena.

Il crinale in destra idrografica del torrente Bindo che è posto a Sud del centro abitato di Averara è caratterizzato da una zona franosa già classificata a rischio molto elevato dalla Regione Lombardia.

La parete rocciosa posta a Nord dell’abitato, è fortemente fratturata, la morfologia è caratterizzata da torrioni, e pareti molto ripide, soggette a continui distacchi di massi. A protezione dell’abitato sono già presenti reti paramassi deve comunque essere fatta una verifica periodica della stabilità delle pareti a monte delle stesse.

La strada che porta da Averara alla frazione di Valmoresca è caratterizzata dalla presenza di varie pareti di roccia con caratteristiche geomeccaniche scadenti, tali da poter provocare il distacco di massi che possono interessare la sede stradale

	COMUNE DI AVERARA – PROVINCIA DI BERGAMO P.G.T. COMUNE DI BERGAMO (BG) - STUDIO GEOLOGICO		
	Prot 220812/BMP/PD	DEL 22/08/2012	PAG. 20 DI 27
	Area geologia e cartografia numerica		

11 BIBLIOGRAFIA

Studio e analisi per il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo.

Luis I. Gonzales de Vallejo "Geoingegneria". Pearson Education Italia srl -2005

AA.VV. "Note illustrative del foglio 076- Lecco" (Inedito)

ASSERETO R. & CASATI P. (1968) – *Calcicare di Angolo* – Studi III. Carta Geologica d'Italia. Formazioni Geologiche, Fascicolo I: pp.190, Roma.

BONI A., CASSINIS G., CAVALLARO E., CERRO A., FUGAZZA F., ZEZZA F. VENZO S. & MEDIOLI F. (1968) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – F. Brescia (II edizione)*. Poligrafica e Carte valori, Ercolano (Napoli)

CASATI P. (1964) – *Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici)*. VI. Osservazioni stratigrafiche sull'Infraretico delle Prealpi Bergamasche. Riv. It. Pal. Strat., **70**: 447–465, Milano.

CASATI P., GNACCOLINI M. & JADOUL F. (1989) – Carta geologica della Val Brembana, Val Gerola ed aree adiacenti. Scala 1:50.000. Ed. C.N.R. - Univ. Milano.

CASATI P. & GNACCOLINI M. (1967) – *Geologia delle Alpi Orobie occidentali*. Riv. It. Pal. Strat., **73**: 25–162, Milano.

CITA MB. & FORCELLA F. (Eds., 1998) – *Alpi e Prealpi Lombarde*. Guide Geologiche Regionali, Società Geologica Italiana. pp. 318, BE-MA Ed., Milano.

CITA SIRONI M.B., ABBATE E., ALDIGHIERI B., BALINI M., CONTI M.A., FALORNI P., GERMANI D., GROPELLI G., MANETTI P., PAMPALONI M.L., PETTI F.M. & R.M. PICHEZZI (2007a) - *Carta Geologica d'Italia 1: 50.000, Catalogo delle Formazioni – unità tradizionali(1)*». Quad. APAT, ser. III, 7/VI, pp., 342, Roma.

CITA M.B., ABBATE E., ALIGHIERI B., BALINI M., CONTI A.M., FALORNI P., GERMANI D., GROPELLI G., MANETTI P. & PETTI F.M. (2007b). *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Catalogo delle Formazioni – Unità tradizionali (2)*. Quad. Serv. Geol. D'It., serie III, 7(VII): pp. 382, Roma.

PROVINCIA DI BERGAMO 2000a

Piano di gestione del SIC It2060001 "Valtorta e Valmoresca"

DESIO A. & VENZO S. (1954) – *Carta Geologica d'Italia: scala 1:100.000 – Foglio 33 – Bergamo*. Servizio Geologico d'Italia, Roma.

FORCELLA F. & JADOUL F. (Eds., 2000) – *Carta geologica della Provincia di Bergamo alla scala 1:50.000 con relativa nota illustrativa*. Pp. 300, 3 fogli geologici, Monti Ed., Bergamo.

MEZZETTI (Eds.): «*Patrimonio geologico e geodiversità – Esperienze ed attività dal Servizio geologico d'Italia all'APAT*». APAT–Rapporti **51/2005**: 81–88, Roma.

PORRO C. (1903) – *Alpi Bergamasche. Note illustrative della carta geologica e delle sezioni*. pp. 30, Tip. Operai, Bergamo.

REGIONE LOMBARDIA (2002) – *SIRVAL – Sistema Informativo regionale Valanghe – Scala 1:25.000 – ver. 1.1 – 2002 CD*, Milano

VARISCO A. (1881) – *Note illustrative della carta geologica della provincia di Bergamo*. pp. 130, Tip. Garuffi & Gatti, Bergamo.