



Comune di Mozzo

**CRITERI ED INDIRIZZI PER
LA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE
GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

In attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12

RELAZIONE GENERALE

Dott. Geol. Alessandro Chiodelli



Geologia Ecologia Agricoltura

Aprile 2006

"Sono tanti i luoghi, intorno alla città, fondati dai principi antichi e degni di essere cantati in nuovo poema e dalle Muse, ma ne tacciamo i singoli nomi, perché temiamo di stancare il lettore.

Ve n'è però uno, tra tutti quei nomi, di cui proprio non si può tacere, imposto, si dice, dal temibile principe Muzio: da lui infatti si pensa abbia avuto nome il villaggio che, per antico costume della gente, vien chiamato Mozzo.

Di esso io canterò brevemente il sito e la gente, e non lascerò che un così bel luogo rimanga sepolto nell'oblio.

Ha inizio da colli riscaldati dal raggio del sole, e volge verso l'Orsa fredda e il cigolante carro. Qui, presso la piana, si eleva l'alto e ripido colle, protetto da ogni lato dalle insidie dei nemici, poiché la forza dei Mozzi lo cinse di un triplice muro, e circondò la cima di profondi fossati. Boschi di castagni prati sempre verdeggianti, viti, frutti, noci, olivi, una fonte e fertili campi. Arricchisce il luogo una selva, piena di una grande varietà di belve, la più parte delle quali si cattura con le reti o con i cani. Non manca nulla di ciò che richiede una vita degna, poiché la natura benigna così arricchì questo luogo.

Di esso è signore una stirpe di antica e alta nobiltà, che in ricchezza e valore nelle armi supera tutte le altre..."

tratto dal Liber Pergaminus
di Mosè del Brolo (poeta bergamasco del XII secolo)

INDICE

1.0	PREMESSA ED ASPETTI METODOLOGICI	3
2.0	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO	6
3.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
4.0	INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO	11
5.0	DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE	26
5.1	Carta Litologica e Litotecnica	27
5.2	Carta Geomorfologica	70
5.3	Carta degli Elementi Idrografici, Idrologici e Idraulici	81
5.4	Carta Idrogeologica	87
5.5	Carta della Pericolosità Sismica Locale	97
5.6	Carta dei Vincoli	102
5.7	Carta di Sintesi	114
5.8	Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano	125
6.0	NORME GEOLOGICHE DI PIANO	131
7.0	CONCLUSIONI	142
	BIBLIOGRAFIA	145

Elenco tavole allegate

Tavola 1: Corografia

Tavola 2: Carta Litologica

Tavola 3: Carta Litotecnica

Tavola 4: Carta Geomorfologica

Tavola 5: Carta degli Elementi Idrografici, Idrologici e Idraulici

Tavola 6: Carta Idrogeologica

Tavola 7: Carta della Pericolosità Sismica Locale

Tavole 8A e 8B: Carta dei Vincoli

Tavole 9A e 9B: Carta di Sintesi

Tavole 10A e 10B: Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano

Tavola 11: Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano 1:10.000 su base C.T.R.

Tavola 12: Carta del Dissesto con legenda uniformata P.A.I. 1:10.000 su base C.T.R.

1.0 PREMESSA ED ASPETTI METODOLOGICI

Il Comune di Mozzo (BG) con delibera di G.C. n. 46 del 12 aprile 2005 ha incaricato lo scrivente Studio GEA di predisporre lo studio geologico dell'intero territorio comunale, nell'ottica di un nuovo progetto urbanistico redatto secondo i criteri stabiliti nella Legge 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il Governo del Territorio".

Nel Titolo II, Art.57 comma 1, della summenzionata legge è previsto che ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, nel PGT:

- a) il documento di piano contiene la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale sulla base dei criteri ed indirizzi emanati dalla Giunta Regionale, sentite le Province, entro tre mesi dall'entrata in vigore della L.R. n.12/05

- b) il piano delle regole contiene:
 1. il recepimento e la verifica di coerenza con gli indirizzi e le prescrizioni del P.T.C.P. e del Piano di Bacino
 2. l'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, secondo i criteri e gli indirizzi di cui alla lettera a), nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime aree sono assoggettate in ordine alle attività di trasformazione territoriale, compresa l'indicazione di aree da assoggettare a eventuali piani di demolizione degli insediamenti esistenti, ripristino delle condizioni di sicurezza, interventi di rinaturalizzazione dei siti o interventi di trasformazione urbana, PRU o PRUSST.

Il lavoro è stato condotto secondo quanto disposto nei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'Art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, N. 12" (D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566).

Con la predisposizione del presente studio geologico, il Comune di Mozzo (compreso nell'elenco di cui all'Allegato 13 della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 con la sigla "non avviato"), si adegua (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI e può aggiornare il quadro del dissesto di cui all'Elaborato 2 del PAI.

Lo studio geologico proposto contiene il quadro del dissesto derivante da valutazioni di maggior dettaglio rispetto ai dati contenuti nel primo livello di approfondimento dei PTCP (inventario dei fenomeni franosi) e sarà strumento di riferimento una volta raggiunta la compatibilità ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI.

Lo studio illustrato in queste pagine, redatto secondo i riferimenti normativi citati, è costituito dalla presente relazione tecnica e dalla relativa cartografia tematica.

Per i rilievi di terreno (totalmente eseguiti ex novo) e la rappresentazione grafica dei dati è stato utilizzato come base topografica il rilievo aerofotogrammetrico del comune in scala 1:2.000, realizzato da Canavesi s.r.l. nel marzo 2004.

Ciò che emerge da questo studio è una sintesi geoambientale di carattere interpretativo che non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico-tecnici, né esime l'Amministrazione Comunale e i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico e/o ambientale.

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

Essendo uno strumento a supporto della programmazione, l'obiettivo di questo studio è quello di raccogliere i principali parametri geologici delle aree esaminate e di evidenziare la vocazione delle stesse e le limitazioni d'uso del territorio per una corretta ed efficace gestione delle risorse; in particolare si fa riferimento ai nuovi interventi edificatori (urbanizzazione) per valutarne la fattibilità, predisponendo nel contempo i provvedimenti di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio naturale.

2.0 ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

Nelle prime fasi dello studio si è proceduto alla raccolta ed alla valutazione dei dati geologici acquisiti nel corso di precedenti indagini eseguite sul territorio comunale. Informazioni di carattere geologico ambientale sono state ricavate dalla bibliografia storica, tecnica e scientifica consultata presso l'archivio comunale, presso le biblioteche del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano, del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, del Museo Civico di Scienze Naturali "Enrico Caffi" di Bergamo e presso la sede del Parco dei Colli di Bergamo. Contestualmente, si è dato corso al rilevamento geologico e geomorfologico in scala 1:2.000 di tutto il territorio comunale. I rilievi di terreno sono stati conclusi nel mese di gennaio 2006. All'acquisizione diretta dei dati di terreno è seguita la loro elaborazione, con la stesura delle carte litologica, geomorfologica, degli elementi idrografici-idraulici, idrogeologica e litotecnica. Dal confronto dei diversi tematismi con lo stato di fatto antropico, si è infine giunti alla predisposizione delle carte dei vincoli e di sintesi della pericolosità geologica, e della conseguente carta della fattibilità e delle azioni di piano. La cartografia proposta comprende tavole realizzate a varie scale: 1:10.000 per la corografia ed alcune carte di approfondimento/proposta (tavv. 11 e 12), 1:5.000 o 1:4.000 per le tavole di inquadramento generale, ed infine 1:2.000, (stessa scala del piano urbanistico) per le tavole sismica, di approfondimento/integrazione e di proposta.

3.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Mozzo è adagiato a semicerchio sul piano intorno alla propaggine collinare che si prolunga dai colli di Bergamo verso la pianura a Sud-Ovest e verso la vallata del Brembo. Esso è posto in posizione d'interfaccia fra la media pianura bergamasca e le ultime propaggini meridionali dei rilievi prealpini.

Dalla tre cime dei colli, Colle Bagnada (o Monte Guzza, 389 m s.l.m.), Colle dei Gobbi (309 m s.l.m.) e Colle Lochis (287 m s.l.m.), anticamente linea fortificata avanzata a difesa della città, è possibile ammirare una stupenda panoramica verso l'antica Città murata e la parte moderna sul piano, verso la pianura e la valle del Brembo.

Proprio queste tre alture si inseriscono nel territorio comunale di Mozzo dividendolo in due parti: l'una sviluppata in direzione di Ponte San Pietro, l'altra verso la città di Bergamo. Tre strade salgono la collina scendendo dal lato opposto e costituiscono vie di collegamento all'interno del territorio comunale.

Il paesaggio è molto vario. Un tempo boscati, i colli nei secoli scorsi vennero pazientemente coltivati, soprattutto sul versante meridionale, soleggiato, dove la presenza continua dell'uomo ha dato un'inconfondibile caratteristica ai declivi.

Il territorio ha una superficie complessiva di 357 ettari, in parte collinoso (zona centrale), in parte pianeggiante (zona ad Est). La zona ad Ovest è caratterizzata da pianori digradanti verso il Torrente Quisa. L'altezza di riferimento è quella del centro storico del paese: 252 m s.l.m.

Il comune dista circa 5 chilometri dal centro della città di Bergamo.

Il territorio di Mozzo confina con la città di Bergamo (Est), con Curno (Sud), con Ponte San Pietro (Ovest) e con Valbrembo (Nord). Esso è suddiviso in più località: Mozzo paese (o di Sotto), Mozzo di Sopra, Pascoletto, Dorotina, Merena, Crocette e Borghetto. Il confine verso Ponte San Pietro è definito dall'alveo del Torrente Quisa,



che nasce alle falde del Canto Alto in comune di Sorisole e, dopo aver costeggiato le alture dei colli di Bergamo, prosegue verso Sud dove sfocia nel Brembo a valle dell'abitato di Ponte San Pietro. Ha carattere torrentizio con pochissima acqua nei periodi normali, mentre aumenta notevolmente la portata durante gli eventi di piena, trascinando talora piante, rami e qualsiasi oggetto abbandonato lungo le rive. Le numerose sorgenti esistenti sui fianchi dei colli sono ormai pressoché scomparse.

Nel territorio comunale scorre anche il Torrente Riolo, che tuttavia ormai può essere considerato il collettore fognario del paese. Nella località Borghetto è ancora visibile, in alcuni tratti, la Roggia Curna, opera dell'uomo, costruita nel 1476 su indicazioni di Bartolomeo Colleoni per portare acqua ai molini di Curno e per l'irrigazione di tutta la vallata di Astino e della zona a Sud dell'abitato di Curno.

Il nome del paese deriva probabilmente da un fondo ceduto dal Console romano ad un certo Mutio o Mucio, da cui Fondum Mutii o Fondum Mucii e successivamente Muz, Muzo, Moss, Moz e infine Mozzo. Il primo documento (conservato nell'archivio di S. Ambrogio a Milano) che parla di Mozzo risale all'anno 985; in esso si dice che "*Guillemus filio quondam Aponi Comitit de loco Muzo*" dona alcuni beni al Monastero di Sant'Ambrogio a Milano.

Il Parco dei Colli di Bergamo

Il Parco dei Colli di Bergamo, istituito con L.R. n.36 del 18/08/1977, all'Art.3 della legge istitutiva stabilisce che il Consorzio costituito dagli enti territoriali interessati "a) promuove il recupero del patrimonio storico e monumentale e l'arricchimento del patrimonio naturalistico e ambientale dell'area del parco e ne assicura le destinazioni ad usi pubblici secondo le previsioni del Piano, ferma restando la prevalenza delle aree a bosco e a verde agricolo; b) promuove e favorisce le attività agricole, in particolare cooperativistiche, anche con l'acquisizione e la messa a coltura delle aree recuperabili a destinazione agricola; c) coordina gli interventi nell'area del parco con le opere e i servizi in esso attuati".



L'area protetta si estende su 4.800 ettari circa, divisi in due dalla statale della Valle Brembana: a occidente il territorio sale a San Vigilio dalla piana di Astino, ancora coltivata a seminativo e contornata dal Bosco dell'Allegrezza; più a Nord, lo sperone di San Sebastiano separa dolcemente con larghi gradoni la valle di Astino dalla Valle Fontana, un'area collinare un tempo coltivata a vigne e gelsi, ora in parte abbandonata. Non lontana è la zona del bosco di Castagneta, che comprende l'intera fascia collinare del versante settentrionale dei Colli di Bergamo. Oltre le piane di Valmarina e del Quisa, il territorio del Parco subisce una strozzatura tra Almè e Petosino, per poi riallargarsi fino a comprendere all'estremità occidentale Sombrero e, più a Est, la valle del Giongo, il monte Lumbric e, all'estremità Nord, il Canto Alto (1148 m s.l.m.). La parte orientale del Parco, che fa capo al colle della Maresana, presenta caratteristiche paesistiche differenti, con tratti tipicamente prealpini e insediamenti concentrati nella zona pedecollinare. I versanti meridionali hanno vegetazione per lo più arbustiva, mentre quelli settentrionali, da Ca' del Lupo al Colle di Ranica, sono popolati da fitti cedui di castagno.

Nella sua perimetrazione, il Parco dei Colli comprende, oltre al comune di Mozzo e al capoluogo, anche i comuni di Almè, Paladina, Ponteranica, Ranica, Sorisole, Torre Boldone, Valbrembo e Villa d'Almè.

Con stretto riferimento all'ambito territoriale di Mozzo, vale la pena di accennare al progetto "The P.A.T.T.E.R.N. (The Park And The Town: Eco-Resources Network)". Si tratta di un progetto dimostrativo, teso a individuare un modello di gestione partecipata delle risorse ambientali tra un Parco, le imprese sociali e i cittadini e che prevede l'attuazione di diverse pratiche al fine di risolvere problemi di fragilità ambientale determinatasi in diverse aree del Parco dei Colli di Bergamo. Tra i risultati che il progetto The P.A.T.T.E.R.N. si prefigge vi è quello dell'attivazione di sette cantieri dimostrativi a piccola scala (circa 25 ha) predisposti in aree fragili protette.

Nello specifico due cantieri interesseranno direttamente il territorio comunale di Mozzo:

1. *Torrente Quisa*

Sono previsti interventi volti al miglioramento dell'ambiente di ripa ed al consolidamento delle rive del Torrente Quisa, un corso d'acqua con problemi di natura idrologica e di qualità dell'acqua. In un'area campione verranno eseguite opere di difesa delle sponde con l'utilizzo di tecniche ecologiche a basso impatto ambientale, oltre alla sistemazione delle aree limitrofe alle sponde. Uno studio della vegetazione consentirà di determinare quali specie arboree e arbustive andranno piantate e in quale successione per favorire la riqualificazione delle rive.

2. *Area umida di Mozzo*

Questa area rappresenta uno degli ultimi preziosi relitti di vegetazione spontanea nel Territorio del Parco dei Colli. La presenza di sorgive e l'impermeabilità del terreno hanno fatto sì che si sviluppasse una brughiera umida con insediamento di alcune rare specie di orchidee. Il drenaggio intenso ha però favorito il progressivo inaridirsi dell'area, con una decisiva avanzata degli arbusti invasivi, che faciliteranno l'estensione del bosco. Azioni tese a ripristinare le condizioni originarie dell'area e l'introduzione del pascolo in collaborazione con gli agricoltori del Parco permetteranno di effettuare un'azione di recupero dal forte carattere naturalistico e paesaggistico.

4.0 INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO

Per una valutazione delle condizioni climatiche del territorio in esame, sono state utilizzate le informazioni contenute nei seguenti lavori, ricavati dalla letteratura disponibile:

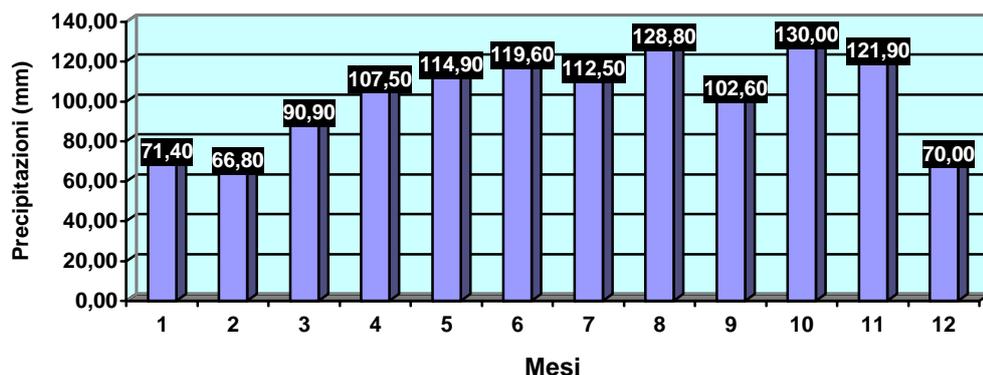
- Per le precipitazioni di breve durata e forte intensità, i dati ricavabili dal Piano Territoriale Provinciale (relazione Studio Paletti – luglio 1994) e quelli ricavabili dal quaderno Ismes n. 263 “Analisi regionale delle precipitazioni di breve durata e di forte intensità sulle Alpi orobiche (piogge giornaliere)”.
- Per le precipitazioni minime, massime e medie, i dati ricavabili dalla Carta delle Precipitazioni Medie, Massime e Minime Annue del Territorio Alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891-1990, Ceriani *et al.*, Servizio Geologico Regione Lombardia).
- Per le temperature e le precipitazioni medie, i dati riportati nel “Piano di Bacino del Fiume Adda” redatto a cura di Aquater per il Ministero dei Lavori Pubblici ed il Magistrato del Po con sede a Parma.
- Per le temperature, i dati della stazione meteorologica di Bergamo relativi al biennio 1988-1989 e al trentennio 1958-1987.

Dati ricavati dal Piano Territoriale Provinciale [Studio Paoletti]

Precipitazioni medie

Relativamente alle precipitazioni, i dati disponibili si riferiscono ai valori medi mensili ottenuti dai dati registrati nella stazione di Bergamo (Lat. 45.42 N, Long. 9.39 E, quota 366 m s.l.m.). Tali dati sono riportati nel diagramma di seguito riportato:

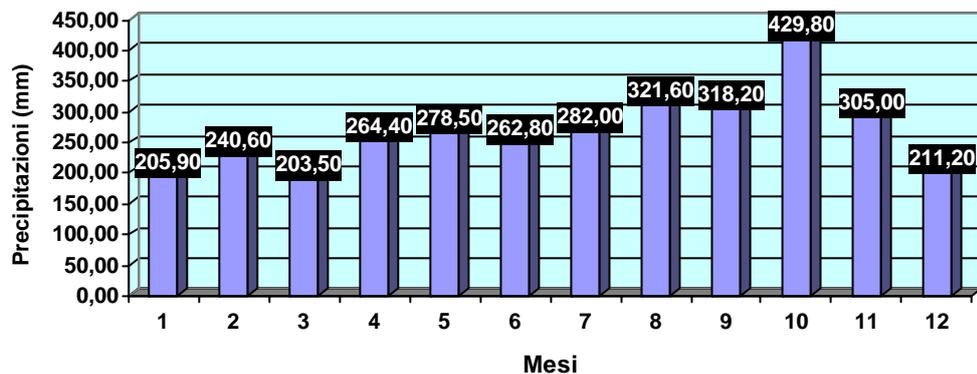
**Precipitazioni medie mensili
(Stazione di Bergamo, periodo 1951-1985)**



Da tali dati si ricava che i massimi valori delle precipitazioni si registrano nei mesi tardo primaverili, estivi ed autunnali. Il massimo assoluto è relativo al mese di ottobre (130,0 mm), anche se valori ancora elevati si registrano nei mesi di agosto (128,8 mm) e novembre (121,9 mm). I valori minimi si registrano nei mesi da dicembre a febbraio, con un minimo assoluto nel mese di febbraio (66,8 mm). Sulla base dei dati sopra riportati il valore medio annuo delle precipitazioni risulta pari a 1233,2 mm.

Nel diagramma a pagina seguente sono poi riportati, per dati raccolti nello stesso periodo del precedente, i valori delle precipitazioni massime mensili registrate.

**Precipitazioni massime mensili
(Stazione di Bergamo, periodo 1951-1985)**



Precipitazioni di breve durata e di forte intensità

Nel Piano Territoriale Provinciale (relazione Studio Paoletti-Luglio 1994) sono riportati i dati registrati nelle stazioni pluviometriche che dispongono di serie storiche dei massimi annuali per piogge della durata di 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore. Nella tabella seguente si riportano quelli relativi alla stazione significativa più vicina all'area in esame (Bergamo, quota 366 m s.l.m., con 48 osservazioni disponibili), considerata rappresentativa per tutto l'hinterland della Città di Bergamo.

Stazione di Bergamo – Serie storica dei massimi annuali delle piogge (mm)					
Anno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1936	21,6	31,6		46,0	74,6
1937	55,0	56,6		69,6	87,6
1938	51,4	54,6	54,8		
1939	45,4	52,4	77,8	109,0	151,0
1940	39,4	48,0	73,0	97,6	
1941	27,8	29,2	30,6	44,0	46,0

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

1942	28,0	37,0	42,0	47,0	75,0
1943	20,0	31,4	36,0	43,6	56,4
1944	31,0	42,4	58,6	74,2	78,0
1945	19,0	32,6	43,5	53,6	60,0
1946	23,0	26,2	40,0	46,2	48,0
1947	35,8	42,6	43,2	43,2	80,0
1948	26,0	35,0	55,0	56,0	67,0
1949					
1950	44,6	54,0	54,0	64,4	71,8
1951	28,0	30,8	48,0	63,0	116,0
1952	38,0	42,2	46,0	57,0	69,0
1953	43,6	50,0	57,4	59,0	66,4
1954	18,0	23,4	24,6	38,6	49,4
1955	39,0	40,6	46,4	54,4	55,0
1956	18,2	20,0	24,6	40,6	62,0
1957	36,0	42,6	45,0	45,2	67,4
1958	22,6	32,0	37,4	43,4	59,0
1959	60,0	87,8	107,0	109,0	109,0
1960	41,2	52,4	58,0	86,4	103,0
1961	35,2	39,8	39,8	47,0	58,4
1962					
1963	36,8	55,2	55,2	74,2	119,0
1964	32,8	36,4	45,6	47,6	70,0
1965	41,4	48,2	51,8	56,2	76,4
1966	35,3	45,0	67,6	73,8	93,2
1967	24,8	25,8	33,6	46,6	60,8
1968	53,0	54,2	61,6	68,2	78,0
1969	33,4	41,0	41,4	42,6	51,8
1970	36,0	47,8	68,2	73,8	85,6
1971	21,8	24,0	46,0	56,4	68,6
1972	35,0	56,6	64,6	66,8	79,6
1973	40,0	45,4	46,0	61,8	95,8
1974	20,2	20,2	25,6	40,2	59,0

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo



1975	32,2	39,4	44,6	44,6	50,1
1976	29,6	34,8	43,4	62,2	62,2
1977	33,8	36,0	36,0	63,4	79,8
1978	20,8	40,2	47,8	48,2	61,0
1979	20,0	40,0	49,4	84,8	109,6
1980	11,2	16,8	22,8	32,5	65,0
1981	27,0	29,4	44,8	70,8	110,8
1982	20,0	31,6	44,6	60,6	67,0
1983	27,6	29,4	30,6	31,0	62,0
1984	29,8	35,6	48,3	54,0	54,6
1985	15,1	21,7	22,2	34,2	50,6

La relazione tecnica del Piano Territoriale Provinciale fornisce per la stazione di Bergamo i parametri **a** ed **n**, calcolati sulla base delle serie storiche, da utilizzarsi per il calcolo delle curve di possibilità pluviometrica.

Si ricorda che la relazione statistica che lega l'altezza delle precipitazioni **h** (in mm) alla durata **d** (in ore) ed al tempo di ritorno **T** (in anni), nota come curva di possibilità pluviometrica, è data dalla seguente espressione:

$$h(T) = a(T) \cdot d^{n(T)}$$

nella quale i parametri **a** ed **n**, che sono funzione di **T**, vengono stimati sulla base delle serie storiche di dati disponibili.

Per la stazione di Bergamo i valori calcolati sono i seguenti:

$n_5 = 0,26$	$n_{10} = 0,25$	$n_{50} = 0,25$	$n_{100} = 0,25$
$a_5 = 38,04$	$a_{10} = 44,21$	$a_{50} = 57,78$	$a_{100} = 63,52$



Sulla base dei valori calcolati nelle stazioni disponibili, nella relazione del Piano Territoriale Provinciale sono state costruite curve di iso-**a** e di iso-**n**, riprodotte poi su carte in scala 1:200.000 relative all'intero territorio provinciale.

Da tali carte si possono pertanto ricavare i valori dei parametri **a** ed **n**, utilizzabili per l'ambito territoriale di Mozzo. Tali valori (ricavati considerando la curva di isovalore significativa passante per il territorio comunale) sono riportati nella tabella seguente:

$n_5 = 0,26$	$n_{10} = 0,25$	$n_{50} = 0,25$	$n_{100} = 0,24$
$a_5 = 39$	$a_{10} = 45$	$a_{50} = 59$	$a_{100} = 65$

Da tutto quanto sopra riportata si ricava che per il territorio di Mozzo si possono statisticamente stimare le precipitazioni massime attese, calcolate per diverse durate e per diversi tempi di ritorno.

I risultati del calcolo sono riportati nella tabella seguente.

		MOZZO				
		Precipitazioni massime di diversa durata e con vari tempi di ritorno				
		d = 1 ora	d = 3 ore	d = 6 ore	d = 12 ore	d = 24 ore
T = 5 anni	h (mm) =	39	51,9	62,1	74,4	89,1
T = 10 anni	h (mm) =	45	59,2	70,4	83,8	99,6
T = 50 anni	h (mm) =	59	77,6	92,3	109,8	130,6
T = 100 a	h (mm) =	65	84,6	99,9	118,0	139,4

Sempre relativamente alle precipitazioni di breve durata e forte intensità, da quanto riportato nel quaderno Ismes n. 263 "Analisi regionale delle precipitazioni di breve durata e di forte intensità sulle Alpi Orobie (piogge giornaliere)" è possibile ricavare un ulteriore dato relativo al valore centenario delle altezze di pioggia giornaliera.



La pubblicazione riporta infatti una carta con le isoiete calcolate per piogge giornaliere con tempo di ritorno $T = 100$ anni, e l'elenco dei valori calcolati per una serie di stazioni tra cui Bergamo.

Il valore della pioggia giornaliera con tempo di ritorno $T = 100$ anni calcolato per tale stazione è pari rispettivamente a **151,2 mm**, e mostra quindi una buona concordanza con quello riportato nella precedente tabella e ricavato con i dati della relazione tecnica del Piano Territoriale Provinciale.

Valutazioni più approfondite rispetto a quelle riportate nella presente relazione potrebbero essere sviluppate nel caso in cui si volessero esaminare in dettaglio i problemi di carattere idrologico connessi alle specifiche caratteristiche del territorio del comune di Mozzo. In particolare potrebbero essere elaborati scenari atti a prefigurare i possibili dissesti in concomitanza con eventi eccezionali di diversa gravità; inoltre si potrebbero effettuare valutazioni sull'adeguatezza della rete idrografica esistente rispetto a tali fenomeni e su possibili interventi di sistemazione della stessa.

Nelle vicinanze del territorio comunale di Mozzo è presente una stazione pluviometrica in comune di Brembate di Sopra; essa non viene tuttavia presa in considerazione perché possiede una serie storica con dati misurati su d un intervallo di tempo inferiore a 10 anni.

Dati ricavati dal Servizio Geologico Regione Lombardia [Ceriani et al.]

Gli stralci di carte delle precipitazioni medie, massime e minime annue contenuti nelle pagine seguenti sono stati ricavati partendo dai dati pubblicati negli “*Annali Idrologici – parte prima*” del Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po, dal 1913 al 1983 e nella Pubblicazione n.24 “*Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921 – 1950 – Bacino del Po*”; solo per alcune aree particolarmente significative i dati sono stati integrati fino al 1990 con il reperimento diretto degli stessi presso aziende idroelettriche (AEM, ENEL Sondel) e presso il Servizio Idrografico stesso.

Particolare cura è stata riservata al reperimento dei dati antecedenti il 1913 con una attenta ricerca condotta essenzialmente nel Volume II - Bacino Imbrifero del Po - “*Osservazioni Pluviometriche raccolte a tutto l’anno 1915*” – Roma 1922, sempre del Servizio Idrografico.

Utilizzando così tutti i dati disponibili delle stazioni con almeno 10 anni di osservazioni è stato possibile ottenere una carta molto dettagliata dell’andamento delle precipitazioni medie annue con molte più informazioni rispetto ad esempio alla “*Carta delle Isoiete della Precipitazione Annuale Media del cinquantennio 1921 – 1970*” dell’Ing. Lino Cati (Pubblicazione n. 19 dell’Ufficio Idrografico del Po “*Idrografia ed Idrologia del Po*” edito dall’Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Roma, 1981).

Dai dati di ogni stazione sono stati estratti i massimi e i minimi assoluti misurati, e a partire da questi dati sono state ricostruite le carte delle precipitazioni massime e minime annue.

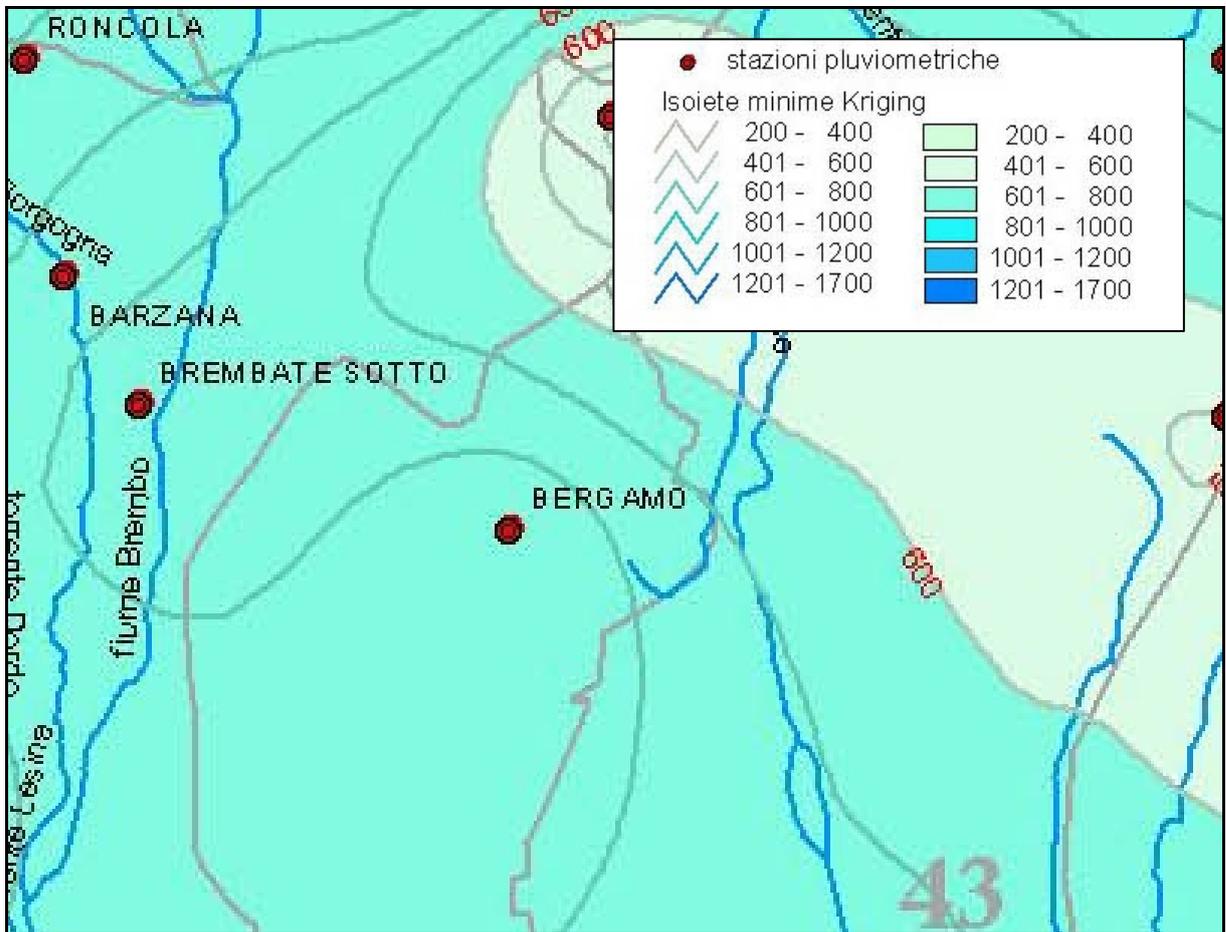


Fig. 1 – Carta delle isoiete minime dell'hinterland di Bergamo

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

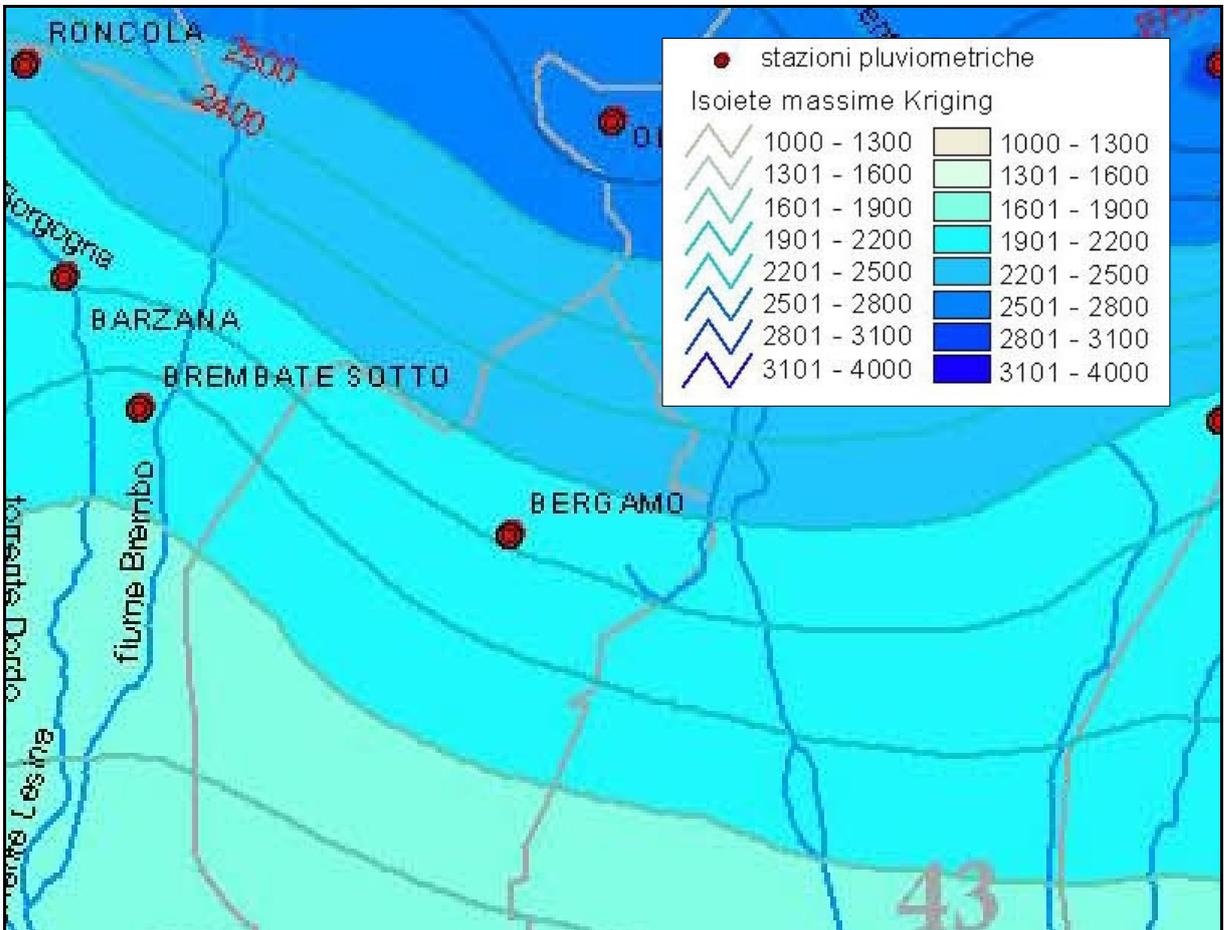


Fig. 2 – Carta delle isoiete massime dell'hinterland di Bergamo

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

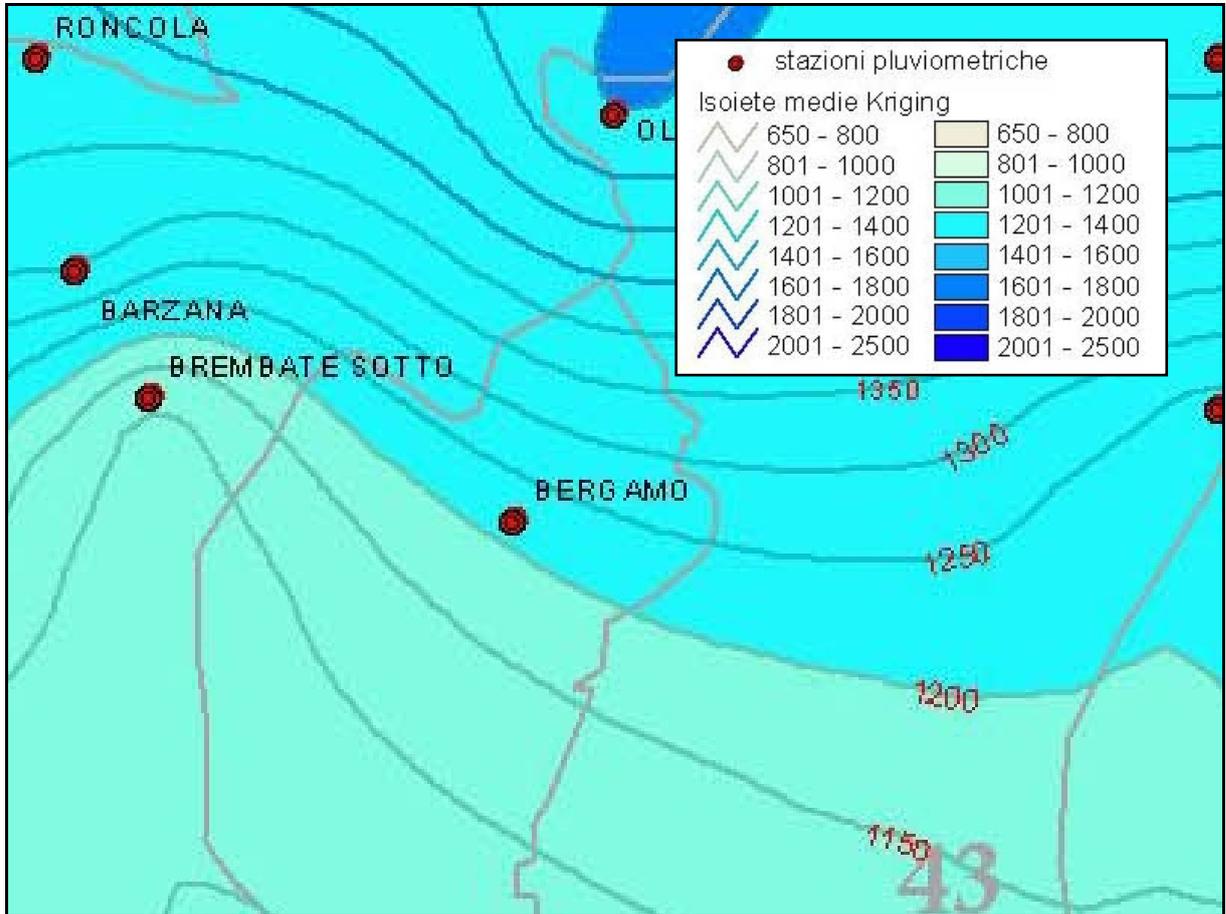


Fig. 3 – Carta delle isoiete medie dell'hinterland di Bergamo

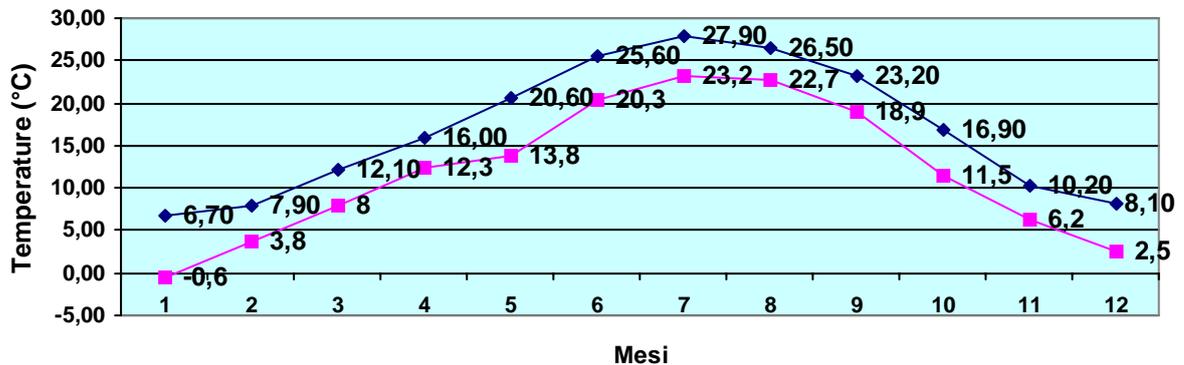
Dati ricavati dal Piano di Bacino del Fiume Adda [Aqater]

Temperature

Relativamente alle temperature, come già accennato in premessa, i dati utilizzati sono quelli riportati nel "Piano di Bacino del Fiume Adda" redatto a cura di Aqater per il Ministero dei Lavori Pubblici ed il Magistrato del Po con sede a Parma.

Il diagramma seguente riporta l'andamento delle temperature medie mensili suddivise in minime e massime, relative alla stazione di Bergamo:

**Temperature medie mensili - valori massimi e minimi
Periodo 1973-1985
(Stazione di Bergamo, periodo 1951-1985)**



Nello stesso Piano di Bacino del Fiume Adda è riportato il bilancio idrologico medio relativo alla stazione di Bergamo, calcolato con il metodo di Thornthwaite, allo scopo di fornire la distribuzione dei parametri in base a climatologia, idrologia, condizioni geologiche e copertura vegetale.

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

La tabella di seguito presentata riporta i principali parametri ricavati dai calcoli effettuati (basati sui dati dell'intervallo 1972-1985), relativi ai singoli mesi ed all'anno completo:

	Temperatura (°C)	Precipitazioni (mm)	Evapotraspirazione potenziale e reale (mm)	Deflusso superficiale (mm)
Gennaio	4,0	77,1	3,3	57,6
Febbraio	5,6	52,9	7,2	50,2
Marzo	9,5	89,6	25,6	57,5
Aprile	13,7	83,3	53,2	42,3
Maggio	17,6	151,1	91,1	50,0
Giugno	22,1	96,7	132,5	24,1
Luglio	25,4	82,9	166,0	12,6
Agosto	24,6	120,6	144,5	5,3
Settembre	21,3	99,7	97,8	3,6
Ottobre	14,8	120,2	48,9	0,0
Novembre	8,4	76,9	15,1	29,4
Dicembre	4,7	66,7	4,3	44,4
Anno	--	1117,8	789,6	377,1

Dati ricavati dalla Stazione meteorologica di Bergamo

Regime termico

L'analisi del regime termico è stata effettuata utilizzando i dati della stazione meteorologica di Bergamo, perché è quella che dispone di un numero maggiore di dati rispetto alle altre, ed è quindi in grado di meglio rappresentare la situazione reale media, risentendo in misura minore di eventuali annate anomale.

Nelle seguenti tabelle sono rappresentati i valori misurati relativi alle temperature medie, massime e minime riferite ai singoli anni 1988-1989 e al trentennio 1958-1987 per la stazione meteorologica di Bergamo:

Temperatura massima °C												
Periodo	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1988	7,9	10,2	13,7	16,7	21,1	24,6	28,9	28,7	24,3	19,5	9,3	7,7
1989	6,3	10,8	15,7	14,8	22,7	25	27,2	22,4	22,4	17,7	9,8	6,9
1957-87	5,4	8	12,1	16,7	21,3	25,6	28,2	23,9	23,9	17,9	11	6,5

Temperatura minima °C												
Periodo	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1988	-2,7	0,5	3,1	8,3	13,1	14,8	18,6	18,4	13,9	11,9	1,6	-0,7
1989	-2,8	2	6	7,7	12,4	14,1	17,3	17,3	14,1	8,2	3,3	-0,4
1957-87	-2,1	0	3,1	6,5	10,7	14,5	16,9	16,4	13,7	8,9	3,8	-0,7

Nella tabella seguente sono invece rappresentati i valori dell'escursione termica giornaliera rilevati nella stazione meteorologica di Bergamo (Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura) nel biennio 1988-1989:

Escursione termica giornaliera °C		
Mese	1988	1989
Gennaio	5,1	9,1
Febbraio	9,6	8,8
Marzo	10,6	9,7
Aprile	8,5	7,1
Maggio	8,1	10,3
Giugno	9,8	11,0
Luglio	10,3	9,8
Agosto	10,6	10,4
Settembre	10,4	8,3
Ottobre	7,4	9,5
Novembre	7,7	6,5
Dicembre	8,4	7,3

Si osserva che durante l'estate i valori dell'escursione termica sono i più elevati e meno variabili.

Alcuni valori particolarmente bassi riscontrati a Bergamo in gennaio dipendono da regimi termici giornalieri ad "andamento piatto" e con valori in °C molto ridotti.

5.0 DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE

Sulla base dei criteri normativi riportati nella L.R. 41/97 e nelle sue integrazioni e modifiche è stata pertanto predisposta la presente relazione illustrativa, corredata dagli elaborati cartografici di seguito elencati, realizzati a varie scale:

- *Cartografia di inquadramento*
 - Corografia in scala 1:10.000 su base C.T.R., Tavola 1
 - Carta Litologica in scala 1:5.000, Tavola 2
 - Carta Litotecnica in scala 1:5.000, Tavola 3
 - Carta Geomorfologica in scala in scala 1:4.000, Tavola 4
 - Carta degli Elementi Idrografici, Idrologici e Idraulici in scala 1:5.000, Tavola 5
 - Carta Idrogeologica in scala 1:5.000, Tavola 6

- *Cartografia di approfondimento, integrazione e proposta*
 - Carta della Pericolosità Sismica Locale in scala 1:2.000, Tavola 7
 - Carta dei Vincoli in scala 1:2.000, Tavola 8
 - Carta di Sintesi in scala 1:2.000, Tavola 9
 - Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano in scala 1:2.000, Tavola 10
 - Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano in scala 1:10.000 su base C.T.R., Tavola 11
 - Carta del Dissesto con legenda uniformata P.A.I. 1:10.000 su base C.T.R., Tavola 12

5.1 Carta Litologica e Litotecnica

Aspetti geologici del territorio

L'ambito territoriale di Mozzo è collocato nella zona di transizione tra area pedemontana e pianura; la demarcazione tra pianura e rilievi è netta ed avviene tramite una linea sinuosa e lobata, senza la frapposizione di una vera e propria fascia collinare come nella vicina Brianza. L'attuale conformazione territoriale è il risultato delle dinamiche evolutive alpine, che hanno progressivamente trasformato il paesaggio, a partire dalle fasi più remote riconducibili agli acmi evolutivi dell'orogenesi, fino alle fasi più recenti di neotettonica.

Per risalire all'origine degli affioramenti rocciosi arenaceo-marnosi che si osservano diffusamente nel settore collinare del comune (ad esempio in loc. Borghetto) bisogna arrivare al Cretaceo Superiore (70-80 milioni di anni fa), periodo in cui si sviluppano i processi orogenici di formazione della catena sudalpina; in particolare iniziano progressivamente ad ergersi gli apparati strutturali alpini, costituiti dall'impilamento di brandelli di roccia sovrascorsi gli uni sugli altri a causa del trend geodinamico compressivo. Procedendo dai rilievi verso Sud il Bacino Lombardo era caratterizzato da un'avanfossa, cioè da un'area depressa, entro cui si accumulavano coltri torbiditiche di notevole spessore, prodotte dal rimaneggiamento dei materiali erosi dalle zone più interne in sollevamento. Conseguentemente il carico litostatico prodotto dall'ispessimento crostale connesso a tali fenomeni innescava fenomeni di subsidenza del bacino stesso.

Le correnti di torbida accumulavano questi sedimenti al piede della scarpata continentale in seguito a franamenti formando ampie conoidi costituite da materiale principalmente sabbioso-argilloso e localmente di maggiore pezzatura. Questi sono i sedimenti che nel corso del tempo, litificandosi, hanno dato origine alla formazione rocciosa del Flysch di Bergamo, di età campaniana, costituita da arenarie e marne siliceo-calcaree provenienti sempre da zone situate sia ad Est che ad Ovest, come

indicato dalla presenza di frammenti di minerali di alta pressione, quali ad esempio il glaucofane, proveniente da settori alpini. Questi strati di roccia, facilmente lavorabile, sono stati utilizzati a Mozzo per la costruzione delle abitazioni, dei muretti a secco, per rimodellare, secondo le esigenze del contadino, i terreni da lavorare. Anche la chiesa parrocchiale, risalente agli anni trenta del secolo scorso, è stata realizzata interamente con queste pietre, scavate dal fianco della collina e tagliate a blocchi. Rocce di questo tipo, verso la fine del periodo cretacico (66 milioni di anni fa) coprivano tutto il territorio da Almenno verso l'odierna pianura, ma in parte sono state smantellate dagli agenti erosivi.

Dal punto di vista geologico-strutturale, Mozzo ricade a cavallo tra il settore frontale del sudalpino ed il bacino padano, in un ambito caratterizzato da una successione di pieghe, in parte rovesciate, costituite prevalentemente dalle successioni cretatiche che si immergono al di sotto della pianura padana. Dal confronto con i dati del sottosuolo padano e con le successioni affioranti in aree contigue alla Bergamasca, sembra che questo settore si sia deformato, almeno in parte, più tardivamente e sia stato coinvolto nelle fasi tardo Oligoceniche e Mioceniche registrate lungo i margini meridionali della catena. Infatti, circa 15 milioni di anni fa, nuove graduali spinte sollevarono il territorio. Esse però non erano distribuite uniformemente; mentre la pianura sprofondava ulteriormente sotto il mare, il territorio collinare subiva un'elevazione lenta. La fascia centrale del territorio bergamasco, invece, veniva sollevata molto di più e per questo le rocce, sedimentatesi inizialmente in strati orizzontali, venivano piegate.

Le strutture della catena sudalpina proseguono in profondità sotto i sedimenti plio-quadernari della pianura padana.

L'assetto attuale del territorio di Mozzo è il risultato dell'interazione tra lineamenti geologici strutturali ed agenti esogeni, che hanno modellato il paesaggio dopo

l'emersione della catena alpina, cioè a partire dal Cenozoico Superiore: le acque correnti, i ghiacciai, il vento, la forza di gravità, infatti, hanno scolpito profondamente il territorio, seguendo linee di debolezza preesistenti (lineamenti tettonici, fasce di rocce più facilmente erodibili). Le forme che oggi si riconoscono riflettono quindi anche gli eventi climatici che si sono susseguiti negli ultimi milioni di anni. In particolare si segnala come nel Pliocene Inferiore il territorio padano fino al piede delle Alpi fu interessato dall'avanzata del mare sulle terre emerse (trasgressione), sicché la pianura e la porzione inferiore delle valli che si affacciavano su di essa furono sommerse; le coste assunsero un profilo articolato detto "a rias", per indicare che si tratta di coste derivate dalla sommersione di un territorio precedentemente soggetto a modellamento in ambiente fluviale. I colli di Bergamo (fra cui la collina di Mozzo) e quelli di Pontida divennero isole, i fondovalli del Brembo e dell'Imagna si trasformarono in fiordi, le colline alle spalle di Almenno in penisole.

Le successive fasi regressive degli ultimi 2 milioni di anni hanno prodotto il progressivo accumulo nella fossa padana di spesse coltri alluvionali; localmente si sono originate zone paludose, come nella bassa città di Bergamo (bonificate poi dai Veneziani), a Valtesse, a Ranica-Nese, a Petosino e nel settore Ovest dei colli, dove il Brembo divagava disperdendo un po' ovunque i suoi depositi ciottolosi. Il suo alveo aveva segnato le zone del Pascolo dei Tedeschi e la costa, più resistente, di Brembate Sopra. Se osserviamo il profilo del territorio tra le colline, dopo alcuni pianori, ritroviamo piccole scarpate con salti metrici a testimonianza delle divagazioni fluviali del Brembo nel corso tempo.

Negli ultimi millenni l'alternarsi di periodi glaciali ed interglaciali hanno determinato l'accumulo di coltri quaternarie di varia natura e morfologia.

Sulla scorta di queste evidenze nel territorio di Mozzo possono essere riconosciute quattro differenti unità fisiografiche:

1. l'ambito collinare degli affioramenti rocciosi



2. l'ambito di accumulo delle coltri di alterazione ed erosione del substrato
3. il livello fondamentale della pianura
4. le valli fluviali attuali

L'ambito dei colli rappresenta l'area culminale del territorio di Mozzo, ove viene a giorno un substrato roccioso arenaceo-marnoso di composizione prevalentemente carbonatica, interessato strutturalmente da sistemi plicativi sia alla mesoscala che alla microscala.

Alla base dell'ambito collinare il substrato roccioso scompare, ricoperto dall'accumulo delle coltri di alterazione ed erosione del substrato (azione perdurante degli agenti esogeni su litologie erodibili) che possono anche superare i 10 metri di spessore; questi depositi, prevalentemente limo-sabbiosi, determinano blandi declivi che si raccordano agli ambiti più propriamente di pianura.

Il livello fondamentale dalla pianura è caratterizzato dalla presenza delle grandi conoidi fluvioglaciali pedealpine. Tale livello tende a bordare esternamente l'ambito collinare, determinando declivi più propriamente di pianura prossimi a pendenze del 7-8‰. È stato intensamente inciso dai corsi d'acqua durante l'Olocene, periodo in cui si verificano aggradazioni di entità minore rispetto all'attività tardo-pleistocenica, quando le conoidi erano alimentate dalle estese fronti glaciali.

L'unità fisiografica delle valli attuali invece è bordata da scarpate continue, che la distinguono chiaramente dall'unità del livello fondamentale della pianura, erosa dal corso di fiumi e torrenti, come si può osservare lungo il corso del Torrente Quisa.

I rilievi di terreno di dettaglio sono stati corredati da un'accurata ricerca bibliografica.

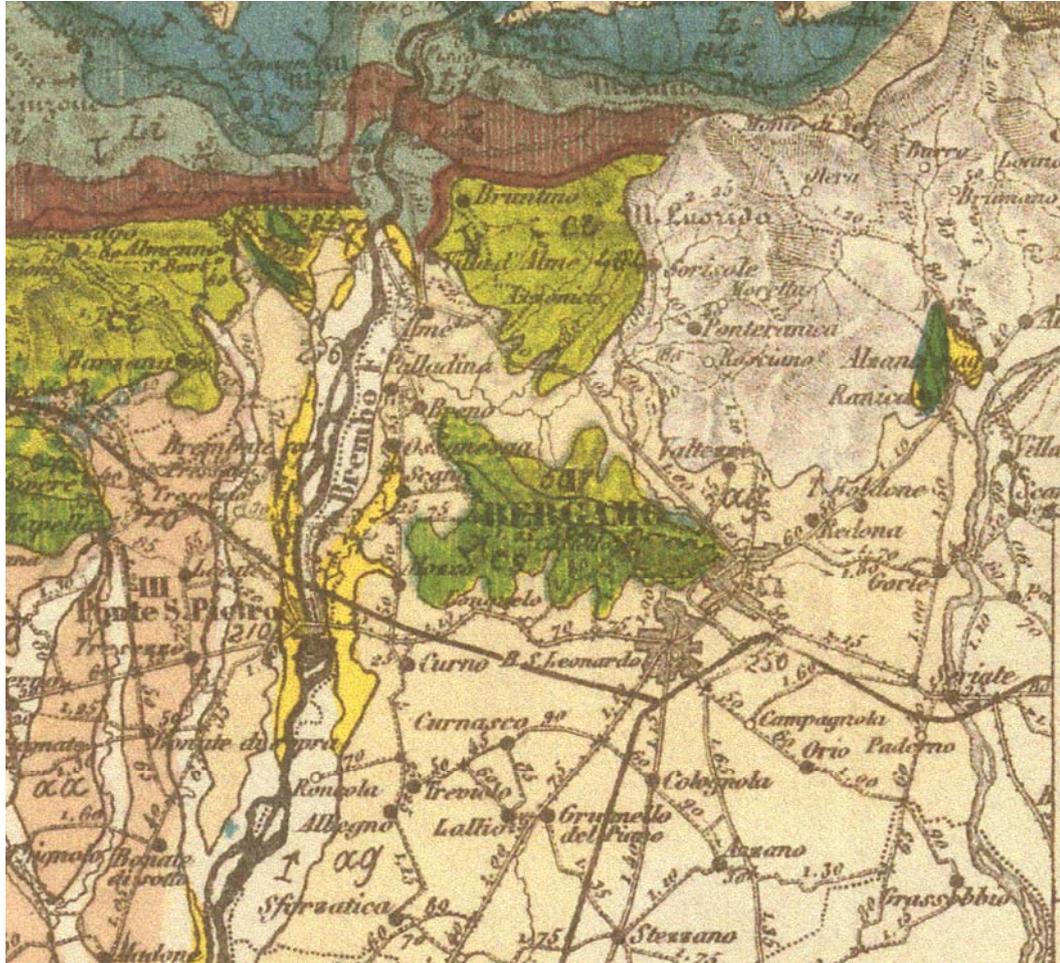


Fig. 4 – Stralcio Carta Geologica del Bacino Idrografico del Brembo e delle relative Alluvioni–Spaccati, disegnata da Torquato Taramelli, fine '800

Il territorio comunale di Mozzo si caratterizza per la presenza di depositi quaternari accumulatisi in ambiente continentale, che ricoprono per ampi tratti un substrato roccioso a composizione prevalentemente calcarea.

L'età a cui si fa risalire il substrato roccioso, che localmente affiora nelle porzioni altimetricamente più elevate del comune di Mozzo, è quella del Campaniano (Cretaceo Superiore).

I primi cenni in merito risalgono alla fine dell'800, riportati nella Carta Geologica del Bacino Idrografico del Brembo e delle relative Alluvioni – Spaccati, disegnata da Torquato Taramelli.

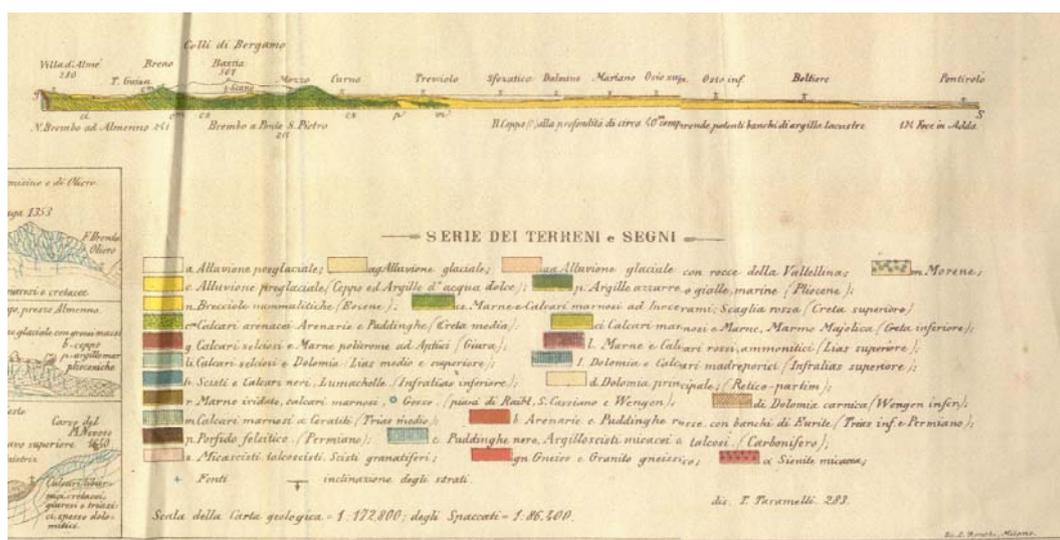


Fig. 5 – Sezione geologica tratta dalla Carta Geologica del Bacino Idrografico del Brembo e delle relative Alluvioni–Spaccati, disegnata da Torquato Taramelli

In questo primo elaborato cartografico la zona collinare compresa tra Mozzo e Bergamo è caratterizzata dalla presenza di *Marne e Calcari marnosi a Inocerami* (colore verde in carta e sigla cs); nell'area pianeggiante che cinge i colli vengono invece indicate *Alluvioni glaciali* (colore panna e sigla ag), mentre l'ambito della Quisa è fasciato localmente dalla presenza di *Ceppo e Argilla d'acqua dolce - Alluvione preglaciale* (colore giallo e sigla c). La relativa sezione stratigrafica evidenzia con un buon dettaglio le pieghe negli strati calcareo-marnosi che costituiscono i colli di Bergamo, segno dell'attenzione degli Autori nei confronti delle geometrie dei corpi rocciosi. Verso Sud le unità rocciose tendono a scomparire, ricoperte progressivamente dalle coltri alluvionali della pianura.

Un altro documento bibliografico di indubbia rilevanza ed autorevolezza è rappresentato dal Foglio n. 33 “Bergamo” della Carta Geologica d’Italia, prodotta da A. Desio e S. Venzo nel 1954. La legenda cronostratigrafica della carta è ordinata con maggior accuratezza rispetto alla carta di Taramelli. La formazione rocciosa rilevata sui colli di Mozzo viene attribuita al Cretaceo e più specificatamente al Santoniano “Piano di Sirone”; si tratta di *arenarie con Pachydiscus e Inoceramus con intercalazioni di puddinga poligenica con Actaconella e Hippurites* (colore verde con puntini rossi e sigla C²_a).

Nell’elaborato di Desio e Venzo le coperture quaternarie presenti spostandosi verso meridione nell’ambito di pianura sono state suddivise in due membri; il primo ricopre la porzione pedecollinare ed il relativo substrato roccioso, come si evince anche dalla sezione stratigrafica in allegato, ed è costituito da fluvioglaciale ghiaioso ad argille arancio in tutta la massa – *Diluvium medio* (colore giallo con puntini rossi e sigla ar’). Più esternamente (colore giallo e sigla ar’’) vi sono depositi *fluvioglaciali ghiaiosi, alterati per circa 1 m – livello fondamentale della pianura*. Entrambe queste coltri fluvioglaciali vengono fatte risalire al Riss (secondo il Modello Glaciale Classico). Anche nella sezione stratigrafica di Desio e Venzo vengono messe in risalto le geometrie ondulate degli strati rocciosi.

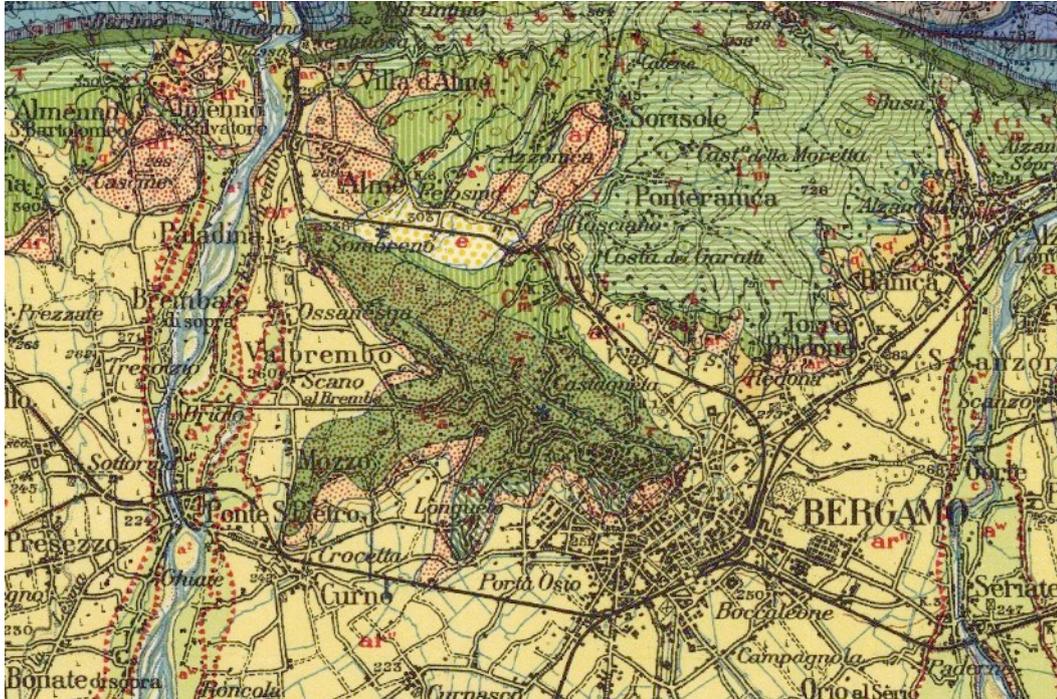


Fig. 6 – Stralcio Foglio n. 33 “Bergamo” della Carta Geologica d’Italia,
prodotta da A. Desio e S. Venzo nel 1954

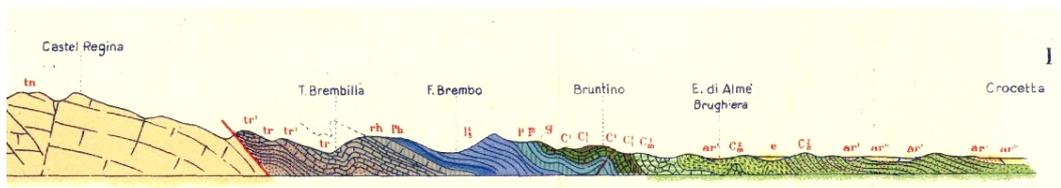


Fig. 7 – Sezione geologica tratta dal Foglio n. 33 “Bergamo” della Carta Geologica d’Italia,
prodotta da A. Desio e S. Venzo nel 1954

Le pieghe, subparallele, con assi a prevalente andamento ONO-ESE, risultano di norma rovesciate, con vergenza a Sud verso la pianura, ed in genere asimmetriche. Le dislocazioni sono ridotte a deboli faglie inverse, rapportabili a pieghe-faglie.



Successivamente, nell'ottobre del 1967, viene pubblicata la Carta Geologica del Comune di Bergamo alla scala 1:10.000, realizzata da Gelati e Ferrerio. Si tratta di un elaborato di maggior dettaglio, che si limita al rilievo geologico del territorio comunale di Bergamo. È sicuramente un documento geologico molto importante perché per la prima volta viene riportato in carta il *colluvium* (ossia il deposito prodotto dalla movimentazione delle coltri di disgregazione e di alterazione della roccia).

Di particolare interesse è il margine comunale confinante con il comune di Mozzo, in cui si nota nei pressi del Castello dei Presati il rapido passaggio da monte verso valle dagli affioramenti rocciosi flyschoidi alle coltri colluviali ed infine ai depositi fluvioglaciali. Degna di nota è pure l'estrema chiarezza con cui vengono caratterizzati i corpi rocciosi e le coperture superficiali che di seguito riportiamo.

- *Flysch di Bergamo (fBg): "calcareniti grigio-nocciola, arenarie grigie, micacee, ben stratificate, associate a marne grigio-giallastre, talora ad argille in sequenze ritmicamente ripetute. Inferiormente si intercalano lenti conglomeratiche; nella parte mediana compaiono calcari marnosi grigio-biancastri."* – Campaniano/Santoniano
- *Coltri colluviali (Coll): "argille sabbiose rossastre con frammenti rocciosi sparsi, accumulate ai piedi dei versanti."* – Colluvium
- *Depositi fluvioglaciali (Dr): "ghiaie e ghiaie sabbiose con argille superficiali di alterazione brunastre, potenti fino a 150 cm; localmente le argille si accumulano su spessori fino a 2-3 m"* – Fluvioglaciale Wurm-Riss – Diluvium recente

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

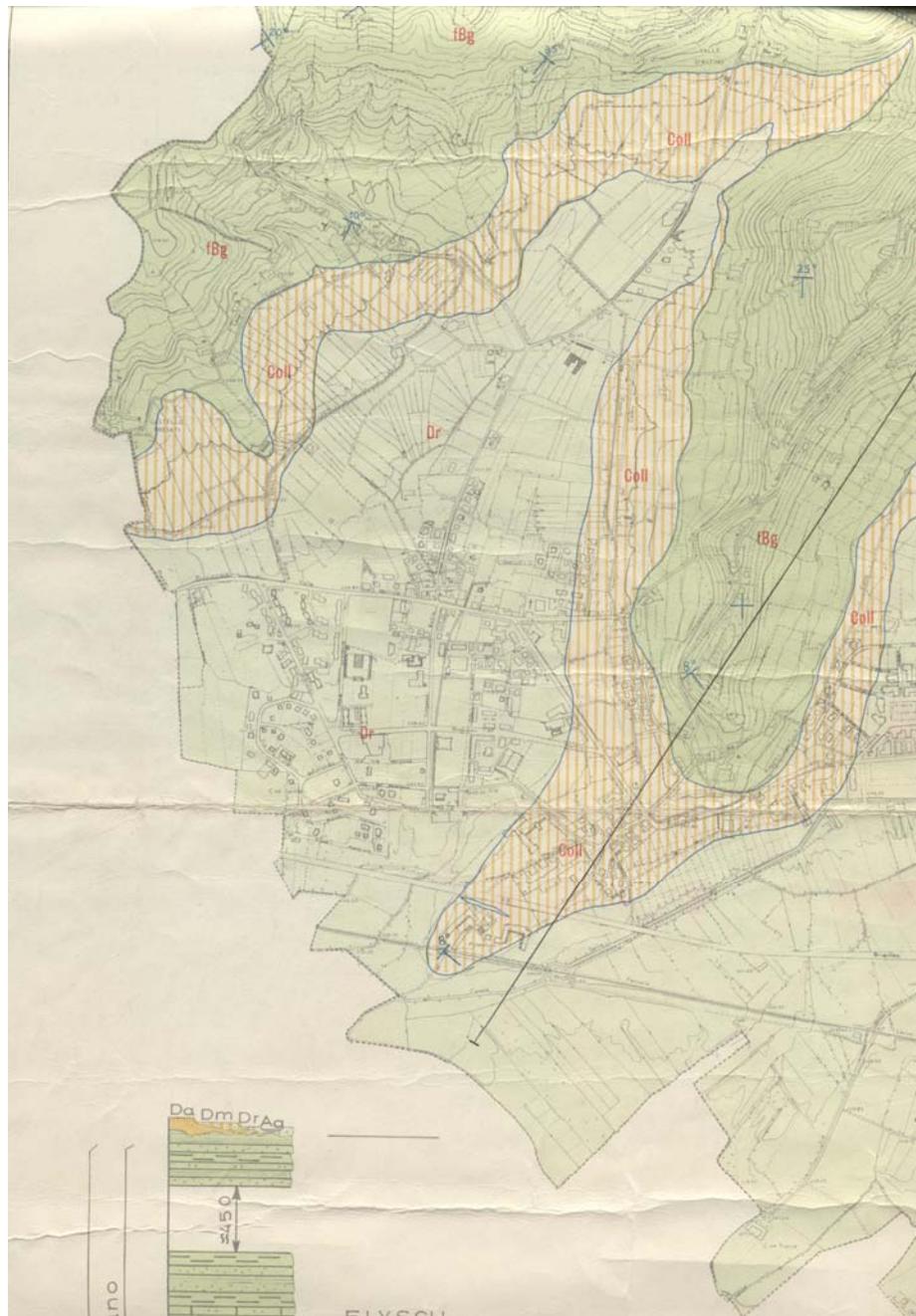


Fig. 8 – Stralcio Carta Geologica del Comune di Bergamo [Gelati e Ferrerio, 1967]

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

Più recenti sono gli studi di Bersezio, Fornaciari e Gelati in *Geological Map of the Southalpine Foothills between Brianza and Iseo Lake* (1988).

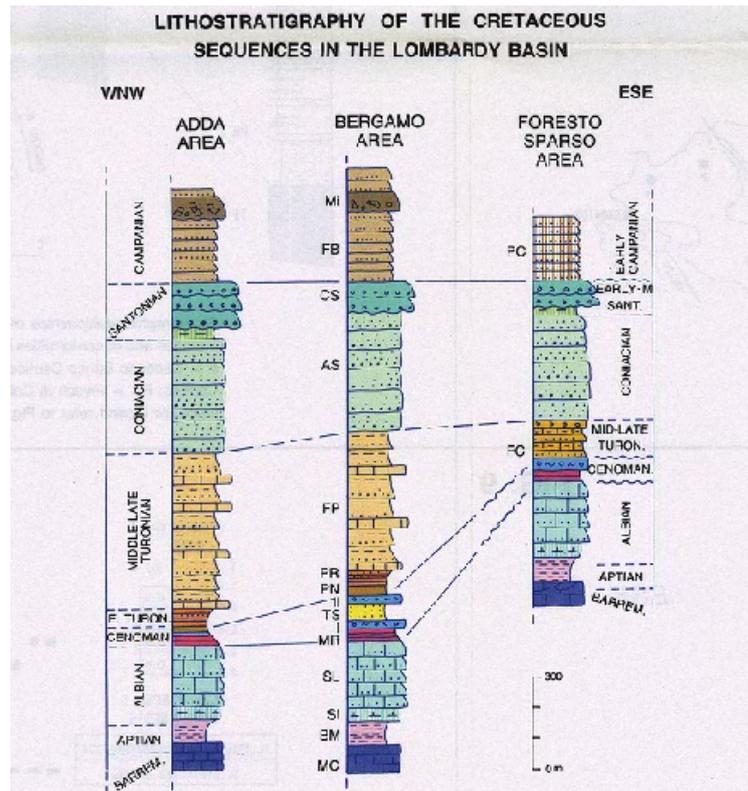


Fig. 9 – Stralcio litostratigrafia della sequenza cretacea nel Bacino Lombardo (Bersezio, Fornaciari e Gelati, 1988)

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

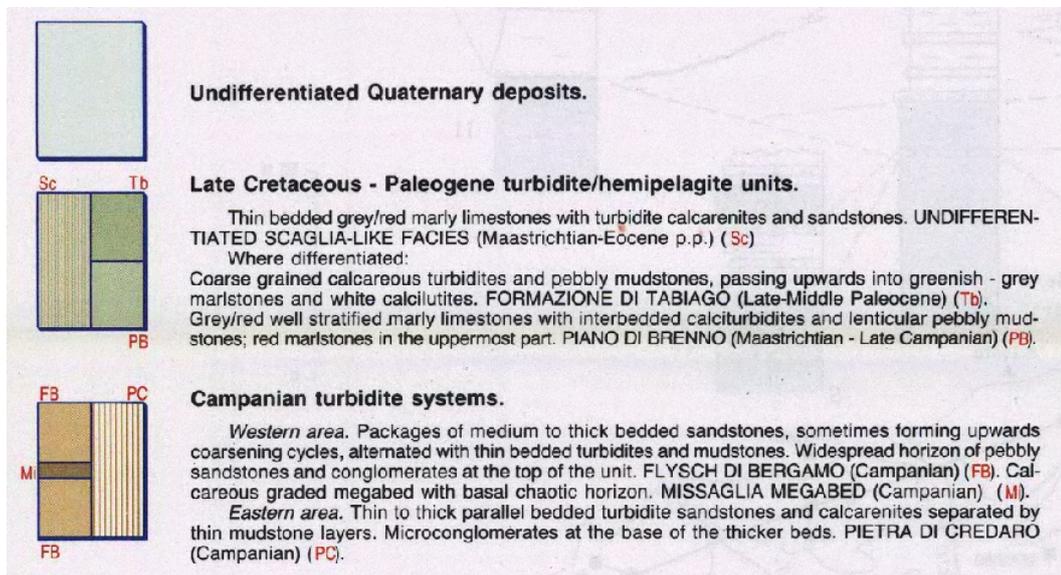
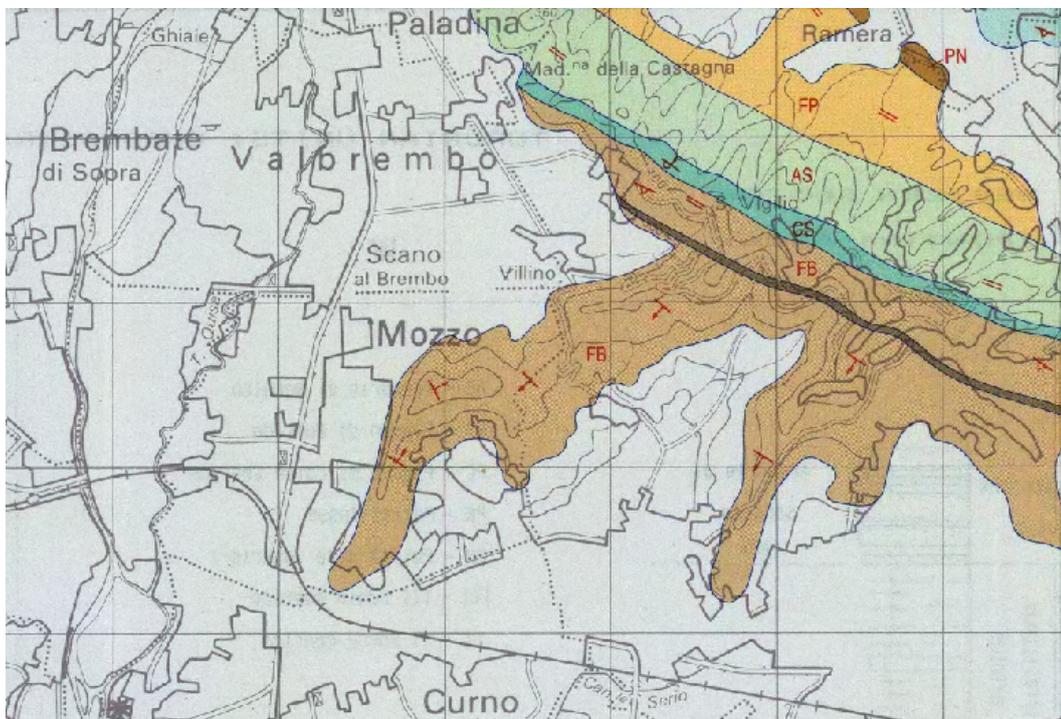


Fig. 10 – Stralcio carta geologica semplificata (Bersezio, Fornaciari e Gelati, 1988)

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

Si tratta di un'accurata analisi geologica a scala provinciale che ha portato alla redazione di una carta geologica e di numerosi altri elaborati, dalle sezioni stratigrafiche alle interpretazioni strutturali semplificate e di dettaglio. Nello specifico, il territorio comunale di Mozzo si colloca a cavallo tra le coperture quaternarie del Bacino del Po (verso Sud) e le ultime propaggini delle unità rocciose cretatiche (verso Nord), deformate e piegate dall'orogenesi.

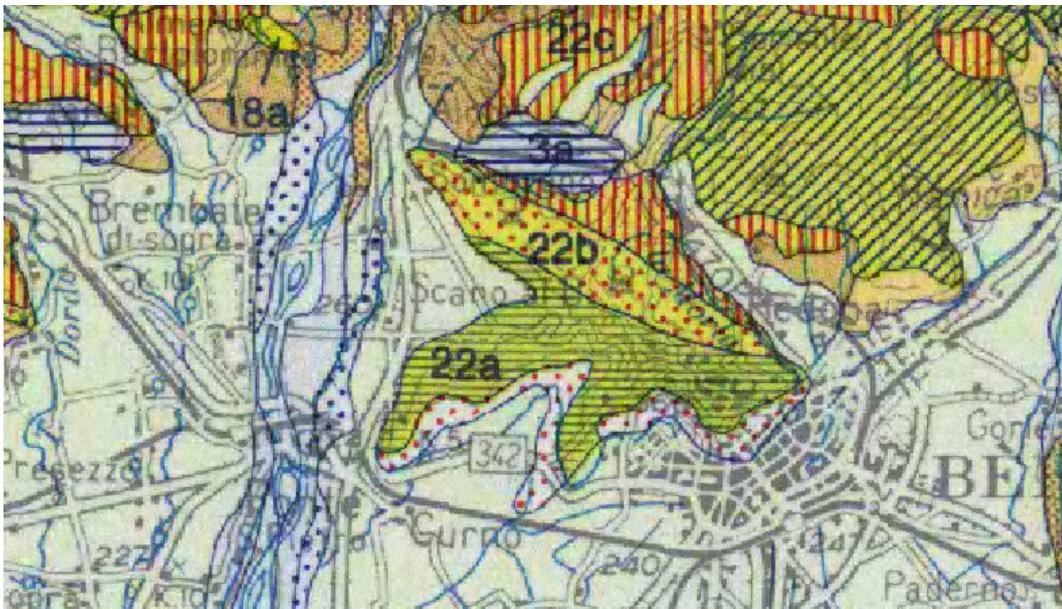


Fig. 11 – Studi di Bersezzo, Fornaciari e Gelati in "Geological Map of the Southalpine Foothills between Brianza and Iseo Lake", 1988

Nella carta geologica, nella parte collinare del comune, sono indicati (colore verde con barrato orizzontale e sigla 22a) gli strati del *Flysch di Bergamo* (Campaniano-Santoniano): strati arenacei con sottili intercalazioni pelitiche organizzati talvolta in cicli di sequenze torbiditiche coarsening upwards. La composizione di questi strati è prevalentemente carbonatica.



A differenza della documentazione bibliografica più datata, nello studio di Bersezio *et alii*, similmente all'elaborato di Gelati e Ferrerio, vengono rilevati *destriti di falda e frana* (campitura a pallini rossi e sigla 2) lungo la fascia pedecollinare, prodotti dalla progressiva disgregazione ed alterazione del substrato roccioso; tali depositi ricoprono in continuità il substrato con spessori via via crescenti verso la pianura, ove compaiono estese e potenti *coltri fluvioglaciali* pleistoceniche (colore verde acqua tenue e sigla 5b). Verso Ovest, avvicinandosi al dominio del Fiume Brembo, compaiono depositi fluviali *alluvium antico* (campitura a pallini blu e sigla 1c).

In definitiva si può notare come in bibliografia, in prima analisi, non vi siano significative differenze di interpretazione; in particolare per quanto attiene all'assetto tettonico-strutturale in tutte le carte sono riportati i ripetuti piegamenti senza forti dislocazioni che coinvolgono la successione cretacea flyschoida a comportamento reologico prevalentemente plastico.

Dal punto di vista litologico, invece, è bene sottolineare come l'ambito pedecollinare, indistinto dalla pianura nell'elaborato di Taramelli, sia stato a buon diritto differenziato litologicamente dalle coperture fluvioglaciali della pianura nella carta geologica di Desio-Venzo, e soprattutto nei lavori di Gelati e Ferrerio del 1967 ed in quello di Bersezio *et alii* del 1988.

Infine, si vuole altresì evidenziare come vi siano delle leggere differenze nella perimetrazione delle unità geologiche. Ciò è comprensibile se si pensa alla diversa precisione delle basi topografiche utilizzate ed all'affinamento delle tecniche di rilevamento nel corso degli anni.

Analoghe considerazioni possono essere mosse per l'ultimo degli elaborati cartografici che andremo ad analizzare: la Carta Geologica della Provincia di Bergamo, redatta dall'Università degli Studi di Milano nel novembre 2000.

In questo elaborato, alla scala 1:50.000, vengono riportate tutte le unità formalizzate all'interno della provincia di Bergamo.

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

Di seguito si riportano quelle che ricadono all'interno del territorio comunale di Mozzo. In particolare vengono distinte in unità del substrato e coperture quaternarie e neogeniche. La differenziazione delle coperture quaternarie e neogeniche è molto dettagliata, ma talvolta sconta i limiti di un'eccessiva approssimazione dovuta alla scala della carta (come riportato nel paragrafo riguardante alla litologia).

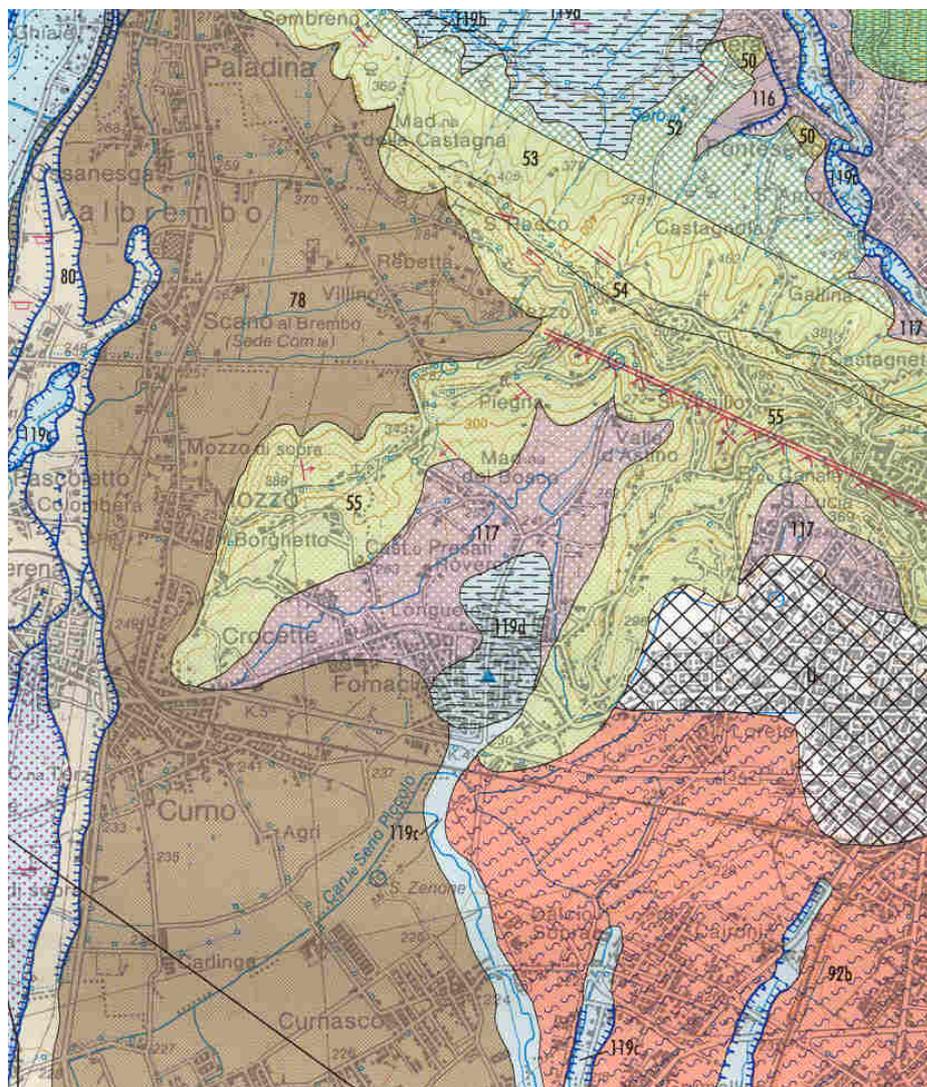


Fig. 12 – Stralcio Carta Geologica della Provincia di Bergamo, redatta dall'Università degli Studi di Milano nel novembre 2000

Unità del substrato

- **Flysch di Bergamo (55 in carta)**

Si tratta tipicamente di alternanze di peliti ed arenarie, di colore giallastro, in strati da sottili a spessi, di origine torbiditica.

L'unità, istituita da *Gelati & Passeri (1967)*, affiora al margine dei rilievi prealpini con la pianura, e forma buona parte della collina di Bergamo; nell'area in esame affiora nella porzione orientale di Mozzo.

Il limite con l'unità inferiore (il Conglomerato di Sirone), non visibile all'interno dei confini comunali di Mozzo, risulta netto a Bergamo, mentre è graduale a Monte Canto, dove le facies grossolane tipiche del Conglomerato di Sirone sfumano progressivamente verso l'alto nella tipica alternanza peliti/arenarie del Flysch di Bergamo.

Lo spessore della formazione non può essere direttamente valutato nell'area in esame in quanto risulta essere l'unità più alta in affioramento. In Brianza, poco più ad ovest, lo spessore può essere stimato tuttavia in circa 800 metri.

Questa unità presenta una notevole articolazione interna in termini di geometria e caratteri della stratificazione. Le più tipiche associazioni di facies sono di seguito descritte.

A) Alternanze di peliti ed arenarie fini e medie, in strati da sottili a spessi, con superfici di stratificazione piano-parallele (rapporto arenaria/pelite = 1). Gli strati arenacei sviluppano tipicamente sequenze di Bouma complete o troncate alla base; frequenti sono le impronte di fondo come abbondanti sono le tracce di bioturbazione. Si riconoscono a volte sequenze verticali del tipo thickening upward. E' l'associazione di facies più frequente.



B) Alternanze di arenarie a stratificazione sottile e peliti; le arenarie sono fini e molto fini, con superfici di stratificazione piano-parallele alla scala dell'affioramento e sequenze di Bouma troncate alla base; le peliti presentano frequentemente al loro interno concrezioni calcaree. Questa associazione di facies è presente a Monte Canto.

C) Orizzonti di spessore decametrico formati da arenarie medie e grossolane, massive o in strati molto spessi, con intercalati sottili livelli pelitici; le superfici di stratificazione sono irregolari e tipicamente non parallele; frequenti sono le amalgamazioni. Questi orizzonti si rinvencono sia a Bergamo che a Monte Canto.

D) Alternanze di peliti ed arenarie medie e grossolane, in strati medi e spessi, di norma piano-concavi. Sono riconoscibili a Monte Canto.

E) Megastrato di Missaglia (55a) (Bernoulli et alii, 1982): si tratta di un megastrato carbonatico, gradato, spesso circa 20 metri, ed affiorante a Monte Canto; la base presenta assetto caotico, oppure è formata da depositi conglomeratici; il tetto sfuma in marne calcaree biancastre.

L'età del Flysch di Bergamo è attribuita al Campaniano da *Gelati & Passeri (1967)*; tale età è stata confermata da osservazioni più recenti (*Kleboth 1982; E. Erba, comm. pers.*).

I depositi del Flysch di Bergamo possono essere interpretati come depositi marini profondi appartenenti ad un vasto sistema torbido, caratterizzato da una complessa geometria interna. Si riconoscono associazioni di facies tipiche di piana bacinale (A e B), e di lobo deposizionale (C). La facies D invece potrebbe essere legata a processi di bypass dei flussi torbido. Tale sistema torbido, la cui esatta geometria non può essere definita con precisione, può essersi sviluppato nell'avanfossa prospiciente la nascente catena alpina nel Cretaceo Superiore, ed

essere alimentato dall'erosione di tale catena. Le paleocorrenti indicano apporti sedimentari da nord e da nord-est.

Depositi Continentali Quaternari e Neogenici

Bisogna sottolineare come il Quaternario sia l'ultimo periodo della cronologia geologica, compreso fra 1,64 Ma e l'epoca attuale. Esso risulta caratterizzato dal susseguirsi di continui mutamenti climatici che hanno condizionato sia l'aspetto morfologico del territorio, sia la deposizione continentale (tipologia dei depositi, processi genetici, ecc.) e che hanno provocato fenomeni di pedogenesi sulle superfici esposte all'azione degli agenti esogeni.

All'interno di questi mutamenti climatici è osservabile l'alternanza fra avanzate fasi glaciali (nel Dominio Alpino sono state riconosciute otto fasi glaciali) e fasi climatiche più temperate (interglaciali), favorevoli all'innescarsi dei processi pedogenetici.

Nell'area in esame è stata rilevata la presenza dei depositi fluvioglaciali ascrivibili all'Unità di Brembate e di Treviglio, affioranti sul "Livello Fondamentale della Pianura" (L.F.P.), e dei depositi alluvionali dell'Unità Postglaciale, caratterizzante l'area di raccordo fra il L.F.P. e l'alveo attivo del F. Brembo, ove si nota la presenza del Ceppo del Brembo.



- **Unità Postglaciale (119c in carta)**

Si tratta di un'unità di recente istituzione. In letteratura i depositi corrispondenti all'Unità Postglaciale sono stati generalmente cartografati come "Alluvioni attuali, recenti, antiche e tardive" o come unità morfologiche (conoidi, coni e falde detritiche). Si comprenderà quindi come la genesi di tali depositi e conseguentemente i relativi caratteri siano differenti a seconda del settore, montano o di pianura, in cui si trovano.

Tale unità affiora lungo il margine nord-occidentale del territorio comunale di Mozzo, all'interno del dominio fluviale del Torrente Quisa.

Dal punto di vista litologico l'Unità Postglaciale si caratterizza per la sua eterogeneità, anche se nell'area in esame prevalgono le granulometrie grossolane (ghiaie da fini a grossolane con matrice sabbiosa, a supporto clastico, in prevalenti strati planari e sabbie da massive a laminate) alle frazioni fini (limo-argillose).

La superficie limite superiore è caratterizzata da Entisuoli, Inceptisuoli e Alfisuoli poco espressi, mentre il limite inferiore è costituito dalla superficie di contatto con il substrato o con le unità più antiche.

I depositi dell'Unità Postglaciale hanno iniziato a depositarsi non appena i ghiacciai hanno iniziato a ritirarsi e sono tuttora in corso di sedimentazione. L'unità è quindi marcatamente diacrona e in certi settori difficilmente distinguibile dai depositi contemporanei ai ghiacciai. L'età è quindi Pleistocene Superiore - Olocene.



- **Complesso di Palazzago (117 in carta)**

In letteratura i depositi cartografati come Complesso di Palazzago venivano ricordati alle unità glaciali-fluvioglaciali o cartografati come unità morfologiche (conoidi, coni e falde detritiche).

Anche il Complesso di Palazzago, come l'Unità Postglaciale, è costituito da coltri poligeniche (colluviali, di conoide a dominio di trasporto in massa, fluviali, di versante e lacustri).

L'area in esame, essendo posta in corrispondenza della fascia pedecollinare di raccordo tra prealpi e pianura, si contraddistingue per la presenza di estese coltri alluvionali e localmente lacustri, che lambiscono il margine sud-orientale del territorio comunale.

I depositi del Complesso di Palazzago invece interessano più cicli sedimentari relativi a più espansioni glaciali e, per mancanza di relazioni geometriche osservabili sul terreno, non è possibile correlarli esplicitamente con le unità ed i complessi istituiti nei differenti bacini. Dall'esame di tutta l'area studiata si può rilevare che esso copre in discordanza tutte le unità più antiche del Pleistocene Superiore e viene a sua volta terrazzato o ricoperto da depositi di età posteriore al Pleistocene Medio.

Sulla base di quanto detto risultano possibili età comprese tra il Pleistocene Inferiore ed il Pleistocene Superiore. I dati pedologici sembrano tuttavia escludere età anteriori al Pleistocene Medio in quanto i profili osservati non presentano caratteri confrontabili con quelli di suoli sviluppati sulle unità ritenute di età pleistocenica inferiore. Pertanto si ritiene che i corpi sedimentari che costituiscono il complesso cadano prevalentemente nell'intervallo cronologico Pleistocene Superiore – Pleistocene Medio.



- **Complesso del Brembo (80 in carta)**

Anche questa unità è di recente istituzione, ed è indicata in letteratura come: Anaglaciale Riss II "Livello della Pianura" p.p. (VENZO, 1950), Riss: fluvioglaciale alterato per circa 1 m "livello fondamentale della Pianura" p.p. (DESIO & VENZO, 1954), Diluviale Recente p.p. (RIVA, 1957), Quaternaire recent (Würm) p.p. (GABERT, 1962), Fluvioglaciale rissiano II-Würmiano p.p. (COMIZZOLI et alii, 1969).

L'Unità di Treviglio è costituita da depositi alluvionali, ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa; ciottoli arrotondati prevalentemente discoidali, con dimensioni medie variabili tra 2 e 10 cm, e dimensioni massime di 45 cm. Localmente si osservano ghiaie sabbiose, a supporto di matrice, stratificate, oppure strati e lenti sabbiose a laminazione interna, oppure ancora gradazione diretta da ghiaie a limi. Sulle sequenze ghiaiose sono presenti anche spessori decimetrici di limi a raro scheletro diffuso, in situazione di troncatura erosionale; poiché ad essi non è associabile alcuna morfologia particolare, sono interpretati come limi di esondazione. Saltuariamente compare una debole cementazione, che può interessare spessori metrici di ghiaie.

La composizione dei clasti ghiaiosi vede la prevalenza dei litotipi carbonatici (55% - 74%) sulle rocce sedimentarie terrigene (21%-29%) e su quelle endogene - metamorfiche (5% - 15%).

L'unità affiora lungo nella porzione occidentale del territorio comunale di Mozzo.

L'Unità di Treviglio forma una fascia, con larghezza massima di 4,5 km, sviluppata prevalentemente in riva sinistra del Brembo e limitata, lungo la sua incisione, da scarpate con dislivelli fino a 10 m. Nell'unità sono anche compresi i più alti sistemi di terrazzi distribuiti lungo l'incisione fluviale del Brembo. La sua superficie modale, coincidente la superficie della pianura, è debolmente articolata da una serie di convessità di bassissima evidenza morfologica, al di sotto del limite di

cartografabilità. Queste forme a debolissimo rilievo, di dimensioni decametriche, sono interpretabili come tracce diffuse di corsi d'acqua a canali intrecciati, connesse geneticamente alla piana dalla quale si elevano. L'Unità di Treviglio rappresenta il conoide edificato dalle alluvioni brembane connesse all'ultima espansione glaciale e agli eventi successivi che contrassegnano le fasi di ritiro glaciale.

Ricopre in discordanza i sedimenti clastici cementati del Ceppo del Brembo.

L'assenza di una copertura loessica è caratteristica dei depositi dell'ultima espansione glaciale. Il Complesso del Brembo, anche in assenza di datazioni geocronometriche, si attribuisce al Pleistocene Superiore.

- **Unità di Brembate (78 in carta)**

Si tratta generalmente di ghiaie a supporto clastico o di matrice limoso argillosa, con ciottoli arrotondati (depositi fluvioglaciali e alluvionali), ricoperte da suoli di spessore generalmente compreso tra 4 e 5 m, di colore da 5YR a 7,5YR, e da una copertura loessica sempre presente e di vario spessore.

L'Unità di Brembate è di recente istituzione, ed è anche nota in letteratura come: Anaglaciale Riss I "Diluvium medio" auct. p.p. (VENZO, 1950); Riss: fluvioglaciale ad argille arancio in tutta la massa ("Diluvium medio" auct.) e Riss: fluvioglaciale alterato per circa 1 m "livello fondamentale della Pianura" p.p. (DESIO & VENZO, 1954); Diluvium recente p.p. (RIVA, 1957); Alluvioni del Diluvium medio (DESIO & VILLA, 1960); Quaternaire recent (Würm) p.p. (GABERT, 1962); Fluvioglaciale rissiano Il-würmiano p.p. (COMIZZOLI et alii, 1969).

Dal punto di vista petrografico è da sottolineare l'assenza di carbonati, anche sotto forma di fantasmi argillificati; abbondano piuttosto i litotipi brembani tipici, quali le



arenarie del Verrucano, vulcaniti e vulcanoclastiti della formazione del Collio; in quantità minori sono presenti elementi del basamento cristallino sudalpino.

Per quanto attiene all'area di affioramento, l'unità si rinviene nella porzione centrale del territorio comunale di Mozzo.

In riva sinistra del Brembo l'Unità di Brembate tende ad espandersi e ad assumere una forma grossolanamente triangolare, risultando delimitata, nella sua parte occidentale, da un orlo netto di terrazzo che all'altezza di Treviolo si annulla gradualmente, mentre i suoi depositi si spingono per molti chilometri ancora verso Sud a livello della pianura, senza più alcuna evidenza morfologica.

L'Unità di Brembate viene terrazzata dall'Unità di Treviglio (Complesso del Brembo).

La presenza costante di depositi eolici ed il forte sviluppo della pedogenesi portano ad attribuire l'unità al Pleistocene medio.

I caratteri litologici-litotecnici del primo sottosuolo

Come riportato nel precedente paragrafo, Mozzo si colloca al margine del territorio pedemontano; in tale ambito si distinguono quattro unità fisiografiche interagenti tra loro:

- i rilievi orogenici
- la fascia pedecollinare
- il livello fondamentale della pianura
- le valli fluviali attuali

Oltre che da specifiche evidenze geomorfologiche, questi quattro ambiti si differenziano per i caratteri litologici.

In particolare, i rilievi prospicienti il settore centrale della pianura bergamasca sono costituiti da flysch di età cretacea; si tratta di calcareniti grigio-nocciola, arenarie grigie in frattura fresca ed ocre in patina di alterazione che tendono superficialmente a disgregarsi in scaglie sabbiose silicatiche determinando superfici di affioramento lobate.

Gli strati arenacei hanno uno spessore generalmente compreso tra i 40 ed i 50 cm; a volte essi si presentano amalgamati, altre volte si notano interstrati da centimetrici a decimetrici di marne e peliti. Si tratta di marne grigio-giallastre, passanti talora ad argille in sequenze ritmicamente ripetute. Particolarmente didattica è l'osservazione dell'affioramento della cava dismessa in località Borghetto Alto, sopra l'Ospedale Casa degli Angeli.



Fig. 13 – Affioramento di arenarie con intercalazioni marnose (flysch) presso la cava dismessa in località Borghetto Alto

La fascia pedecollinare rappresenta l'ambito di raccordo tra collina e pianura ed è direttamente influenzata dalla progressiva erosione del rilievo. Infatti, l'intensa disgregazione, avvenuta per lo più in ambiente periglaciale durante l'ultimo glaciale, ha provocato la notevole alterazione superficiale del flysch, con abbondante produzione di sabbie e silt, poi ridistribuite, per effetto dei processi colluviali, su questa ampia fascia antistante la pianura. Si tratta di una fascia costituita da depositi di versante, per lo più limi e sabbie limose massive nelle quali si intercalano livelli

regolitici sabbioso-ghiaiosi eterometrici non selezionati, a clasti spigolosi di argilliti ed arenarie.



Fig. 14 – Terreni sabbioso-limosi con un forte contenuto d'acqua in località Borghetto

Questi depositi formano una fascia continua che borda tutti i rilievi orogenici dell'area. Tale fascia presenta una larghezza variabile, solitamente tra i 500 m e di 1000 m e una pendenza media intorno al 4%.



I depositi di versante p.d. sono rimaneggiati e ridistribuiti in una fascia più ampia a debole inclinazione, formata da depositi colluviali, in cui predomina l'azione delle acque superficiali (generalmente non incanalate, se non attraverso saltuarie opere antropiche), con rari contributi anche di azioni puramente gravitative.

I depositi colluviali sono di regola estremamente ben selezionati e caratterizzati da profili di alterazione profondi, decarbonatati, ma con scarsa attività pedogenetica. I profili sono generalmente troncati verso l'alto.

Alla base dei rilievi, depositi di versante e colluvi possono raggiungere spessori ragguardevoli. In località Monte dei Gobbi, tra Castello Breseri e Fornaci, a NW della piana di Longuelo, alcune perforazioni a carotaggio continuo, eseguite dal Comune di Bergamo, hanno incontrato spessori di 10-14 m di depositi fini (limi sabbiosi, limi e argille giallastre talora screziate) del tutto privi di scheletro, che passano al substrato alterato. Questi depositi degradano gradualmente verso la piana, e la ricoprono in parte.

È bene sottolineare come in questo ambito pedecollinare non si riscontri traccia delle unità terrazzate antiche addossate ai rilievi, riportate nella Carta Geologica d'Italia (Servizio Geologico d'Italia, 1954) e nella più recente Carta Geologica della Provincia di Bergamo (Università degli Studi di Milano, 2000); è tuttavia possibile che tali unità siano state seppellite dalle coltri di versante.

I depositi colluviali si estendono, come detto, bordando la fascia pedecollinare sia verso Sud che verso Nord ricoprendo la superficie della conoide del Brembo, dove perdono le sopra descritte evidenze morfometriche, per assumere un aspetto più tabulare, dovuto al trasporto da parte delle acque superficiali incanalate, assottigliandosi progressivamente nelle parti più distali dal rilievo.

Poche centinaia di metri ad Est del Borghetto, oltre i confini comunali di Mozzo, sono stati rilevati da Marchetti, Ravazzi e Fontugne i depositi palustri e lacustri del Bacino di Longuelo. Tale bacino si è originato a seguito dello sbarramento del conoide del

Brembo allo sbocco della Valle di Astino, in corrispondenza del raccordo tra la pianura ed il rilievo orogenico.



Fig. 15 – Coltri grossolane in corrispondenza del Golf Indoor di Mozzo

Allontanandosi dalla zona prospiciente i rilievi, lo spessore di colluvio tende ad assottigliarsi sempre più fino a scomparire, lasciando il posto ai depositi maggiormente grossolani che contraddistinguono il livello fondamentale della pianura. Si tratta in particolare di ghiaie e ciottoli a supporto di matrice limo-sabbiosa.



Fig. 16 – Strati conglomeratici lungo il corso del Quisa

Infine, lungo il margine occidentale comunale, delimitato dalla valle del Torrente Quisa si possono rilevare coltri alluvionali grossolane, con frazioni fini nettamente subordinate, e localmente strati conglomeratici a differente grado di cementazione (in particolare verso settentrione).



Di seguito si riportano le evidenze stratigrafiche osservate direttamente lungo alcune sezioni di scavo all'interno del territorio comunale di Mozzo o derivate dalle relazioni geologiche depositate in Comune:

- 1) Loc. Crocette di Curno, dietro Villa Masnada – sezione di scavo
- 2) Loc. Crocette di Curno - sezione di scavo
- 3) Loc. Borghetto, Ospedale Casa degli Angeli – sezione di scavo
- 4) Loc. Borghetto – sezione di scavo
- 5) Loc. Fornaci, via Trento – prove penetrometriche
- 6) Loc. Mozzo Centro, piazza Trieste – sezione di scavo
- 7) Loc. Mozzo Centro – sezione di scavo
- 8) Loc. Mozzo Centro, Golf Indoor – sezione di scavo e prove penetrometriche
- 9) Loc. Mozzo Centro – prove penetrometriche
- 10) Loc. Mozzo Dorotina, via Puccini – prove penetrometriche
- 11) Loc. Merena – sezione di scavo
- 12) via Venezia, 1 – sondaggio per pozzo
- 13) Loc. “la Colombera” , campo sportivo – sondaggio per pozzo irriguo
- 14) Loc. “la Colombera” , cimitero – sezioni di scavo

1) Loc. Crocette di Curno - dietro Villa Masnada

L'osservazione diretta della parete di scavo dell'area di cantiere mostra nei primi 2,5-3 metri da p.c. la prevalenza di terreni fini, coesivi, limo-sabbiosi, plastici, di colore brunastro.



Fig. 17

2) Loc. Crocette di Curno

Come riportato nella pubblicazione *“Evoluzione Geomorfologica e Paleoambientale del margine Pedemontano Lombardo durante l’Olocene: il Bacino di Longuelo”* di Ravazzi *et alii*, lungo il margine meridionale del territorio di Mozzo, nelle vicinanze di località Crocette di Curno, è stato rilevato un orizzonte superficiale 7.5 YR di limi e limi sabbiosi massivi, di potenza variabile tra 100 e 200 cm, con scarso scheletro costituito da frammenti millimetrici di marne alterate. Nella porzione più profonda di questo primo orizzonte compaiono anche sparsi ciottoli bene arrotondati di conglomerati e arenarie permiane. Tale strato poggia, con limite netto ed ondulato, su ghiaie grossolane (ciottoli fino a 20 cm, rocce permiane dominanti) alterate e pedogenizzate (patine di argilla e Fe-Mn abbondanti), a matrice argilloso-limosa 5YR. Alla sommità delle ghiaie è presente un paleosuolo troncato e rimaneggiato da depositi colluviali. I colluvi ricoprono le ghiaie e sono separati da una superficie erosiva.

3) Loc. Borghetto - Ospedale Casa degli Angeli



Fig. 18

L'osservazione diretta della parete di scavo in prossimità dell'Ospedale Casa degli Angeli mostra nei primi 3-3,5 metri da p.c. la prevalenza di terreni fini, coesivi, limo-sabbiosi, da plastici a molto plastici, di colore grigiastro.

4) Loc. Borghetto

L'osservazione diretta della parete di scavo nell'area di cantiere mostra nei primi 3-3,5 metri da p.c. la prevalenza di terreni fini, coesivi, limo-sabbiosi, con uno stato di consistenza plastico, di colore brunastro.



Fig. 19

5) Loc. Fornaci – Via Trento

Nella *relazione geologica – geotecnica per la costruzione di un edificio residenziale in via Trento a Curno (Bg), novembre 2004, a cura dei Dott. Geol. Cortiana, Valentini e Fumagalli*, viene riportato che superficialmente tra i 150 ed i 200 cm di profondità da p.c. si rinvencono depositi scarsamente consolidati (limi e limi sabbiosi massivi), a cui seguono orizzonti progressivamente maggiormente addensati, con incremento delle frazioni grossolane che divengono prevalenti, fino al rifiuto all'avanzamento della punta dell'asta penetrometrica a circa 7 metri da p.c.. Tale rifiuto è dovuto alla presenza di terreni particolarmente addensati.

6) Loc. Mozzo Centro – Piazza Trieste

L'osservazione diretta della parete di scavo nell'area di cantiere mostra nei primi 2-2,5 metri da p.c. la prevalenza di terreni fini, coesivi, limo-sabbiosi, di colore brunastro; oltre i 2,5 metri si ha invece un netto incremento delle frazioni grossolane (ghiaia e ciottoli) a supporto di matrice limo-sabbiosa. Nella fotografia si può notare come la coltre superficiale di alterazione colluviale tenda ad assottigliarsi, segno evidente del progressivo allontanamento dalla fascia pedecollinare.



Fig. 20

7) Loc. Mozzo Centro



Fig. 21

L'osservazione diretta della parete di scavo nell'area di cantiere mostra nei primi 2-2,5 metri da p.c. la prevalenza di terreni fini, coesivi, limo-sabbiosi, di colore brunastro; oltre i 2,5 metri si ha invece un netto incremento delle frazioni grossolane (ghiaia e ciottoli) a supporto di matrice limo-sabbiosa.

8) Loc. Mozzo Centro – Golf Indoor



Fig. 22

L'osservazione diretta della parete di scavo in adiacenza all'edificio mostra nei primi 3,5-4 metri da p.c. la prevalenza di terreni grossolani, ghiaie e ciottoli, di varia

composizione, subarrotondati ed ellissoidali (appiattiti) con abbondante matrice limo-sabbiosa.

Le quattro prove penetrometriche eseguite con attrezzo superpesante dalla Geoprove nel luglio del 2003 evidenziano generalmente la presenza di terreni con un buon grado di addensamento fino a circa 10 m da piano campagna. La resistenza all'avanzamento della punta tende a variare, mantenendo comunque valori piuttosto elevati, indicando una certa eterogeneità dello stato di addensamento e/o della composizione granulometrica del sottosuolo.

9) Loc. Mozzo Centro

Le sei prove penetrometriche eseguite con attrezzo superpesante dalla So.ge.tec. nel dicembre del 2004 evidenziano, al di sotto di un orizzonte superficiale scarsamente consolidato di spessore compreso tra i 2 m ed i 2,5 m, la presenza di livelli maggiormente addensati con un buon grado di addensamento fino a circa 10 m da piano campagna.

10) Loc. Mozzo Dorotina – via Puccini

Le due prove penetrometriche eseguite con attrezzo superpesante dalla So.ge.tec. nel dicembre del 2004 evidenziano, al di sotto di un orizzonte superficiale scarsamente consolidato rinvenuto a profondità variabili tra 0,5 e 2 m da p.c., la presenza di livelli progressivamente maggiormente addensati.

11) Loc. Merena

Come riportato dalla Carta Geologica della Provincia di Bergamo, dall'alto della sezione di scavo si osservano:

- 0-100 cm; Fr/p; limi debolmente argillosi, con ghiaie arrotondate, di dimensioni medie 4 cm, debolmente alterate, in aumento verso la base; scarse patine argillose. Limite inferiore graduale.
- 100-280 cm; Gm; ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa; ciottoli arrotondati e subarrotondati, con dimensioni medie 3 cm. Grossolana stratificazione. Verso il basso si passa transizionalmente a lenti e strati moderatamente cementati. Depositi fluviali.

12) Via Venezia, 1

La stratigrafia relativa alla richiesta di scavo nuovo pozzo per uso industriale e antincendio a cura della Ecogeo s.r.l. evidenzia i seguenti livelli.

- 0-20 m: terreni prevalentemente grossolani costituiti da ghiaie e ciottoli con subordinate frazioni coesive che localmente si organizzano in lenti
- 20-48 m: conglomerato costituito prevalentemente da ciottoli con un buon grado di cementazione (ceppo del Brembo)
- 48-50 m: conglomerato argilloso
- 50-65 m: argilliti grige (flysch).

13) Loc. "la Colombera" – campo sportivo

La stratigrafia relativa alla richiesta di scavo nuovo pozzo per uso irriguo a cura della TerraModel s.r.l. evidenzia, al di sotto di uno spessore metrico di terreno vegetale di alterazione pedogenetica, la prevalenza di terreni grossolani in matrice argillosa fino alla profondità di circa 17 m da p.c..

14) Loc. “la Colombera” - cimitero

In riferimento all'intervento di ampliamento dell'area cimiteriale, la TerraModel s.r.l. ha previsto la realizzazione di n.2 scavi con mezzo meccanico fino alla profondità di -3 m da p.c.. Superficialmente è stata rilevata la presenza di una coltre di riporto di spessore variabile tra 0,3 e 1,5 m, al di sotto della quale vi è un sottile orizzonte limo argilloso (30-50 cm) molto consistente che ricopre della ghiaia ciottolosa con sabbia debolmente limosa (come da analisi granulometrica di laboratorio). La classificazione USCS di quest'ultimo strato è GW-GM e cioè miscele di ghiaia e sabbia ben graduate con legante argilloso, il peso di volume secco varia tra 1,9 e 2,15 t/mc, la permeabilità media è compresa tra 10⁻² e 10⁻⁶ cm/s e la relativa capacità portante è buona.

15) Asilo Nido

La prova penetrometrica eseguita con attrezzo superpesante, a circa 10 m di distanza dalla Roggia Curna, nell'aprile del 2006 evidenzia, al di sotto di un orizzonte superficiale rimaneggiato (materiale di riporto) dello spessore di circa 2 m da p.c., la presenza di livelli progressivamente maggiormente addensati, fino alla quota di rifiuto all'avanzamento della punta penetrometrica (-9,40 m circa). E' bene riportare la presenza di acqua a circa -5,40 m da p.c..

16) Loc. “la Colombera” - cimitero

La prova penetrometrica eseguita con attrezzo superpesante evidenzia, al di sotto dei primi 3 m scarsamente consolidati (materiale di riporto), la presenza di livelli progressivamente più addensati, fino alla quota di rifiuto all'avanzamento della punta penetrometrica (-10,20 m circa). Oltre - 8,40 m da p.c. si riscontra un sensibile incremento di acqua nel terreno.

17) Loc. “la Colombera” – campo sportivo

Le risultanze derivate dalla prova penetrometrica eseguita con attrezzo superpesante in prossimità del Campo Sportivo hanno consentito di appurare uno spessore metrico di terreno vegetale di alterazione pedogenetica, al di sotto del quale la resistenza all'avanzamento della punta penetrometrica aumenta progressivamente fino a raggiungere la quota di rifiuto all'avanzamento (-5,40 m da p.c.).

18) Parco Pubblico

La prova penetrometrica eseguita con attrezzo superpesante evidenzia, al di sotto del primo orizzonte superficiale scarsamente consolidato (0,5 m circa), la presenza di depositi di riporto maggiormente consolidati, fino alla quota di rifiuto all'avanzamento della punta penetrometrica (-5,20 m circa). Si fa presente che questa singola prova penetrometrica non è significativo per la determinazione della capacità portante del sottosuolo.

19) Pista da Cross - zona artigianale di Mozzo

Le risultanze derivate dalla prova penetrometrica eseguita con attrezzo superpesante in prossimità del Campo Sportivo hanno consentito di appurare una spiccata eterogeneità del grado di consolidamento del sottosuolo. Dalla prova, eseguita in prossimità del Torrente Riolo (ramo Nord), è stato possibile rilevare la presenza di acqua a circa -4,40 m di soggiacenza da p.c..

Descrizione della cartografia prodotta

La Carta Litologica e la Carta Litotecnica, redatte alla scala 1:5.000, sono il prodotto dell'elaborazione delle analisi effettuate durante i rilevamenti di campagna, integrati con i dati reperiti in bibliografia e dalle relazioni geologiche depositate presso gli uffici comunali.

Dal punto di vista applicativo, in particolare, la Carta Litotecnica risulta di particolare importanza per l'individuazione dei litotipi dominanti nei primi metri di terreno e per la loro caratterizzazione geotecnica.

A tale scopo si sono rilevate particolarmente utili una stratigrafia di pozzo ubicata nei pressi del Campo Sportivo "la Colombera", una relazione geologica – geotecnica a supporto della costruzione di un edificio residenziale in Via Trento e l'osservazione diretta in sito lungo trincee o scavi di sbancamento.

Come precedentemente riportato, dal punto di vista litologico il territorio comunale di Mozzo può essere suddiviso in quattro ambiti distinti. Sulla base delle evidenze litologiche sono poi state derivate valutazioni orientative sulle caratteristiche geotecniche dei primi metri di sottosuolo.

- a) Ambito collinare: caratterizzato dalla presenza di affioramenti rocciosi calcarenitici con interstrati marnoso-pelitici e di coltri di alterazione di spessore ridotto.

peso dell'unità di volume naturale - γ_{nat} ~ 2,0-2,2 t/mc

angolo d'attrito - ϕ ~ 30-35°

modulo elastico - $E > 40$ MPa

- b) Fascia di raccordo tra collina e pianura: caratterizzata da depositi di versante e colluviali, prevalentemente limo-sabbiosi, prodotti dal progressivo disfacimento a causa dell'azione delle acque meteoriche e di ruscellamento.

peso dell'unità di volume naturale - $\gamma_{mat} \sim 1,7-1,8 \text{ t/mc}$

coesione non drenata - $C_u < 0,5 \text{ Kg/cm}^2$

angolo d'attrito - $\phi < 25^\circ$

modulo edometrico - $E_{ed} < 10 \text{ MPa}$

- c) Zone distali dal rilievo, pianura: caratterizzate dal progressivo assottigliamento delle coltri colluviali a vantaggio dei sedimenti grossolani della conoide brembana; ciottoli, ghiaie e sabbie in matrice argilloso-limosa.

peso dell'unità di volume naturale - $\gamma_{mat} \sim 1,8-2,0 \text{ t/mc}$

angolo d'attrito - $\phi \sim 28-32^\circ$

coesione non drenata - $C_u \sim 0,1-0,2 \text{ Kg/cm}^2$

modulo elastico - $E \sim 20-40 \text{ MPa}$

- d) Dominio fluviale Torrente Quisa: caratterizzato da sedimenti grossolani (ciottoli e ghiaie grossolane) e frazioni fini nettamente subordinate; diffusamente si notano affioramenti di conglomerati con clasti di provenienza dal bacino brembano (in particolare cristallini).

peso dell'unità di volume naturale - $\gamma_{mat} = 1,9-2,1 \text{ t/mc}$

angolo d'attrito - $\phi \sim 30-35^\circ$

modulo elastico - $E \sim 30-50 \text{ MPa}$

Si fa presente che i parametri geotecnici sopra riportati hanno valenza puramente indicativa; pertanto, nel caso di interventi edificatori, non possono essere esaustivi e debbono essere necessariamente integrati da specifiche indagini geognostiche volte alla caratterizzazione geotecnica del sito in oggetto.

5.2 Carta Geomorfologica

Criteri di realizzazione della carta

La Carta Geomorfologica, redatta alla scala 1:4.000, è finalizzata ad individuare le forme ed i processi morfogenici del territorio comunale.

Di seguito sono descritte le principali morfologie individuate.

Forme di versante

Frane attive – frane attive non fedelmente cartografabili: dissesti di versante su media scala tuttora in disequilibrio con il pendio e, quindi, instabili e potenzialmente riattivabili.

Frane quiescenti – frane quiescenti non fedelmente cartografabili: frane stabilizzate per raggiungimento delle condizioni di equilibrio con il pendio in situazione di quiescenza con possibilità di riattivazione.

Paleofrane: frane antiche (relitte) stabilizzate per raggiungimento delle condizioni di equilibrio del pendio senza possibilità di riattivazione.

Conoidi colluviali: corpi conoidali costituiti da detrito di versante con componente fine prevalente (colluvio).

Soliflusso o creep superficiale: movimento di versante su media scala molto lento, interessante esclusivamente le coltri superficiali; dà luogo a depositi colluviali e tende a formare morfologie blandamente ondulate, con eventuale piegamento dei tronchi d'albero.

Forme legate alle acque superficiali

Ambiti in erosione – ruscellamento diffuso: tracce di ruscellamento (solchi, vallecicole e zone di compluvio) in pendio o pianoro blandamente acclive, dovute allo scorrimento delle acque meteoriche lungo vie di flusso preferenziali. Ambiti di alveo caratterizzati da erosione accelerata.

Ambiti in sovralluvionamento: tratti di alveo caratterizzati da deposizione di sedimenti in eccesso, a creare problemi di ostruzione della sezione di deflusso (**sezioni di deflusso insufficiente**).

Ambiti con possibili fenomeni di ristagno: zone caratterizzate da ristagni in superficie dovuti alla presenza di terreni a scarsa permeabilità, con rapido superamento della capacità di campo in caso di precipitazioni intense e/o prolungate. Possono contribuire ai ristagni l'acclività ridotta, la presenza di manufatti antropici impermeabilizzanti, la topografia depressa, la presenza di scorrimento idrico subsuperficiale abbondante (e.g. Borghetto e Carpiane), la presenza di fontanili e sorgenti nonché di zone di compluvio.

Ambiti periodicamente allagati: aree che per posizione topografica e fattori geomorfologici possono subire allagamenti periodici soprattutto in corrispondenza dei **punti di possibile tracimazione**.

Orli di scarpata fluviale (terrazzi): scarpate di origine fluviale o fluvio-glaciale delimitanti pianori terrazzati. Testimoniano i progressivi episodi alluvionali del corso d'acqua e sono pertanto orientati concordemente al talweg attuale o a talweg precedenti. Orientazioni diverse attestano una divagazione del corso d'acqua secondo una direzione successivamente abbandonata.

Forme di origine antropica

Riporti: morfologie irregolari dovute all'accumulo di inerti o rifiuti solidi urbani da parte dell'uomo. Si tratta di mucchi, dossi, rilevati o riempimenti di depressioni naturali. Le dimensioni e le forme sono estremamente variabili.



Inquadramento geomorfologico generale del territorio

L'elemento geografico e morfologico più significativo è il sistema di dossi, di modesta quota, che si sviluppa da nord-est a sud-ovest attraverso il Monte Guzza, il Monte dei Gobbi e il Colle Lochis.

Questi rilievi, la cui ossatura è costituita dai litotipi flyschoidi del Flysch di Bergamo (gli stessi affioranti lungo i colli di Città Alta), dividono di fatto il territorio comunale in tre grossi comparti morfologici: la porzione ad ovest della cintura di dossi è dominata dalle forme terrazzate ascrivibili alla dinamica fluviale del Fiume Brembo e del Torrente Quisa; la porzione a sud-est costituisce una sorta di conca alle falde dei colli, la cui origine è imputabile all'erosione dei versanti ed allo sviluppo di vallecole con direzione di drenaggio verso sud; la porzione a nord, infine, è occupata da un'altra conca (località Carpiane), la cui estensione è tuttavia situata per la maggior parte nel territorio di Valbrembo.

Il comparto occidentale del territorio, occupato dal centro storico, è dominato dall'evoluzione fluvio-torrentizia del Brembo e, secondariamente, del Quisa, importante corso d'acqua che trae origine dal territorio di Sorisole, situato molto più a nord del comune di Mozzo. Le morfologie riscontrabili in questa porzione di territorio sono innanzi tutto terrazzi fluviali in almeno due ordini: uno posto più ad ovest, in prossimità del Quisa, ed un secondo più ad est, passante per Cascina Colombera. Alcuni Autori, inoltre, individuano un terrazzo fluviale anche in corrispondenza del fianco ovest della cintura di dossi Colle Lochis – Monte Guzza.

Tutti i terrazzi hanno un andamento in linea di massima nord-sud, ma alcuni tendono a sfrangiare in rotture di pendenza minori, a testimonianza della reciproca interferenza fra dinamica del Brembo (dominante) e del Quisa (subordinata). Situazioni di questo tipo si realizzano nell'area del Pascoletto e a nord, nel polo industriale.



Fig. 23 – Tratto di Torrente Quisa su Via Lecco



Fig. 24 – Il secondo terrazzo fluviale, presso il campo sportivo Colombera



La porzione più prossima ai rilievi del comparto ovest è caratterizzata dalla copertura dei depositi alluvionali da parte delle falde detritiche progressivamente colate dalla cintura di dossi. L'osservazione di spaccati in cantiere e sezioni di sbancamento ha consentito di identificare il limite delle falde grossomodo in corrispondenza della chiesa parrocchiale. La piana assume quindi, in questa zona, una blanda pendenza in senso ovest-est, a raccordo con il versante dei colli.

Va sottolineato che l'impatto antropico in questa porzione territoriale è piuttosto significativo ed evidente: i terrazzi fluviali hanno subito l'effetto dell'urbanizzazione, ed anche la realizzazione delle strade più importanti (quali la S.P. 153 Dalmine – Villa d'Almè) ha considerevolmente alterato il paesaggio, con l'impostazione di rilevati artificiali e cunette.

Un ulteriore elemento di considerevole impatto antropico è rappresentato dalla linea ferroviaria, con decorso SEE-NWW, che separa letteralmente l'abitato della Dorotina in due parti. La sede della linea è posta su di un rilevato morfologico, soprattutto ad ovest.

Il comparto sud-orientale del comune, occupato dal Borghetto, è senza ombra di dubbio il più interessante da un punto di vista geomorfologico. Configurato, come già accennato, in forma di un'ampia conca blandamente digradante verso sud, esso è occupato da una serie di conoidi detritici molto estesi, la cui genesi è imputabile ad episodi di colamento e colluviamento susseguiti lungo i versanti meridionali dei colli a substrato flyschoidale. Particolarmente significativi i conoidi di Via Gramsci, di Cascina Suardi e del Castello Presati. La maggior parte di queste falde detritiche risulta oggi ampiamente modificata dall'impatto antropico, sia per coltivazione (della vite soprattutto), sia per urbanizzazione.

L'innesco delle colate e dei colluviamenti, oltre che alla natura facilmente alterabile del Flysch di Bergamo, va indubbiamente messo in relazione anche alla presenza di innumerevoli sorgenti – oggi completamente prosciugate – che alimentavano



anticamente la conca discendendo dai colli soprastanti. Ancora oggi si può distinguere una fitta rete di canali e fossi irrigui nella zona del Borghetto alto (ad ovest della Casa degli Angeli), e l'intera conca è tuttora sede di importante circolazione idrica subsuperficiale. Nel passato, la zona era ampiamente paludosa e fu pertanto sottoposta a bonifica.

Il fianco sud dei colli più alti (Monte Guzza e rilievi orientali) è interessato da una considerevole attività di versante; a valle di Villa Bagnada, ad esempio, si riscontra la presenza di una frana attiva piuttosto significativa.

Nelle sue vicinanze, inoltre, è da segnalare un sito abbandonato di cava che mette in luce uno spaccato del Flysch di Bergamo estremamente didattico. Il sito è interessato da forte erosione del pendio e colate diffuse, con possibili interferenze sulla strada e gli edifici sottostanti. Un'altra cava abbandonata, nel territorio comunale di Mozzo, si trova sul fianco ovest del Colle Lochis. In questo caso l'attività estrattiva in galleria ha comportato problemi di crollo delle volte con ripercussioni sulla sommità del colle, dove si registrarono sprofondamenti del terreno. Nella zona delle Fornaci, inoltre, si praticava l'attività estrattiva di argilla per la produzione di laterizi; in questo caso l'attività interessava tuttavia i depositi del bacino lacustre di Longuelo, in piana.

La porzione più meridionale della conca del Borghetto tende ad aprirsi e a digradare blandamente, fungendo da raccordo fra gli ultimi rilievi e la pianura nel territorio di Curno.

Da un punto di vista paleogeografico e paleoambientale, la conca del Borghetto può essere considerata un settore territoriale rimasto protetto dagli episodi alluvionali del Brembo e del Quisa grazie alla cintura di rilievi a tergo; la sua storia geomorfologica è rimasta quindi in gran parte scissa da quella del rimanente territorio comunale, ed ha avuto modo così di esprimere forme proprie almeno fino alla strada delle Crocette.

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo



Fig. 25 – Panoramica sulla porzione orientale della conca del Borghetto



Fig. 26 – Panoramica sul Monte dei Gobbi dal Borghetto alto



Il comparto settentrionale, a nord dei colli, è morfologicamente simile alla zona del Borghetto, anche se la configurazione a conca è meno marcata. Questa zona, inoltre, è sita solo in piccola parte all'interno del territorio di Mozzo, situandosi per lo più in Valbrembo. Almeno tre stretti e profondi impluvi associati a conoidi detritiche – ben visibili in carta – segnalano inequivocabilmente una dinamica analoga a quella del Borghetto anche in questa porzione di territorio. La zona delle Carpiane (che ha peraltro una valenza naturalistica molto importante), è quindi occupata da falde detritiche digradanti verso nord, talora incise da fossi e vallecole la cui genesi è la medesima cui vanno ascritti gli impluvi dei versanti meridionali. Anche qui si registra ancora un considerevole deflusso idrico subsuperficiale. L'area è considerata uno degli ultimi relitti di vegetazione spontanea all'interno del territorio del Parco dei Colli: l'assetto idrologico ha consentito lo sviluppo di una brughiera umida con insediamento, fra l'altro, di rare specie di orchidea. La zona è attualmente soggetta ad interventi di recupero e ripristino finalizzati a combattere l'inaridimento progressivo del sito e l'avanzata delle specie infestanti.



Figg.27-28 – Ambiente di brughiera e testa di fontanile in località Carpiane

Descrizione della cartografia prodotta

La Carta Geomorfologica, in scala 1:4.000, riporta i principali lineamenti morfologici del territorio comunale, conformemente a quanto descritto nel precedente paragrafo.

Sono in particolar modo visibili in carta:

- Le aree di ristagno idrico superficiale (tratteggio blu):
 - Carpiane
 - Mozzo di Sopra (zona compresa fra Via Don C. Nava e Via degli Albani, alle falde ovest del Monte Guzza)
 - Centro storico alle falde ovest del Monte dei Gobbi (Villa Berizzi, Via San Giovanni Battista, Via Colle Lochis)
 - Borghetto in zona Cascina Suardi e Casa degli Angeli
 - A fregio del Quisa ad ovest di Via Valle Quisa
- Le aree con frane diffuse non fedelmente cartografabili (freccie rosse):
 - Versante ovest del Monte Guzza (attive)
 - Versante ovest del Colle Lochis (quiescenti)
- Le frane attive (nicchie rosse):
 - Versante a sud di Villa Bagnada
 - Versante ad ovest del Castello Presati
 - Alveo del Quisa all'altezza di Via Valle Quisa – Via Pascoletto
 - Versante ovest del Colle Lochis
- Le frane quiescenti (nicchie blu):
 - Versante a nord e a sud-est della Casa degli Angeli
 - Pendio a nord-est di Cascina Suardi
- Le aree a franosità superficiale diffusa (tratteggio diagonale rosso):
 - Borghetto alto – Cascina Suardi
 - Carpiane



- Le aree con soliflusso e ruscellamento diffuso (frecche nere e azzurre):
 - Tutti i versanti della cintura collinare, ad eccezione del pendio ovest di Monte Guzza (caratterizzato da vere e proprie frane)
 - Borghetto (zona centrale)
- Le rotture di pendenza di genesi antropica o mista (linee rosse):
 - Pendio a sud-est di Villa Bagnada
 - Pendio a nord-ovest del Castello Presati
- Le più significative conoidi colluviali:
 - Da Colle Lochis a Villa Masnada
 - Carpiane
 - Pendio a nord del Castello Presati
- Le aree di cava abbandonate:
 - Versante a sud di Villa Bagnada (a valle della frana attiva)
- Le aree in erosione accelerata:
 - Alveo del Quisa all'altezza di Via Valle Quisa, Via Pascoletto e Merena
- Gli orli di scarpata fluviale e fluvioglaciale:
 - Piana del Quisa, da nord a sud
 - Lungo il tratto terminale del Torrente Riolo
- I riporti antropici:
 - Alcune aree in località Borghetto
 - Rilevato della linea ferroviaria in località Merena
- Gli ambiti in sovralluvionamento e i punti di possibile tracimazione:
 - Tratto di Riolo lungo Via Pascolo dei Tedeschi
 - Alveo del Quisa (porzione centrale, meridionale e Merena)
 - Alveo del Torrente Riolo lungo Via Pascolo dei Tedeschi
- Le aree periodicamente allagabili:
 - A fregio del Quisa all'altezza di Via Nievo
 - Lungo il Riolo a nord di Via Don Minzoni



Fig. 29 – Terrazzamenti antropici per le coltivazioni a valle di Villa Bagnada

5.3 Carta degli Elementi Idrografici, Idrologici e Idraulici

Criteri di realizzazione e descrizione della carta

La carta è finalizzata ad evidenziare gli elementi idrografici (corsi d'acqua, canali e rogge appartenenti sia al reticolo idrografico principale che a quello minore) e gli elementi idrologici-idraulici (opere di difesa spondale, aree in erosione spondale accelerata o in sovralluvionamento) presenti nel comune.

L'idrografia superficiale del territorio comunale di Mozzo è caratterizzata da alcuni elementi significativi:

- Presenza, da nord a sud lungo il confine ovest, del Torrente Quisa.
- Assenza, in tutta la zona di piana fluvioglaciale (Pascoletto, Dorotina, centro storico, Mozzo di Sopra, Tavani), di una significativa rete idrografica naturale o irrigua.
- Assenza di rogge o canali artificiali importanti tranne la Roggia Curna, posta a sud del Borghetto – località Crocette.
- Presenza, nella conca del Borghetto e nella zona delle Carpiane, di un reticolato idrografico centripeto originato da sorgenti naturali, originariamente localizzate sui rilievi, attualmente prosciugate. Il reticolo idrografico appare ora profondamente modificato dall'azione antropica di bonifica dei terreni ed a seguito della diffusa attività agricola tipica di queste aree.



Il Torrente Quisa, corso d'acqua a carattere perenne, trae origine da una serie di tributarie minori in bassa Val Brembana, localizzate nell'area di Azzonica – Sorisole, quindi percorre la valle di Petosino in direzione SEE-NNW e, in corrispondenza di Paladina, piega in direzione sud fiancheggiando Mozzo e congiungendosi al Brembo in corrispondenza di Ponte San Pietro. Il suo tratto alto ha pattern subparallelo; il tratto intermedio e il tratto basso sono caratterizzati da un andamento meandriforme molto marcato, specialmente a Mozzo e nella piana di Petosino.

Reticolo idrico minore

Il reticolo idrico minore di Mozzo è stato individuato dallo studio del Dott. Ing. Gabriele Ghilardi ("Individuazione reticolo idrico minore", 2003) ai sensi del D.G.R. 25/01/2002 n. 7/7868 e successive modifiche.

Lo studio fornisce interessanti informazioni di carattere idrografico e idrologico circa il Torrente Quisa ed il Torrente Riolo.

Mediante l'applicazione di opportune formule, lo studio individua i seguenti dati essenziali:

- **Torrente Quisa**

- Superficie del bacino imbrifero: 15.469.964,6 m², esteso dallo sbocco nel Brembo sino al Monte Lumbric, in territorio di Sorisole

- Tempo di corrivazione calcolato secondo la formula di Giandotti¹:

$$T = 4,20 \text{ ore}$$

- Altezza di pioggia calcolata secondo l'equazione di Gumbel²:

$$h = 175,94 \text{ mm}$$

- Portata di pioggia al colmo di piena considerando un coefficiente di deflusso cautelativo pari a 0,40:

$$Q_{\text{critica}} = 71,92 \text{ m}^3/\text{s}$$

¹ $T = (4\sqrt{A} + 1,5 \cdot L) / (0,8\sqrt{H})$ con A = area del bacino, L = lunghezza asta principale, H = (quota media – quota sezione chiusura)



- **Torrente Riolo**

- Superficie del bacino imbrifero: 1.923.327,47 m²
- Tempo di corrivazione calcolato secondo la formula di Giandotti:
$$T = 1,91 \text{ ore}$$
- Altezza di pioggia calcolata secondo l'equazione di Gumbel:
$$h = 108,38 \text{ mm}$$
- Portata di pioggia al colmo di piena considerando un coefficiente di deflusso pari al 35%:

$$Q_{\text{critica}} = 10,61 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lo studio fornisce inoltre informazioni sul canale scolmatore prossimo alla S.P. Dalmine – Villa d'Almè :

- Sezione: 4 m²
- Perimetro bagnato: 6 m
- Raggio idraulico: 0,67 m
- Pendenza media: 1,26%
- Velocità di flusso secondo la formula di Bazin, assumendo coefficiente di scabrezza pari a 0,36 m^{0,5}

$$V = 5,53 \text{ m/s}$$

Per quanto concerne, infine, il **Riolo Inferiore**, cioè il tratto di Torrente Riolo che raccoglie di fatto sia le acque meteoriche che le acque nere del pianoro di Mozzo, tramite una serie di calcoli idraulici si ottiene una portata critica pari a $Q = 8,17 \text{ m}^3/\text{s}$, ed una velocità (secondo la formula di Bazin, con coefficiente di scabrezza pari a 0,36 m^{0,5}) pari a $V = 4,08 \text{ m/s}$. La portata teorica calcolata impiegando tali valori è

² $h = a \cdot T^n$ con $a = 73,03$, $n = 0,6122$, $T =$ tempo di corrivazione in ore



così pari a $Q = 14,68 \text{ m}^3/\text{s}$; poiché tale portata è superiore a quella di piena, si può affermare che il tratto di alveo è in grado di smaltire la portata critica d'acqua.



Fig. 30 – Un tratto della Roggia Curna posto presso l'asilo nido in località Crocette



Fig. 31 – Scogliera in massi lungo il Torrente Quisa a sud di Via Cavalcanti



Fig. 32 – Ponte con sezione di deflusso insufficiente a sud di Via Cavalcanti



Fig. 33 – Torrente Riolo attraversamento sotto Villa d'Almè-Dalmine



Fig. 34 – Torrente Riolo a fianco di Via Pascolo dei Tedeschi

5.4 Carta Idrogeologica

Criteria di realizzazione e descrizione della carta

La finalità di questa carta è quella di evidenziare:

- I pozzi e le sorgenti presenti sul territorio comunale, con le relative fasce di tutela assoluta e di rispetto
- L'andamento delle isopiezometriche e, quindi, la soggiacenza della falda
- La permeabilità superficiale dei terreni e delle rocce, divisa in due classi (elevata e ridotta; manca di fatto una fascia a permeabilità intermedia)

I dati relativi ai pozzi idropotabili (stratigrafie) sono stati reperiti presso la Provincia di Bergamo, Settore Tutela Risorse Idriche ed Estrattive – Servizio Ciclo Integrato delle Acque e sono anch'essi allegati in calce alla relazione insieme.

Per quanto concerne i pozzi e le sorgenti, sul territorio comunale di Mozzo non vi sono captazioni pubbliche ad uso idropotabile; pertanto non è indicata alcuna fascia di tutela assoluta o di rispetto.

Per quanto attiene alla permeabilità dei terreni e delle rocce, il territorio comunale può essere suddiviso in tre comparti principali:

- I colli, caratterizzati dall'affioramento di litotipi flyschoidi (quindi sostanzialmente argillitici e siltitici, subordinatamente arenitici), e le falde detritiche di raccordo alle piane, costituite da colluvi derivanti dal materiale di alterazione dei flysch, presentano un grado di conducibilità idraulica da basso a molto basso, con elevata tendenza al ristagno idrico superficiale, fenomeno via via più evidente al diminuire dell'acclività (Borghetto, Carpiane).

Coefficiente di permeabilità stimato: $10^{-6} < K > 10^{-5}$ m/s



- La piana delle Fornaci, caratterizzata dalla presenza delle argille ascrivibili al bacino lacustre di Longuelo, presenta una permeabilità molto ridotta, anche in questo caso con elevata tendenza al ristagno idrico superficiale.
Coefficiente di permeabilità stimato: $10^{-6} < K > 10^{-4}$ m/s
- La piana fluvioglaciale del Brembo e del Quisa, costituita in prevalenza da depositi fluviali grossolani (ghiaie e sabbie) ricoperti da spessori variabili di suolo a granulometria più fine, presenta una permeabilità da media a medio-alta, con minori possibilità di ristagno d'acqua in superficie e, in linea di massima, drenaggio subsuperficiale più consistente.
Coefficiente di permeabilità stimato: $10^{-4} < K > 10^{-2}$ m/s

La carta mostra dunque una suddivisione del territorio in due classi di permeabilità (alta in terreno: h; bassa in terreno: l; bassa in roccia: L). Il limite fra i due ambiti *h* ed *l* decorre in senso nord-sud grossomodo in corrispondenza del Torrente Riolo e, più a sud, della ferrovia; l'ambito *L* occupa ovviamente le porzioni di colli in substrato roccioso.

Si può affermare che, in linea generale, il territorio comunale di Mozzo presenta in molteplici punti fenomeni problematici da un punto di vista del drenaggio delle acque superficiali e subsuperficiali, con una tendenza al ristagno piuttosto considerevole. Questa situazione è particolarmente accentuata nella conca del Borghetto e nella piana delle Fornaci, nonché in località Carpiane a nord, mentre tende a normalizzarsi in corrispondenza del centro storico.

Per ricostruire l'assetto idrogeologico del territorio comunale e del suo intorno ci si è avvalsi dei dati disponibili in letteratura geologica e reperibili presso gli organi



competenti. In particolare la consultazione delle stratigrafie dei pozzi pubblici e privati posti in territorio comunale (presso Bottonificio Fenili s.r.l. in Via Veneziani 1 e presso impianto sportivo comunale in località Colombera – vedi allegati) e nei comuni limitrofi (Curno, Valbrembo) ha permesso di ricostruire sia la geometria e la distribuzione degli acquiferi nel sottosuolo, sia l'andamento delle linee isopiezometriche. Le sezioni idrogeologiche realizzate sono frutto dell'interpolazione di tali dati.

Il sottosuolo di Mozzo presenta, da un punto di vista idrogeologico generale, i caratteri tipici dei territori posti in posizione di interfaccia fra le propaggini più meridionali dei rilievi prealpini ed i riempimenti fluvioglaciali-alluvionali dell'alta pianura bergamasca.

La zona orientale e nord-orientale del comune è occupata dai colli flyschoidi e presenta pertanto diffusa circolazione idrica in roccia, senza poter identificare un preciso acquifero. Si riscontra nella zona alta delle Carpiane un'area di emergenza idrica superficiale costituita da diffuse sorgenti non captate in forma di fontanili incipienti, la cui esatta configurazione tende a variare nel tempo.

La zona occidentale è al contrario occupata dai depositi ghiaioso-sabbiosi del Quisa e del Brembo, che fungono, per almeno 20 m dalla superficie topografica, da livelli acquiferi scarsamente protetti, potenzialmente sedi di falde libere o semiconfinate. Verso il basso, i depositi grossolani passano a lenti di conglomerato a conducibilità idraulica variabile, e solo localmente a livelli argillosi poco o non permeabili, che fungono da acquicludi o, al limite, da acquitardi. La distribuzione delle intercalazioni argillose entro le ghiaie è irregolare; in particolare verso ovest i depositi grossolani sono nettamente prevalenti anche ad oltre 20 m di profondità e giungono ad appoggiare direttamente sul substrato roccioso, o passano alle bancate del ceppo brembano, mentre verso est, al contrario, i limi e le argille sono frequenti ed assumono il carattere di un grosso corpo lenticolare a partire dalla profondità di circa



30 m dal piano campagna. Tale corpo tende ad ispessirsi procedendo ulteriormente verso oriente, laddove inizia a delinearsi una situazione stratigrafica più regolare, con tre livelli sovrapposti di ghiaie superficiali, conglomerato ed argille ghiaiose.

La zona sud-orientale (Fornaci) è dominata dai sedimenti argillosi del bacino lacustre di Longuelo e non è pertanto sede di significativi livelli acquiferi.

La soggiacenza della prima falda mostra un andamento incostante, uniformandosi all'assetto idrogeologico del sottosuolo; in linea di massima, comunque, Mozzo è situato ad ovest (piana fluvioglaciale) lungo un asse di drenaggio sotterraneo orientato nord-sud, e ad est (colli – Borghetto) lungo uno spartiacque sotterraneo di modesta entità, orientato NE-SW. Tranne per l'estremità sud-orientale del territorio, le direttrici di drenaggio sotterraneo sono quindi orientate generalmente verso la valle del Quisa.

I valori di soggiacenza riscontrati variano fra i 225 m s.l.m. a nord e i 205 m s.l.m. a sud, mostrando un dislivello di circa 20 m in meno di 3 km, a delineare un gradiente idraulico medio pari allo 0,5‰ circa.

La soggiacenza nella zona dei colli non è facilmente definibile per via della presenza del substrato; in corrispondenza della cintura collinare, infatti, le isopiezometriche tracciate in carta sono volutamente interrotte.

Gli intervalli fenestrati dei pozzi mostrano peraltro come, oltre agli acquiferi ghiaioso-sabbiosi, anche alcuni livelli entro il substrato lapideo (specialmente a Curno e a Ponte San Pietro) presentino una certa produttività idrica, a testimonianza della già citata circolazione idrica in roccia.

Aumentando il livello di dettaglio, al fine di meglio delineare l'assetto dei corpi acquiferi nel sottosuolo in relazione alla sua configurazione stratigrafica, sono state predisposte due sezioni idrogeologiche.

La sezione n. 1, in scala verticale 1:5.000, ricostruita a partire dalle stratigrafie del pozzo Bottonificio Fenili di Mozzo (NW del territorio comunale) e del Campo Sportivo



comunale (zona della Colombera), rappresenta uno spaccato di dettaglio del sottosuolo in corrispondenza dei depositi alluvionali del Quisa e del Brembo.

La sezione n. 2 (non in scala), invece, è desunta dai dati disponibili in letteratura ed esemplifica in modo molto più generale l'assetto idrogeologico del territorio compreso fra Paladina e Treviolo. La sezione n. 2, passante per il Borghetto, mostra in particolare le relazioni stratigrafiche fra il substrato roccioso dei colli e i corpi quaternari della piana.

Sezione n. 1

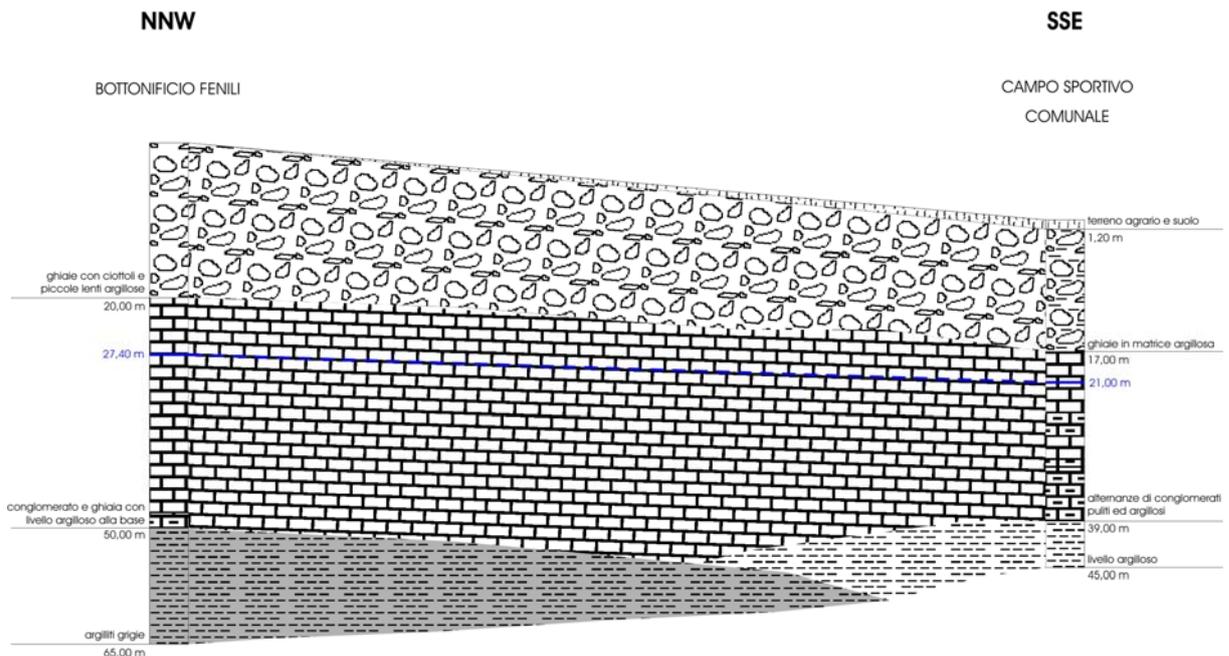
Il profilo stratigrafico mostra una configurazione semplice, caratterizzata da un corpo ghiaioso superficiale scarsamente protetto, potente fino a 20 m e debolmente clinostratificato.

Al di sotto delle ghiaie si riscontrano livelli alternati di conglomerati compatti e conglomerati con argilla; si può parlare in generale di bancate conglomeratiche plurimetriche con lenti e livelletti argillosi non persistenti né molto potenti, tendenti a scomparire verso nord.

All'interno di questo banco si rileva la presenza di acqua; va tuttavia sottolineato che, mentre il pozzo del Bottonificio Fenili mostra una discreta portata (7,5 l/s), quello del Campo Sportivo (ad uso irriguo) è praticamente improduttivo. Su tutto il territorio comunale di Mozzo, inoltre, non vi sono altri pozzi ad uso idropotabile.

Il pozzo del Bottonificio Fenili capta con tutta probabilità l'acqua della falda di subalveo del Torrente Quisa, fatto che ne giustificherebbe la portata; gran parte del territorio comunale, tuttavia, è privo di significativi quantitativi d'acqua nel sottosuolo. Ciò deriva probabilmente dalla presenza di un compluvio sotterraneo in corrispondenza della piana del Quisa, tendente a convogliare le acque verso sud, in direzione di Curno, evacuandole dal sottosuolo di Mozzo.

Al di sotto dei conglomerati si riscontrano argille grigie compatte, che divengono litificate in vere e proprie argilliti verso nord. Questo livello funge sicuramente da acquicludo e sostiene, ove presente, la falda superficiale.



Sezione n. 2

Il profilo, non in scala ed orientato in senso N-S, mostra una situazione stratigrafica più complessa rispetto alla sezione n. 1.

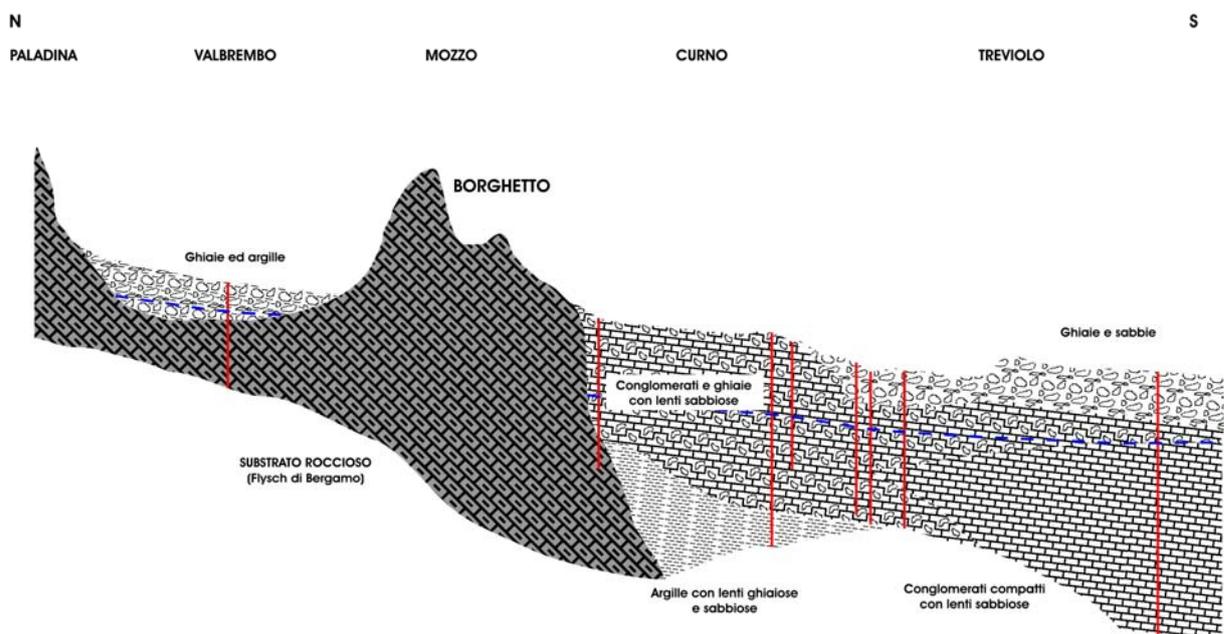
La porzione più settentrionale, a partire dalle falde dei colli della Val Brembana (Paladina) a sud fino a Mozzo, è caratterizzata dalla presenza di un substrato flyschoidale pre-quadernario, che ospita depositi ghiaioso-argillosi entro un ristretto bacino in corrispondenza della piana di Valbrembo.

La porzione centrale, a sud del Borghetto di Mozzo, e quella meridionale sono invece caratterizzate dal notevole approfondimento del substrato roccioso in favore di spesse coltri quadernarie di carattere alluvionale e fluvio-glaciale. La sezione mostra,

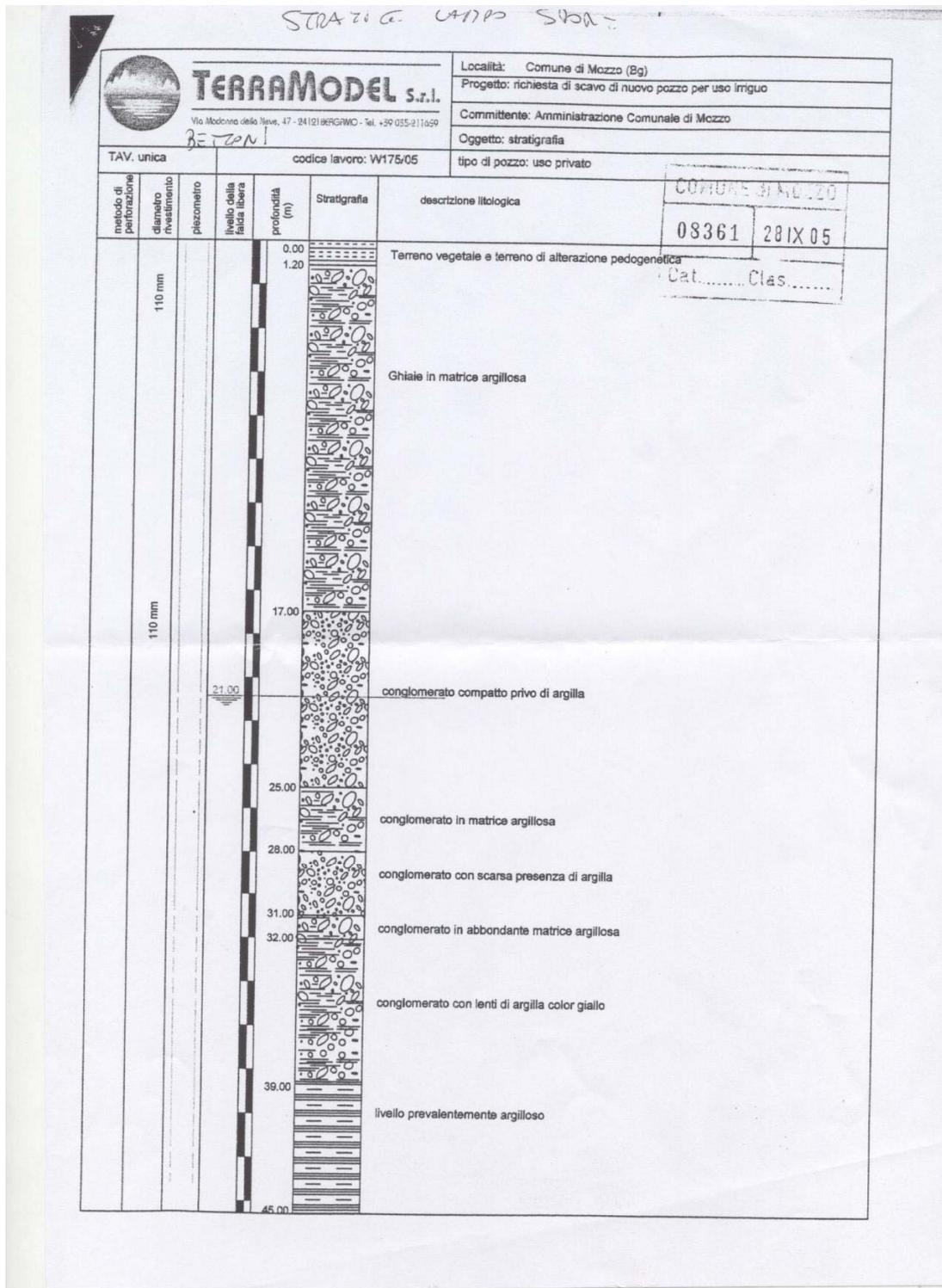


in particolare, una complicata interdigitazione di potenti corpi lenticolari ghiaiosi, sabbiosi e conglomeratici, quasi sempre dotati di una certa componente argillosa espressa in termini di lenti e livelletti più o meno isolati, ma in ogni caso non persistenti. In questi corpi sedimentari si attesta il livello statico della falda, ove rilevato.

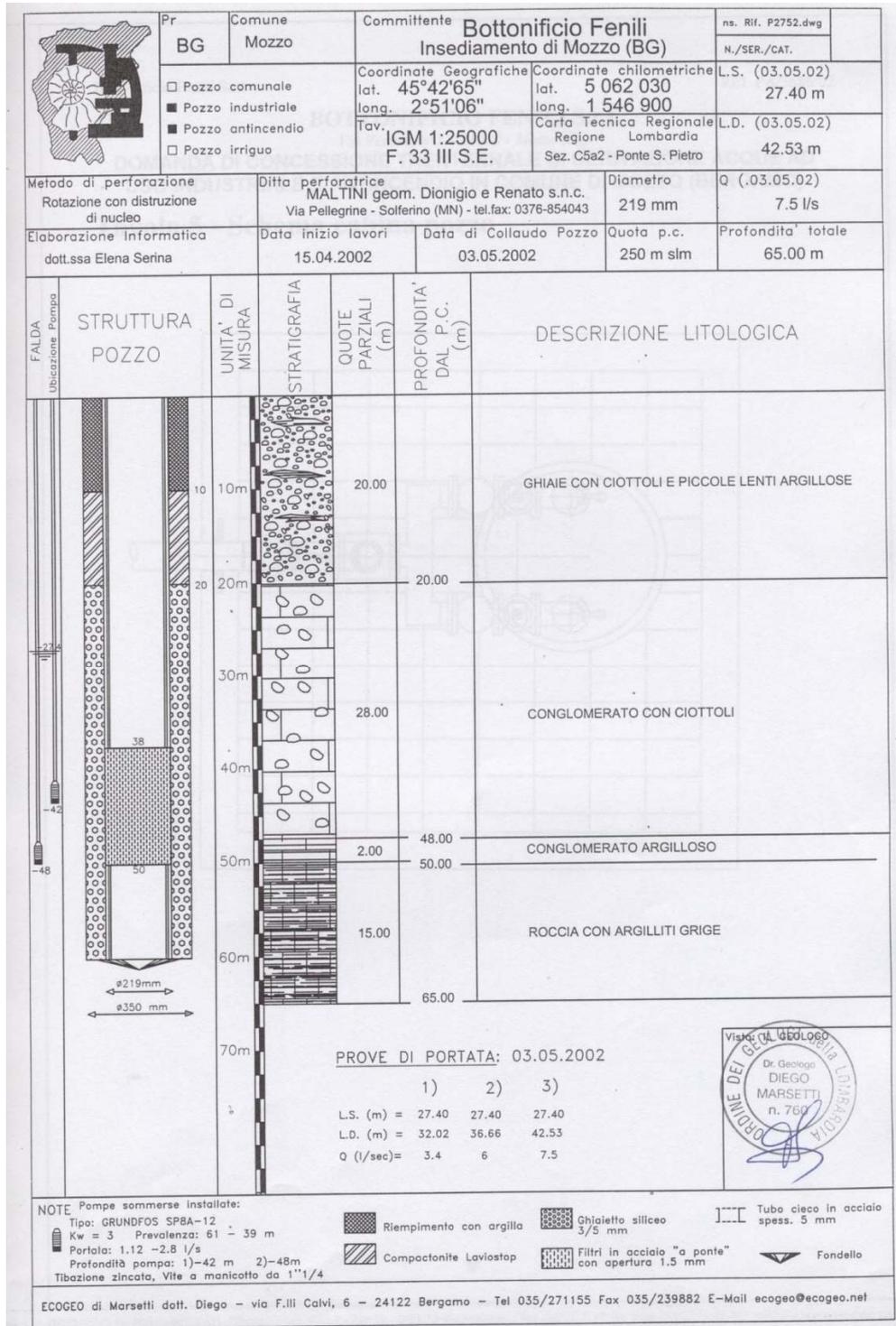
In basso, a considerevole profondità, la successione mostra depositi argillosi piuttosto compatti (e probabilmente porzioni regolitiche del substrato flyschoidi) che fungono da acquicludi a sostegno degli acquiferi soprastanti. A sud-est (in territorio di Treviolo), i corpi argillosi sono sostituiti da pacchi di conglomerati compatti alternati a livelli ghiaioso-sabbiosi, a costituire un corpo sedimentario che (come si evince dalla letteratura disponibile) prosegue nel sottosuolo di Lallio.



Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo



Stratigrafia del pozzo ad uso irriguo realizzato presso il campo sportivo Colombera



Stratigrafia del pozzo ad uso industriale del Bottonificio Fenili

Alla luce delle sezioni idrogeologiche descritte, si ribadisce che:

- Il sottosuolo di Mozzo, pur presentando corpi sedimentari potenzialmente acquiferi (conglomerati, ghiaie e sabbie), ha una produttività idrica molto bassa. Ciò è con tutta probabilità imputabile alla presenza di un asse di drenaggio sotterraneo orientato grossomodo NNE-SSW, che tende convogliare le acque del sottosuolo verso il territorio di Curno.
- I livelli potenzialmente acquiferi, spessi anche più di 100 m, sono sempre sostenuti da argille compatte, da argilliti, da conglomerati compatti o dal substrato roccioso flyschoidale.
- La porzione collinare di Mozzo è caratterizzata dai litotipi a permeabilità ridotta del Flysch di Bergamo e presenta circolazione idrica in roccia (ove presente); non è pertanto possibile delineare un livello statico preciso.
- In tutti i casi gli acquiferi sono superficiali e scarsamente protetti, quindi piuttosto vulnerabili. Mancano suoli sufficientemente potenti o depositi superficiali equivalenti in termini di protezione (limi, loess e via discorrendo).

Per quanto concerne le sorgenti d'acqua, si fa notare che esse erano in epoca storica concentrate tutte alla sommità dei colli, e più in particolare nella porzione nord-orientale del territorio (nord-est di Monte Guzza). Oggi tali sorgenti sono prive di sortite superficiali, ma mantengono un drenaggio idrico subsuperficiale notevole.

5.5 Carta della Pericolosità Sismica Locale

La recente emanazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica in applicazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12, rende necessario l'adeguamento dello studio geologico comunale alle nuove direttive volte alla prevenzione del rischio idrogeologico e sismico (D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566).

In particolare con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 23 marzo 2003 e s.m.i., riguardante i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ha classificato ciascun comune del territorio nazionale in una delle 4 zone a diverso rischio sismico, definite sulla base di una macrozonazione fondata sui periodi di ritorno degli eventi tellurici.

Al comune di Mozzo è stata attribuita la zona 4, ovvero quella a minore pericolosità sismica.

A far tempo da tale data è in vigore quindi la classificazione sismica del territorio nazionale così come deliberato dalle singole regioni. La Regione Lombardia, con d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03.

I criteri attuativi della L.R. 12/05 contengono oltre che le linee guida per la predisposizione della componente geologica, anche gli indirizzi per la definizione della componente sismica, che riprende in toto l'ordinanza di cui sopra.

Tali criteri, per quanto concerne la sola parte sismica, prevedono lo studio di una microzonazione sismica del territorio comunale

La Legge Regionale prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1^ livello (Fase pianificatoria)

Riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2^ livello (Fase pianificatoria)

Caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1^ livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (Z3 e Z4), nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

3^ livello (Fase progettuale)

Definizione degli effetti di amplificazioni o instabilità o cedimenti tramite indagini e analisi più approfondite.

Il 3^ livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente,



reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Descrizione della cartografia prodotta

La Carta della Pericolosità Sismica Locale, redatta alla scala 1:2.000, è finalizzata ad individuare le zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche, sulla raccolta di dati disponibili per una determinata area quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti ed i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche.

Tale elaborato costituisce di fatto l'approfondimento di carattere qualitativo di primo livello a supporto della pianificazione in zona sismica.

Di seguito sono descritti gli scenari di pericolosità sismica individuati in carta.

Z1a: zone caratterizzate da movimenti franosi attivi soggette ad instabilità; ci si riferisce in particolare ai dissesti nella fascia pedecollinare e collinare (frane in terreno/roccia e scivolamenti corticali) e ad un fenomeno localizzato lungo l'orlo della scarpata fluviale del Torrente Quisa.

Z1b: zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti soggette ad instabilità; sono segnalati in carta un ambito in corrispondenza della fascia pedecollinare del Borghetto (a nord-est della Casa degli Angeli) ed un ambito immediatamente a monte della strada di collegamento tra il quartiere Borghetto ed il centro paese.

Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale) soggette a cedimenti e/o liquefazioni; a tale classe appartiene la fascia pedecollinare che si estende dalle Carpiane fino al



Borghetto passando per Mozzo centro e Crocette, caratterizzata da depositi colluviali limo-sabbiosi, talvolta con un'elevata percentuale di acqua, ed altri tre siti in cui vi sono coltri di riporto.

Z3b: zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite – arrotondate, soggette ad amplificazioni topografiche; ricade in tale classe l'ambito collinare del comune fino alla prima significativa rottura di pendenza.

Conseguentemente, si fa presente che:

1. ci si è limitati al primo livello di approfondimento in quanto il comune di Mozzo appartiene alla zona sismica 4, ed allo stato attuale non prevede la realizzazione di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi del Decreto n. 19904 del 21 novembre 2003 in aree PSL Z3 e Z4 (fermo restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle restanti categorie di edifici).
2. per le aree PSL Z1 e Z2 non è prevista l'applicazione del secondo livello, ma il passaggio diretto al terzo livello di approfondimento quantitativo; in tali aree, oltre alle costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie, la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, devono essere definiti gli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite (a tal proposito si rimanda all'allegato 5 dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art.57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12).
3. qualora si prevedessero costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi del Decreto n. 19904 del 21 novembre 2003 in aree PSL Z3 e Z4, dovrà essere effettuata la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima



della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (approfondimento di secondo livello).

4. gli approfondimenti non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

Le aree PSL Z1, ossia quelle effettivamente o potenzialmente interessate da movimenti franosi con diverso stato di attività, sono interamente comprese nella classe di fattibilità 4 (vedasi paragrafo 5.8 - Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano e capitolo 6 – Norme geologiche di Piano).

5.6 Carta dei Vincoli

Criteria di realizzazione della carta

La Carta dei Vincoli, redatta alla scala dello strumento urbanistico comunale (1:2.000), ha lo scopo di individuare le aree soggette a particolari limitazioni d'uso di carattere geologico (ed eventualmente ambientale). Nello specifico, sono indicati i seguenti vincoli:

- Vincolo di polizia idraulica (reticolo idrico minore e Torrente Quisa): fasce di rispetto dei corsi d'acqua (10 m dalle sponde) in base al D.g.r. n. 7/7868.
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: in base al D.Lgs. 258/2000 e al D.g.r. n. 7/12693.
- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino: ai sensi della L. 183/89.
- Vincolo idrogeologico: basato sul R.D. 3267/1923.
- Vincolo ambientale del Parco dei Colli di Bergamo: basato sulla L.R. n. 36 del 18/08/1977.

Come per la cartografia di sintesi, anche per quella dei vincoli può verificarsi la contemporaneità di più situazioni di limitazione (ad esempio vincolo ambientale e idrogeologico compresenti). In questi casi, la carta rappresenta la simultaneità di più vincoli ricorrendo a sovrapposizioni di retini e colori o utilizzando altri artifici grafici.

Vincolo di polizia idraulica

Il vincolo del reticolo idrico minore e maggiore (Torrente Quisa) è limitato alle strette pertinenze dei corsi d'acqua. Esso è individuato con criterio strettamente geometrico, limitando un'area di larghezza 10 m dalle sponde (e non dal talweg) dei torrenti e delle rogge per tutta la loro lunghezza. Poiché il reticolo idrico minore è piuttosto povero, i tre elementi idrografici soggetti a questo vincolo sono sostanzialmente riassumibili nel Torrente Quisa (ad ovest), nel Torrente Riolo (a fregio del centro storico) e nella Roggia Curna (zona del Borghetto). Il reticolo idrico minore di Mozzo è stato individuato dallo studio del Dott. Ing. Gabriele Ghilardi (2003) ai sensi del D.G.R. 25/01/2002 n. 7/7868 e successive modifiche, sottoposto al vaglio della Regione Lombardia (Sede Territoriale di Bergamo – Struttura Tutela del Territorio) in data 23/01/2004, da cui ha ottenuto parere tecnico favorevole, e recepito tramite variante nello strumento urbanistico.

- **Definizione della fascia di rispetto**

Il R.D. 523/1904 individua le fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti al **reticolo idrico principale** e tutte le attività vietate o soggette ad autorizzazione su tutte le acque pubbliche definite dalla Legge 36/94; in particolare tali disposizioni prevedono il divieto di edificazione ad una distanza inferiori ai 10 m.

In territorio comunale di Mozzo è presente il Torrente Quisa, appartenente al reticolo idrico principale, per il quale vale la prescrizione sopra indicata, mentre per il tratto interno al territorio comunale di Mozzo non valgono le prescrizioni della Legge Galasso (431/85), la quale individua le aree a verde di rispetto fluviale: esse sono soggette alla riqualificazione ambientale mediante opere di riassetto comprendenti l'eliminazione di qualsiasi manufatto in contrasto con l'ambiente. Tali aree sono computabili ai fini edificatori solo per le destinazioni agricole da realizzarsi in zona E1



(zona agricola specializzata) ed E2 (zona agricola di salvaguardia ambientale).

Le fasce dei corsi d'acqua appartenenti al **reticolo idrico minore** sono stabilite pari a 10 m sia all'interno del centro abitato che in aree di destinazione agricola o di completamento e sono visualizzate nel dettaglio nella tavola dei vincoli. Le distanze devono essere misurate dal piede arginale oppure, in assenza di rilevato arginale, dalla sommità della sponda incisa. Tali fasce di rispetto possono essere derogate solo se previsto da discipline locali, quali anche norme urbanistiche vigenti a livello comunale.

- **Attività consentite/vietate all'interno delle fasce di rispetto**

L'elenco delle attività consentite oppure vietate all'interno delle fasce di rispetto è contenuto nel R.D. 523/1904 "testo delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie". In particolare:

- nessuno può fare opere nell'alveo dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici e canali di proprietà demaniali, cioè nello spazio compreso fra le sponde fisse dei medesimi, senza il permesso dell'autorità amministrativa;
- è vietato qualsiasi intervento di sradicamento o l'abbruciamento dei ceppi degli alberi che sostengono le ripe dei fiumi e dei torrenti per una distanza pari alla fascia di rispetto definita;
- è vietata la formazione di piantagioni che si inoltrino dentro l'alveo dei fiumi, torrenti, rivi e canali che restringano la sezione fluviale, necessaria al libero deflusso delle acque;



- è vietata qualunque opera che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso cui sono destinati gli argini ed eventuali manufatti attinenti;
- è assolutamente necessario evitare l'occupazione o la riduzione delle aree in espansione e di divagazione dei corsi d'acqua al fine della moderazione delle piene; vige il divieto di tombinatura dei corsi d'acqua ai sensi del D.Lgs. 152/99;
- il Comune può permettere modifiche del tracciato ed eventuali modifiche delle difese spondali soltanto per casi documentati e motivati;
- sono consentiti tutti quegli interventi che non modificano il regime naturale dei corsi d'acqua, le opere che non comportino restringimenti della sezione dell'alveo, previa opportuna verifica idraulica di tutti i manufatti e autorizzazione da parte dell'Amministrazione Comunale;
- è consentita la realizzazione di difese radenti (ossia senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna), soltanto se queste non deviano il flusso della corrente verso la sponda opposta e non provocano restringimenti dell'alveo; tali opere dovranno comunque essere caratterizzate da pendenze e modalità costruttive tali da permettere l'accesso al corso d'acqua. In particolare, la costruzione di muri spondali verticali o ad elevata pendenza dovrà essere consentita solo all'interno di centri abitati e laddove non siano possibili alternative d'intervento;
- sono soggetti a canone regionale di polizia idraulica gli attraversamenti aerei, gli attraversamenti in subalveo, la viabilità sotterranea, gli scarichi di acqua e altre occupazioni, in generale, di

aree demaniali e tutte le varie tipologie di concessione richieste come indicato nella D.G.R. n. 7/13950

Parte dell'alveo del Torrente Quisa, facente parte del comune di Mozzo, funge da confine fisico fra i comuni di Mozzo e di Ponte San Pietro e non è inserito all'interno dei corsi d'acqua regolamentati dal Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

- **Attività Gestione del reticolo idrico e relativa regolamentazione**

La gestione del reticolo idrico vede come attori preposti alla regolamentazione alla gestione dello stesso alcuni Enti competenti che esprimono pareri di compatibilità e di verifica idraulica, rilasciano autorizzazioni per interventi su corsi d'acqua e, all'interno delle fasce di rispetto, emettono e riscuotono i relativi canoni.

L'Amministrazione Provinciale ha il compito di autorizzare o meno, dal punto di vista qualitativo, gli scarichi nei corsi d'acqua superficiali, mentre per quanto riguarda le quantità d'acqua recapitate la Provincia fa affidamento sul parere dell'Amministrazione Comunale.

A questo proposito si fa riferimento all'Art. 12 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. In particolare, il richiedente, oltre all'autorizzazione allo scarico, dovrà verificare la capacità del corpo idrico a smaltire le portate scaricate, mediante un apposito studio di verifica idraulica.

Il Piano Regionale di Risanamento delle Acque (P.R.R.A.) fornisce i limiti di accettabilità di portata di scarico di seguito schematizzati:

- **20 l/s** per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali e industriali;



- **40 l/s** per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di pubblica fognatura

Il Torrente Quisa non ricade nelle aree esenti da tali limiti, indicate dal P.R.R.A., e quindi è necessario verificarne la capacità idraulica, per accertare la compatibilità dell' portata recapitate in tale corso d'acqua superficiale.

Nel capitolo inerente il reticolo idrografico sono indicati i calcoli idraulici ed è riportata la portata stimata al colmo di piena relativa all'intero bacino imbrifero del Quisa. Sulla base di tale risultato sarà possibile, in caso di richiesta specifica, verificare che il recettore possa accogliere le acque scaricate.

Per quanto riguarda gli attraversamenti (ponti, gasdotti, fognature, tubature, ed infrastrutture a rete in genere), con luce superiore a 6 m, questi dovranno essere realizzati secondo la direttiva dell'Autorità di Bacino "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B".

È facoltà dell'Amministrazione Comunale richiedere l'applicazione di tale direttiva anche per manufatti che abbiano dimensioni inferiori.

Il progetto di questo tipo di opere deve essere integrato con una relazione idraulica e idrologica che attesti che gli stessi manufatti sono stati dimensionati per una piena con tempo di ritorno pari a 100 anni e con franco minimo di 1 m tra l'intradosso del manufatto e il pelo libero dell'onda di piena.

Risulta comunque necessario verificare che le opere non comportino un significativo aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per piene superiori a quelle di progetto.

In ogni caso, i manufatti di attraversamento non devono:

- restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso;
- avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna;



- comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.

Non è ammesso il posizionamento di infrastrutture longitudinali in alveo che riducano la sezione.

Qualora l'area oggetto di intervento ricada in una zona soggetta a vincolo paesistico, il richiedente dovrà presentare apposito atto autorizzativo rilasciato dalla Regione Lombardia, ai sensi del punto 8 dell'Allegato B della delibera n. 7/7868.

La documentazione che deve essere presentata dal richiedente di:

- attraversamenti aerei
- attraversamenti in subalveo
- viabilità
- viabilità sotterranea
- scarichi acque
- casi vari di occupazione dell'area demaniale
- occupazione di area demaniale in aree protette
- occupazione di area demaniale per interventi di ripristino e recupero ambientale realizzati da enti pubblici ai fini del rimboschimento (vedasi regolamento contenuto nell'Individuazione del Reticolo Idrico Minore [Ghilardi, 2003])



si compone dei seguenti documenti:

- domanda rivolta all'Amministrazione Comunale, comprendente tutti i dati anagrafici del richiedente
- relazione tecnico-specialistica
- corografia in scala 1:10.000 o 1:25.000
- aerofotogrammetria in scala 1:2.000
- copia autentica estratto catastale mappa in scala 1:2.000
- disegni del manufatto: piante, sezioni, prospetti
- fotografie del luogo interessato dalla domanda, con indicazioni dei coni visuali
- relazione idraulica, se necessaria, e tavole di sovrapposizione per verificare un'eventuale occupazione di area demaniale.

Nel caso in cui si renda necessaria la modifica di tratti di corsi d'acqua del R.M., il richiedente dovrà considerare i seguenti aspetti:

- vige, comunque, il divieto di tombinatura ai sensi dell'Art. 41 della Legge 152/99;
- va posta particolare attenzione alle caratteristiche idrauliche ed ambientali che caratterizzano il reticolo, cercando di mantenerle inalterate.

Il Comune esprime, in merito al problema, il proprio parere tecnico sulla compatibilità idraulica dell'intervento, e, in seguito, concede o meno l'autorizzazione all'inizio dei lavori.



Ai sensi del punto 9 dell'Allegato B della Delibera n. 7/7868, il Comune, in caso di necessità di ridefinire o di modificare le aree demaniali, dovrà proporre all'Agenzia del Demanio le nuove delimitazioni.

La manutenzione degli alvei e delle sponde dei corsi d'acqua facenti parte del reticolo minore è attuata dall'Amministrazione Comunale, ad eccezione di quei tratti che ricadono all'interno dell'Allegato D della Delibera 7/7868 che appartengono ai Consorzi di Bonifica.

Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

L'individuazione di queste aree deriva dalla consultazione delle stratigrafie dei pozzi ad uso idropotabile reperite presso la Provincia di Bergamo, Settore Tutela Risorse Idriche ed Estrattive – Servizio Ciclo Integrato delle Acque.

Il vincolo legato alle fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile (raggio 200 m) è arealmente molto ristretto ed occupa solo una piccola porzione di territorio a nord-ovest; tale vincolo è peraltro legato ad un pozzo sito in territorio comunale di Valbrembo, la cui fascia di rispetto (ma non la fascia di tutela assoluta) – individuata con criterio geometrico – ricade solo parzialmente entro i confini di Mozzo.

In questa fascia valgono i disposti contenuti nel D.Lgs. 258/2000 "Tutela delle acque dall'inquinamento". In particolare l'Art. 5 "*Salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*" del D. Lgs. citato, sostituisce il precedente Art. 21 del D. Lgs. n. 152 del 1999, e al comma 5 e 6 stabilisce che:

5. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della

risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali - quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

6. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 5, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento: in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Le regioni e le provincie autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:

- a) fognature;



- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;*
- c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;*
- d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 5.*

Infine, si richiama l'attenzione sulle disposizioni contenute nella D.G.R. n. 7/12693 del 10 aprile 2003 "Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, art.2, comma 5 – Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano", inerente le modalità di delimitazione e la disciplina delle zone di rispetto, nonché l'ubicazione dei nuovi pozzi ad uso idropotabile. In particolare "dovrà essere mantenuta una distanza di almeno 5 metri dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni)".

Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino

Conformemente a quanto richiesto dal regolamento attuativo dell'Art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n. 12, nella Carta dei Vincoli è stato riportato il quadro dei dissesti proposto in aggiornamento al vigente, così come indicato nella Carta del Dissesto con legenda uniformata a quella del P.A.I. In particolare sono stati indicati i fenomeni franosi attivi del Borghetto (ex area di cava) e del Torrente Quisa (zona tiro a segno), e quiescenti di Villa Bagnada. Sono inoltre state individuate le zone pericolose dal punto di vista dell'esondabilità (con diverso grado di pericolosità) direttamente interferenti sia con il reticolo idrico minore (Via Pascolo dei Tedeschi) che del reticolo idrico principale (varie zone a fregio del Torrente Quisa).

Vincolo idrogeologico

Il vincolo idrogeologico, legato alle zone di protezione delle sorgenti, è limitato ad alcuni ambiti della fascia collinare, in particolare ai versanti nord e sud del Monte Guzza e ad una ridotta fascia di versante ad ovest del Monte dei Gobbi. La zona di Villa Bagnada e il colle soprastante sono esclusi da questo ambito.

Vincolo del Parco dei Colli

Il vincolo relativo al Parco dei Colli è quello arealmente più esteso, ma non è di carattere prettamente geologico, pur essendo stato indicato in carta per via della sua considerevole importanza regionale. L'area vincolata occupa tutta la cintura collinare, tutta la conca del Borghetto e la piana delle Fornaci, le Carpiane e Mozzo di Sopra, con un limitato lembo incuneato verso il centro storico.

5.7 Carta di Sintesi

Criteri di realizzazione della carta

La Carta di Sintesi è finalizzata a definire le porzioni del territorio comunale caratterizzate da omogenei ambiti di pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica-idrogeologica.

Conseguentemente, essa individua una serie di ambiti riassumibili in:

- *Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti*: zone soggette a problemi di dissesto geomorfologico (frane, colate, soliflusso) connesso a versanti potenzialmente o attivamente instabili. Si suddividono in:
 - *Aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)*
 - *Aree di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)*
 - *Aree a franosità superficiale diffusa (scivolamenti, soliflusso)*
 - *Aree a pericolosità potenziale legate a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni*
 - *Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo*
 - *Aree a pericolosità potenziale poste in prossimità di scarpate*
 - *Aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate, comprensive della fascia di rispetto valutata in base alle condizioni di stabilità dell'area*
 - *Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico*: raggruppano le aree vulnerabili per la presenza di sorgenti e falde superficiali. Includono:
 - *Aree con emergenze idriche*
 - *Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese*



- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*: comprendono zone problematiche da un punto di vista dell'esondabilità e del deflusso idrico, ed in particolare:
 - *Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 25-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezza d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido*
 - *Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da debolezza delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità, ecc.*
 - *Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche*
 - *Aree di drenaggio difficoltoso delle acque meteoriche e di ruscellamento*
 - *Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa*
- *Aree che presentano scadenti proprietà geotecniche*: considerano tutte quelle zone i cui terreni sono dotati di scarse proprietà geotecniche, o le cui rocce hanno bassa qualità geomeccanica, e per i quali i valori di portanza sono limitati. Nel territorio di Mozzo si distinguono due ambiti:
 - *Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante*
 - *Aree con riporto di materiale e aree colmate*



La classificazione del territorio nei vari ambiti elencati tiene anche conto della coesistenza di più problematiche diverse; in tal caso la Carta di Sintesi riporta gli opportuni retini sovrapposti fra loro, ad indicare la contemporaneità delle situazioni di pericolosità o vulnerabilità.

Descrizione della cartografia prodotta

Entrando nello specifico della cartografia redatta per il territorio comunale di Mozzo, l'elemento più significativo da rilevare è la disomogeneità nella distribuzione degli ambiti di vulnerabilità e pericolosità. Mentre la porzione occidentale del territorio (B), ad eccezione della fascia di stretta pertinenza del Torrente Quisa (A), è sostanzialmente priva di aree critiche, il comparto centrale (C) (in corrispondenza del centro storico), quello settentrionale (C) (Carpiane) e quello orientale (comprendente la fascia collinare (D) e la conca del Borghetto (E)) presentano al contrario una considerevole varietà di ambiti vulnerabili, con sovrapposizione di più categorie di rischio.

Da ovest ad est si distinguono pertanto:

- **(A) Ambito a fregio del Quisa**, sviluppato lungo tutto il corso del torrente da nord a sud.

Si caratterizza per la presenza quasi continua di *aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili [...]*, limitate all'alveo del torrente ed alle sue strettissime vicinanze. In corrispondenza di questo ambito non vi sono strutture edificate. Il grado di pericolosità sotteso da queste aree è il più elevato nel contesto delle aree vulnerabili da un punto di vista idraulico.

Esistono quindi due aree, di ridotta estensione, classificate come *aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici [...]*; esse sono situate in località Merena (Via Salgari), con presenza di svariati edifici, e ad

ovest di Via Pascoletto (internamente ad un meandro del Quisa), sempre con alcuni edifici. L'individuazione di quest'area si è basata su criteri geomorfologici (sovralluvionamento dell'alveo, arginature prive di manutenzione, piccoli paleoalvei, microrilievo superficiale), ed è dovuta anche alla presenza del ponte su Via Merena, dotato di sezione di flusso insufficiente.

Si individuano poi tre zone di una certa estensione areale, classificate come *aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza [...]*. Da nord a sud, tali aree sono situate a nord-ovest di Via Valle Quisa (in fregio al torrente), a ovest di Via Pascoletto e in zona "Tiro a segno", ed infine ad ovest di Via Cavalcanti. In particolare per quest'ultima area si segnala la presenza di un ponticello di accesso sul T. Quisa, a servizio delle abitazioni, che in occasione di eventi meteorici eccezionali, data la sezione di deflusso insufficiente, potrebbe non essere in grado di smaltire la piena. A parere degli scriventi, parrebbe opportuno aprire una nuova via di accesso alle abitazioni poste in fregio al Quisa, direttamente da Via Lecco passando al di sopra del tombotto del Torrente Riolo, procedendo successivamente all'abbattimento del Ponte menzionato. In questo modo anche le abitazioni citate ridurrebbero il rischio di allagamento dovuto al rigurgito dell'attuale ponte.

Per le aree appartenenti a questa classe, ad eccezione della prima, in tutti i casi si riscontra la presenza di abitazioni.

Un breve tratto di sponda del corso d'acqua (nord-ovest di Via Valle Quisa) è anche caratterizzato dalla presenza di una frana attiva interessante la scarpata a fregio dell'alveo e innescata dall'erosione spondale.

Nello stesso sito è segnalata una *area con drenaggio difficoltoso delle acque meteoriche e di ruscellamento*, ben marcata dalle isoipse, attualmente non occupata da edifici.



Da un punto di vista del rischio connesso alla dinamica di versante, alcuni brevi tratti di questo ambito territoriale sono classificati come *aree a pericolosità potenziale poste in prossimità di scarpate*, a causa della presenza dei terrazzi fluviali del Quisa. Questi tratti sono riuniti in una stretta fascia con decorso parallelo al torrente, da Via Valle Quisa sino a nord-ovest della località Frassoni; verso sud, in corrispondenza della ferrovia, tale fascia si allarga e poi gira ad est verso Via Cavalcanti, a seguire lo sviluppo del terrazzo cui è

Infine, si segnala la presenza di una scogliera in massi e malta, realizzata come opera di pronto intervento dall'ex Genio Civile nel 2005, posta sotto il ponte di Via Papa Giovanni XXIII (confine con Ponte San Pietro), con funzione di contenimento delle piene. L'opera, realizzata in un punto più volte interessato dalla tracimazione del Torrente Quisa, necessita di periodico controllo dello stato di mantenimento. In particolare si dovrà prestare attenzione ai problemi di erosione ed al conseguente scalzamento della fondazione.



- **(B) Ambito occidentale**, posto in continuità con l'ambito del Quisa e costituito dalle zone di Tavani, Pascoletto e Dorotina.
Come già accennato, è completamente privo di zone a rischio, ad eccezione di una limitata *area a pericolosità potenziale posta in prossimità di scarpate* situata al Parco Dorotina, nei pressi delle quale si distingue inoltre anche un'*area con riporto di materiale antropico*. Si può concludere che questo comparto territoriale presenta un basso livello di pericolosità complessivo. Inoltre, si riconosce un ambito di limitata estensione e notevole valore naturalistico classificato come *aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa*, in cui il T. Riolo scorre a cielo aperto (area produttiva comunale di Loc. Tavani - vecchia pista da cross).
- **(C) Ambito centrale e settentrionale (Carpiane)** del territorio, posto alle falde ovest, nord-ovest e nord della cintura di rilievi Monte Guzza – Colle Lochis. Questo ambito va considerato con particolare attenzione, poiché è pesantemente urbanizzato e vi è inserito l'intero centro storico del comune.
Si caratterizza per la classificazione in due campi di rischio sovrapposti, ad occupare l'intero comparto da nord a sud: *aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante ed aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese*. Si ha quindi la coesistenza di una problematica di ordine geotecnico (dovuta alla presenza delle falde detritiche e colluviali discese dai colli), da tenere in considerazione soprattutto per la realizzazione di nuove opere e la ristrutturazione di opere esistenti, e di una situazione critica da un punto di vista idrogeologico, significativa sia per l'edificazione di strutture che per la possibilità di ristagni idrici.
A nord di Via Don Minzoni, inoltre, si riscontra una vasta area che, oltre a mostrare sempre la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è

anche classificata nell'ambito delle *aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili [...]*. A nord di via Don Minzioni, inoltre, si riscontra una vasta area che, oltre a mostrare problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda, è anche classificata nell'ambito delle aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili [...]. Il problema è comune all'intero tratto del T. Riolo compreso tra l'apice ed il manufatto di attraversamento sottostante la S.P. n.153 Villa d'Almè-Dalmine. Le osservazioni dirette di terreno e gli studi bibliografici disponibili in letteratura [Studio Idraulico del Reticolo Idrico Minore della Pianura di Valbrembo nell'ambito del Progetto Comunitario "The Pattern" – Idros Ingegneria Studio Associato, giugno 2004], individuano per questa area e per il tratto di Riolo precedentemente citato (in carta *aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa*), problematiche idrauliche riconducibili a:

- insufficienza idraulica dei numerosi manufatti di attraversamento (tombinature, passerelle, tubazioni), presenti lungo il tracciato in parallelismo a via Pascolo dei Tedeschi
- mancata manutenzione e pulizia delle sponde e del fondo alveo
- condizioni idrauliche sfavorevoli al passaggio della piena nel punto di confluenza con il canale proveniente da destra idrografica, per l'immissione di un importante contributo al deflusso in senso ortogonale al flusso principale della corrente
- restringimento della sezione libera di passaggio, in corrispondenza del manufatto di attraversamento della S.P. n. 153 che, per eventi meteorici intensi, può comportare l'allagamento dell'area in sinistra orografica più depressa.

Discorso simile per l'impluvio a sud-est della località Carpiane (porzione nord-est del territorio comunale), classificato sia come area a rischio per la bassa soggiacenza della falda, sia come *area potenzialmente inondabile individuata con criteri geomorfologici*, a causa della presenza di un consistente deflusso idrico subsuperficiale proveniente dai soprastanti colli. Una piccola porzione di quest'area rientra inoltre anche nell'ambito della *vulnerabilità per esistenza di sorgenti*. In quest'ambito preme segnalare la presenza dell'area umida di Mozzo, uno degli ultimi preziosi relitti di vegetazione spontanea compresa nel Parco dei Colli (già citato Progetto Comunitario "The Pattern").

In questo ambito è stata perimetrata anche un'area oggetto di proposta, da parte del Comune, di inserimento nel SIC IT 2060012 "Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza".

Infatti, in questa porzione di territorio, vi è un habitat di particolare interesse naturalistico meritevole di tutela e valorizzazione, da anni soggetta a monitoraggio, da parte dell'Orto Botanico di Bergamo. Nel tempo sono state rilevate specie rarissime, tra le quali l'*Epipactis palustris*, l'*Eriophorum latifolium* e comunità vegetali ormai scomparse nel resto del Parco dei Colli (*Ericeti* a *Calluna vulgaris*). Tali specie e comunità sono a rischio per l'abbandono e la spontanea evoluzione della vegetazione boschiva, che tende ad invadere la superficie aperta gestita fino a pochi decenni fa come pascolo magro.

Si tratta di un'area inserita nel progetto Life "The Pattern" del parco dei Colli di Bergamo, che il Comune, nell'intento di garantirne la conservazione e la valorizzazione, ha proposto per l'inserimento nel SIC.

- **(D) Ambito orientale (collinare)**, costituito dalla cintura di rilievi che taglia il territorio in senso NE-SSW, separando il centro storico dal Borghetto.



In questa fascia la situazione è decisamente complessa, poiché si riscontra la contemporanea presenza di più ambiti di rischio sovrapposti, legati prevalentemente – ma non esclusivamente – a problemi di versante.

I colli ricadono per la maggior parte (specialmente attorno a Monte Guzza) nell'ambito delle *aree a pericolosità potenziale legate a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni e relativo percorso*; una parte di questo ambito (a nord) si sovrappone ad un'area vulnerabile per la presenza di sorgenti. Una classificazione di questo tipo è giustificata dai litotipi flyschoidi che costituiscono l'ossatura dei rilievi, soggetti ad intensa alterazione e disgregazione a produrre grandi quantità di materiale fine sciolto, potenzialmente soggetto a colate e soliflusso; il grado di pericolosità è da medio-elevato ad elevato a seconda delle situazioni specifiche.

Alcune località collinari rientrano invece nelle *aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo*: Villa Bagnada, zone a fregio di Via Rabaiona, Cascina Berba, Monte dei Gobbi – Villa Lochis, fascia a fregio di Via Locatelli (in questo caso con sovrapposizione a problematiche di bassa soggiacenza falda), aree minori nel Borghetto Alto. In tutti questi casi la classificazione è stata determinata dalla possibilità di riconoscere in terreno coltri detritiche/colluviali fini in posizione topografica sfavorevole (per inclinazione del pendio) e le relative aree di accumulo alla base dei versanti. Esistono poi alcune aree caratterizzate dalla presenza di veri e propri dissesti geomorfologici; in particolare si distinguono un'*area di frana attiva* a sud di Villa Bagnada (attivatasi nel novembre 2002, in occasione di un evento meteorico particolarmente intenso), due limitate *area di frana quiescente* a sud-est di Cascina Berba (Via Castello) e presso la Casa degli Angeli Via Borghetto, Loc. Castello Presati al confine con il comune di Bergamo) e due



aree a franosità superficiale diffusa (una posta a nord, nella zona delle Carpiane, e l'altra a fregio di Via Castello a sud di Cascina Berba). Benché in corrispondenza di questi dissesti non si trovino strutture edificate, in alcuni casi si realizza una pericolosa vicinanza: l'area di frana attiva di Villa Bagnada, ad esempio, è posta praticamente a fregio delle abitazioni più settentrionali del Borghetto Alto. Tutte queste aree possono essere considerate, in merito alla pericolosità, a livelli da molto elevati (frane attive) ad elevati (frane quiescenti e franosità diffusa).

Alcune zone collinari presentano la sovrapposizione dell'ambito di *aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate [...]*: ciò si verifica in particolare a nord-est del Borghetto Alto, ad ovest del Monte Guzza e in corrispondenza del Colle Lochis (associata ad un'area di riporti antropici, colmata a seguito del verificarsi di sprofondamenti del terreno, legati all'attività estrattiva sottostante). La pericolosità di queste zone è difficilmente valutabile in senso generale, perché legata necessariamente a situazioni specifiche da analizzare caso per caso. La linea tratteggiata che identifica i limiti degli ambiti in cui si praticavano le attività estrattive, indicata che la loro esatta estensione non è certa.

Chiudendo l'ambito collinare, infine, si rileva una stretta fascia a sud-est di Villa Bagnada, associata ad un'area a *pericolosità potenziale posta in prossimità di scarpate*.

Merita menzione l'opera di contenimento costituita da reti contenitive disposte all'imbocco di Via Berba. L'azione di mitigazione del rischio di caduta massi è efficace, anche se si evidenzia la presenza di isolati distacchi, che preludono il possibile crollo di blocchi rocciosi di dimensioni contenute (0,2/0,3 mc). Si reputa necessario un periodico controllo (a cadenza almeno annuale) della funzionalità dell'opera, intervenendo ove necessario con la posa di ulteriori porzioni di reti (fianchi Ovest ed Est).



- **(E) Ambito del Borghetto e delle Crocette**, posto a sud e sud-est del comune.

È simile, per problematiche, al comparto centrale, e si caratterizza per la sovrapposizione di *aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante* ed *aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese*. Anche la conca del Borghetto, similmente alla zona del centro storico, è infatti occupata dalle estese falde detritiche discese dai rilievi, e presenta inoltre il deflusso subsuperficiale derivante dalle emergenze idriche lungo i versanti. In particolare si segnala lo scarso drenaggio nel sottosuolo delle acque meteoriche dei terreni posti ai fianchi delle vie Garibaldi, Aldo Moro e Mazzini.

Nella zona delle Crocette, in continuità con l'ambito del Borghetto, alle problematiche accennate si aggiunge quella legata alla presenza di attività estrattive dismesse (le stesse riscontrabili sul Colle Lochis).

Da segnalare, per ultima, la presenza di un'area a riporti antropici nella zona a nord di Parco Casa del Lupo, laddove esisteva un laghetto di origine antropica, compreso nell'ambito delle vecchie fornaci (Loc. Fornaci), ora completamente convertito in area residenziale.

5.8 Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano

Criteria di realizzazione della carta

La Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano (Tavola 10) è stata redatta per l'intero territorio comunale in scala 1:2.000 e, al fine di consentire l'aggiornamento del mosaico della fattibilità contenuto nel S.I.T. regionale, in scala 1:10.000 su base C.T.R. (Tav. 11).

L'elaborato è stato desunto dalla cartografia di sintesi e da quella dei vincoli, illustrate nel paragrafo precedente, attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono.

Conformemente a quanto disposto nei *“Criteria ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica, del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’Art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”*, sono state distinte classi con grado di pericolosità crescente.

Il risultato ottenuto è un elaborato che identifica zone con diverso grado di pericolosità e che definisce limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

La Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano deve essere utilizzata congiuntamente alla *“Norme Geologiche di Attuazione”* proposte nel paragrafo seguente, che costituiscono la normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).



Di seguito si riporta integralmente la specifica delle tre classi di fattibilità geologica riconosciute sul territorio comunale di Mozzo, tratta dal D.G.R. sopra specificato.

- **Classe 2:** 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:** La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa. Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, Art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, Art. 38). Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".



- **Classe 4:** 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) della 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. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Descrizione della cartografia prodotta

Dall'analisi della Tavola 10 (Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano) si noterà come siano state individuate, sulla base delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e idrauliche tre classi di fattibilità rispettivamente con modeste, consistenti e gravi limitazioni, riconoscibili per numero e colore nell'elaborato cartografico di riferimento.

Per la definizione delle classi di fattibilità contenute nell'elaborato grafico si è fatto riferimento alla Tabella 1 – Classi di Ingresso indicata nella D.G.R. 22 dicembre 2005 – n. 8/1566.

Data l'articolazione e la variabilità del territorio in esame, per la classe 3 (fattibilità con consistenti limitazioni), sono state individuate delle sottoclassi (siglate con lettere minuscole), per evidenziare e specificare meglio le problematiche che hanno determinato l'attribuzione alla classe di fattibilità 3.

Di seguito viene proposta una tabella sintetica con indicate le sottoclassi individuate per la classe 3 e le sigle relative alle diverse tipologie di problematiche individuate.

SIGLA IN CARTA	SOTTOCLASSE
3a	Aree a pericolosità potenziale legata alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati
3b	Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante e bassa soggiacenza della falda
3c	Aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni)
3d	Aree a pericolosità potenziale poste in prossimità di scarpate
3e	Aree con drenaggio difficoltoso delle acque meteoriche e di ruscellamento
3f	Aree a pericolosità potenziale legata alla presenza di cavità sotterranee (attività estrattive dismesse)
3g	Aree degradate e/o dismesse (Non indicata in carta)

In linea generale, si può assumere per le classi di fattibilità una distribuzione areale di questo tipo:

- **Classe 2 (fattibilità con modeste limitazioni – gialla in carta):** si concentra prevalentemente nella porzione occidentale del territorio comunale (Dorotina, Pascoletto, Tavani, parte ovest del centro storico); non è mai presente sulla sponda destra del Torrente Quisa ad eccezione di una limitata area a fregio di Via Fiume. Una piccola porzione in classe 2 è situata anche a sud-est di Villa Bagnada (sopra il Castello Presati), nella porzione più orientate del territorio, a confine con Bergamo. Infine, si riscontra una limitata porzione di questo ambito in corrispondenza dell'edificio il Castello, sulla sommità del Monte dei Gobbi.
- **Classe 3 (fattibilità con consistenti limitazioni – arancio in carta):** è la classe arealmente più vasta. Ricadono in questo ambito tutta la conca del Borghetto, incluse alcune zone in versante (sud di Via Castello, Cascina Berba, Colle Lochis), verso meridione fino alla piana delle Fornaci inclusa. Si riscontra un ambito di discrete dimensioni anche ad est, in corrispondenza di Villa Bagnada e zone immediatamente limitrofe. Classificata in questo ambito anche tutta la fascia ad ovest della cintura di rilievi Monte Guzza – Colle Lochis (centro storico), prolungata verso nord-est ad includere la conca delle Carpiane. Sulla piana di Tavani esiste poi un ristretto lembo in classe 3 corrispondente ad un breve tratto scoperto del Torrente Riolo. Una situazione analoga si verifica a sud, nei pressi del Parco Dorotina. Ristretti lembi di territorio ricadenti in questa classe di fattibilità, infine, si riscontrano lungo tutto lo sviluppo del Torrente Quisa, quasi esclusivamente in sponda sinistra, soprattutto all'altezza del Pascoletto e del Parco San Marco.

- **Classe 4 (fattibilità con gravi limitazioni – rossa in carta):** questo ambito occupa tre aree distinte. La più consistente corrisponde alla cintura di rilievi Monte Guzza – Colle Lochis e si sviluppa pertanto in senso S-NE, con una propaggine allungata verso il Castello Presati. All'interno di questo ambito si aprono limitate aree in classe 3 già elencate al punto precedente (Villa Bagnada, Cascina Berba). La porzione meridionale di questa classe (da Via Berba al Colle Lochis) occupa solo il fianco ovest dei rilievi. La seconda area è situata a nord, e costituisce una stretta fascia a fregio di Via Pascolo dei Tedeschi, allungata in senso E-W, più estesa ad ovest (zona a nord di Via Minzoni). Questo ambito è in continuità, ad est per un breve tratto, con il precedente. La terza ed ultima area è situata a fregio del Quisa. Si tratta in realtà di una serie di ambiti non in continuità fra di loro, posti sia in sponda sinistra che in sponda destra; il più ampio di tali ambiti è quello più meridionale, in località Merena a fregio di Via Salgari. Per quest'ultimo ambito, dal ponte di Via Lecco sino al ponte di Via Merena (sul Torrente Quisa), così come per l'ambito 4 al confine con Valbrembo lungo tutto il tratto di Torrente Riolo su Via Pascolo dei Tedeschi e sino alle aree allagate all'incrocio con la S.P. n. 153 Villa d'Almè – Dalmine, i problemi riscontrati sono di tipo esondativo per via della mancanza di adeguate arginature, il sovralluvionamento degli alvei e la ridotta sezione di smaltimento dei manufatti. Considerata, infine, la presenza di due frane attive sul territorio comunale (riferimento zona Villa Bagnada e zona tiro a segno sul T. Quisa Borghetto, vedasi Tavola 9 - *Carta di Sintesi*), si raccomanda il periodico controllo dei fenomeni di dissesto medesimi dopo ogni evento meteorologico intenso e comunque a scadenza fissa (almeno una volta l'anno).

6.0 NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Di seguito sono riportate le normative tecniche prescrittive per gli interventi urbanistici, indicando gli studi e le indagini di approfondimento richieste, le opere di mitigazione del rischio, gli interventi di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, la predisposizione di sistemi di monitoraggio e di idonei piani di protezione civile; tali prescrizioni devono essere recepite nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Governo del Territorio.

Per ogni ambito di intervento, indipendentemente dalla classe di fattibilità assegnata a ciascun poligono e dagli studi di approfondimento indicati nelle specifiche classi di fattibilità, devono essere applicate le disposizioni previste dal D.M. 14 settembre 2005 *“Norme tecniche per le costruzioni”*.

Le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzate prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento ed alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/05, art.14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art.38).

Si specifica che la Carta dei Vincoli (Tavola 8), la Carta di Sintesi (Tavola 9) e la Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano (Tavola 10), nonché le presenti Norme Geologiche di Attuazione, costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole, ai sensi dell'Art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/05.

Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

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) della 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. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Si rammenta che per gli ambiti appartenenti alla classe di fattibilità 4, ed ogni qual volta si desideri investigare con maggior dettaglio porzioni di territorio comunale che presentano condizioni diverse di pericolosità, dovranno essere eseguiti studi integrativi redatti secondo le specifiche illustrate nei *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica, del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'Art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 – Capitolo Definizione della pericolosità per i siti a maggior rischio”*.

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 d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.



Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa. Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, Art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, Art. 38). Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Per la classe di fattibilità 3 si dovranno comunque prevedere interventi edilizi a impatto geologico contenuto.

Sottoclasse 3a: aree a pericolosità potenziale legata alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati.

Si tratta di aree poste su entrambi i versanti della collina al raccordo tra gli ambiti classificati in classe 4 di fattibilità per la presenza di fenomeni di instabilità ed alla presenza di pericolo potenziale legato a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno e gli ambiti con minor pendenza.

La tendenza al dissesto per lo più di tipo superficiale, solo localmente profondo, è accelerata e riattivata dal ruscellamento indifferenziato delle acque meteoriche che, lungo i versanti acclivi, induce fenomeni erosivi. In tali aree si riconoscono limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso legate al fatto che, anche se localmente si hanno aree in condizioni stabili, interventi antropici errati potrebbero destabilizzare l'equilibrio esistente, provocando dissesti.

Si raccomanda in ogni caso di non modificare il naturale scorrimento delle acque meteoriche, di ridurre al minimo gli sbancamenti ed i riporti di materiali, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio.



Per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree è obbligatoria la predisposizione di verifiche di stabilità su un adeguato intorno dell'area di intervento, volte ad appurare le condizioni di equilibrio del pendio prima, durante e dopo la realizzazione delle opere.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Sottoclasse 3b: aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante e bassa soggiacenza della falda

Anche in questo caso si tratta di aree poste su entrambi i versanti della collina, ma ubicate a valle delle aree con le problematiche precedentemente descritte.

Per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche, che si spinga al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che interessi il volume significativo di terreno sul quale agisce il carico.

L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, in presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che garantiscano l'impermeabilizzazione delle strutture interrato, al fine di resistere alle pressioni idrostatiche ed evitare dannose infiltrazioni d'acqua.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Sottoclasse 3c: Aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni)

Si tratta delle aree poste in adiacenza al Torrente Quisa e di un tratto in fregio al T. Riolo (ex pista da cross). In queste zone si può verificare esondabilità. Sono zone inondabili nelle quali si ritengono possibili danni economici e sociali marginali, danni minori agli edifici ed alle infrastrutture, che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio economiche.

Rispetto al rischio idraulico, queste aree sono da ritenersi generalmente in condizioni di compatibilità con le azioni di piano. Ciononostante si tratta comunque di aree esondabili, che durante gli eventi di piena possono costituire zone di espansione della piena stessa.

Gli interventi in queste aree devono essere accompagnati da relazione idraulica; la relazione, che deve contenere rilievi topografici e geomorfologici di dettaglio, verifica la compatibilità dell'intervento con la funzione dell'area, indica eventuali tipologie costruttive che impediscano danni a beni e strutture e/o consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili, anche attraverso la realizzazione di opere di mitigazione del rischio.

Trattandosi di zone potenzialmente inondabili, sarebbe opportuno limitare la perdita di suolo, verificare la possibilità di localizzare gli interventi altrove e procedere alla rinaturalizzazione degli specifici ambiti.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, in presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che garantiscano l'impermeabilizzazione delle strutture interrato, al fine di resistere alle pressioni idrostatiche ed evitare dannose infiltrazioni d'acqua.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Sottoclasse 3d: Aree a pericolosità potenziale poste in prossimità di scarpate

Si tratta di ambiti distribuiti disomogeneamente sul territorio. La presenza di scarpate di monte e/o di valle, direttamente interferenti con queste aree, può provocare, in caso di interventi antropici eseguiti scorrettamente, l'innescò di smottamenti nei terreni limitrofi, indipendentemente dalle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti.

In questi ambiti non è trascurabile una certa tendenza al dissesto, per lo più di tipo superficiale, attivata dal ruscellamento indifferenziato delle acque meteoriche.

In tali aree si riconoscono limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso legate al fatto che interventi antropici errati potrebbero rompere l'equilibrio esistente e indurre situazioni di dissesto, provocando modifiche significative all'ambiente.

Si raccomanda di ridurre al minimo gli sbancamenti ed i riporti di materiali, di procedere, laddove possibile alla regimazione meteoriche, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio.

Per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree è obbligatoria la predisposizione di verifiche di stabilità su un adeguato intorno dell'area di intervento, volte ad appurare le condizioni di equilibrio del pendio prima, durante e dopo la realizzazione delle opere.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Sottoclasse 3e: Aree con drenaggio difficoltoso delle acque meteoriche e di ruscellamento

Si tratta di un solo ambito posto nei pressi di via Valle Quisa. Tale ambito è caratterizzato dalla presenza di un compluvio, limitato verso monte da materiale di riporto. Verso le quote inferiori la vallecòla sfocia in un'area pianeggiante con drenaggio difficoltoso delle acque, che determina in, corrispondenza degli eventi



meteorici, fenomeni di ristagno per la mancanza di un diretto recapito delle acque nel vicino T. Quisa.

Per la realizzazione di nuove opere ubicate in queste aree è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagine geognostica, che si spinga al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che interessi lo spessore di terreno sul quale andrà ad agire il carico.

L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Per la realizzazione di interventi posti al di sotto del piano campagna, in presenza di acqua, è obbligatorio l'utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che garantiscano l'impermeabilizzazione delle strutture interrato, al fine di resistere alle pressioni idrostatiche ed evitare dannose infiltrazioni d'acqua.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Sottoclasse 3f: Aree a pericolosità potenziale legata alla presenza di cavità sotterranee (attività estrattive dismesse)

Si tratta di uno specifico ambito compreso tra il Colle Lochis e la località Crocette. In questa zona, oltre gli approfondimenti previsti dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni", è obbligatoria l'esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche (preferibilmente che comprenda anche indagini geofisiche), spinta al di sotto del piano di posa delle fondazioni e che raggiunga un orizzonte con

spessore sufficientemente competente e persistente. L'indagine dovrà preferibilmente essere ubicata in corrispondenza dei punti di carico delle strutture di progetto.

La tipologia fondazionale più adatta dovrà essere valutata dal progettista solo a seguito del risultato delle prove ed in funzione del tipo di struttura.

Poiché le cavità possono destabilizzarsi con l'infiltrazione di acqua nel sottosuolo, è consigliabile un'attenzione particolare, o l'eventuale divieto, della progettazione di pozzetti per l'infiltrazione di acque bianche. Nei casi consentiti, tali opere dovranno essere posizionate sufficientemente lontano dalle strutture per evitare cedimenti dovuti a formazione o ampliamento di cavità esistenti. Per lo stesso motivo è opportuno tenere costantemente monitorata l'efficienza o il funzionamento della rete fognaria esistente e di quella dell'acquedotto.

Nelle aree già insediate, occorre prevedere, nel caso si renda necessario, il monitoraggio dello stato degli edifici e la messa in sicurezza degli stessi.

Sottoclasse 3g: Aree degradate e/o dismesse (Non indicata in carta)

In questa categoria sono comprese:

- tutte le situazioni in cui, per attività pregresse o in atto "sussista la possibilità che nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque superficiali o nelle acque sotterranee siano presenti sostanze contaminanti in concentrazioni tali da determinare un pericolo per la salute pubblica per l'ambiente naturale o costruito" (D.M. 471/99, art. 2);
- le discariche incontrollate di rifiuti speciali, tossico nocivi e/o rifiuti solidi urbani e assimilabili (DGR n.6/17252 del 1 agosto 1996);
- le aree su cui abbia fondata ragione di ritenere che vi sia un'alterazione della qualità del suolo in seguito a sversamenti o spandimenti accidentali o volontari e/o ricadute da emissioni in atmosfera (DGR n.6/17252 del 1 agosto 1996);



Queste aree non sono riportate in carta in quanto sono eterogeneamente distribuite sul territorio, talvolta di difficile localizzazione e di carattere puntuale (es. comparto 3V Sigma e limitrofi).

Sono oggetto delle seguenti prescrizioni, da applicare al momento della richiesta di variazione di destinazione d'uso dell'area (Art. 17 comma 13 del D.M. 471/99) e/o ogni volta sia ipotizzabile una contaminazione delle matrici ambientali del sito:

- qualora esista un potenziale o reale pericolo di contaminazione del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee dovranno essere avviate le procedure ai sensi dell'Art. 17 del D.lgs. 22/97 e del D.M. 471/99 per gli accertamenti ambientali e, qualora il sito risultasse contaminato, per la bonifica o la messa in sicurezza dello stesso;
- qualora sia già stata effettuata la bonifica o il ripristino dell'area, ma permangano condizioni di non naturalità del sito, per esempio nel caso di riempimenti successivi ad attività di cava, o nel caso di attività produttive cessate e non assoggettate a procedure di bonifica.

Le indagini ambientali, comprensive di campionamenti ed analisi, dovranno essere validate dagli organi di controllo preposti (ARPA, Provincia di Bg, ecc.)

In queste aree dovrà inoltre essere vietata la dispersione delle acque bianche nel sottosuolo.

Per queste aree devono comunque essere predisposte le indagini previste 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.

In questa classe devono essere applicati i disposti previsti nel D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

La relazione geologico-tecnica allegata ad ogni intervento in progetto deve indicare l'assetto geologico generale del territorio, contenere una ricostruzione del modello stratigrafico dei terreni, indicare i parametri geotecnici di ciascun orizzonte riconosciuto (derivanti da indagini dirette insito) e fornire considerazioni esaustive sul grado di interferenza dell'intervento stesso con le acque sotterranee. Nella relazione dovranno essere illustrati eventuali scarichi permanenti, temporanei o accidentali di acque nel sottosuolo.

In linea generale la relazione geologico-tecnica dovrà esprimere parere sulla compatibilità dell'opera in progetto con il sistema ambientale in cui si inserisce.

Classe 1: fattibilità senza particolari limitazioni

Si tratta di aree non sono state individuate particolari situazioni di pericolosità geologica, per le quali non vi sono preclusioni o attenzioni di carattere geologico che in qualche modo influenzano il loro utilizzo ai fini urbanistici. Sul territorio di Mozzo non sono state riconosciute aree attribuibili a tale classe.

Aree soggette ad amplificazione sismica

Poiché al comune di Mozzo è stata attribuita la zona 4, ovvero quella a minore pericolosità sismica, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni", dall'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003, dalla D.G.R. n.14964 del 7 novembre 2003 e del d.d.u.o. n.19904 del 21 novembre 2003, in aggiunta alle prescrizioni indicate nel paragrafo precedente, si sottolinea che:

- per la progettazione di edifici ed opere strategiche e/o rilevanti, definite ai sensi del Decreto n. 19904 del 21 novembre 2003, posti in aree PSL Z3 e Z4 dovrà essere effettuata la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi ed all'individuazione di aree in cui la normativa



nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici (stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione - approfondimento di secondo livello).

- per la progettazione di nuovi edifici posti in aree PSL Z1 e Z2 è prevista l'applicazione del terzo livello di approfondimento quantitativo. In tali aree, oltre alle costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie, la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, devono essere definiti gli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite (a tal proposito si rimanda all'allegato 5 dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art.57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12).

E' inoltre opportuno sottolineare che è lasciata facoltà al comune di estendere l'obbligatorietà della progettazione antisismica di 2° livello, anche per tutte le categorie di edifici non espressamente indicati nel Decreto n. 19904 del 21 novembre 2003, posti in aree PSL Z3 e Z4.

In merito ai tempi di applicazione del D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni", si specifica, infine, che è previsto un periodo sperimentale di 18 mesi nel corso dei quali l'applicazione della normativa in esame è facoltativa. Pertanto è lasciata facoltà al progettista l'applicazione delle norme contenute nel D.M. 14 settembre 2005 oppure la normativa previgente. In merito agli aspetti sismici, qualora si optasse per l'applicazione della normativa previgente, sarà obbligatorio considerare il comune a "bassa sismicità" e quindi utilizzare il valore $S=6$.

7.0 CONCLUSIONI

Come precedentemente riportato la geologia del comune di Mozzo si riflette inevitabilmente sui caratteri morfologici e la fisiografici del territorio.

L'**ambito collinare** è contraddistinto dall'affioramento esteso, seppur discontinuo, di calcareniti con sottili interstrati marnoso-pelitici.

La **fascia pedecollinare** rappresenta l'ambito di raccordo tra collina e pianura ed è direttamente influenzata dalla progressiva erosione del rilievo. L'intensa disgregazione, avvenuta per lo più in ambiente periglaciale durante l'ultimo glaciale, ha provocato la notevole alterazione superficiale del flysch, con abbondante produzione di sabbie e silt, poi ridistribuite, per effetto dei processi colluviali, su questa ampia fascia antistante la pianura. La percentuale di acqua all'interno di questo deposito è generalmente elevata; ciò si spiega con la bassa permeabilità primaria delle coltri limo-sabbiose che determinano un drenaggio difficoltoso delle acque provenienti dall'ambito collinare sovrastante.

Allontanandosi dalla zona prospiciente i rilievi lo spessore di colluvio tende ad assottigliarsi progressivamente fino a scomparire, lasciando il posto ai depositi maggiormente grossolani (ghiaie e ciottoli a supporto di matrice limo-sabbiosa) che contraddistinguono **il livello fondamentale della pianura** (alluvioni antiche).

Infine, lungo il margine occidentale comunale, delimitato dalla **valle fluviale del Torrente Quisa**, si possono rilevare coltri alluvionali grossolane, con frazioni fini nettamente subordinate, e localmente strati conglomeratici a differente grado di cementazione (alluvioni recenti).

Solo la porzione collinare del territorio comunale di Mozzo, e limitati settori di scarpata fluviale, sono soggetti a processi morfodinamici gravitativi in atto o potenziali, che sono comunque estremamente localizzati. Tali fenomeni si esplicitano



come frane in roccia o dissesti corticali, frequentemente prodotti dall'azione degli agenti esogeni su litotipi vulnerabili lungo morfologie acclivi.

Un altro ambito di possibile problematicità conseguente ad interventi antropici sul territorio è quello compreso tra il Colle Lochis e la località Crocette. In questa zona in passato è stata intensiva l'attività estrattiva con sviluppo di cunicoli e cavità sotterranee di cui si è perso il tracciato. Ciò determina, localmente, fenomeni di collasso e subsidenza, come già si è verificato in passato.

L'elemento di maggior rilevanza dal punto di vista idrografico è il decorso del Torrente Quisa lungo il margine occidentale del comune. Per il resto si riscontra l'assenza, in tutta la zona di piana fluvioglaciale (Pascoletto, Dorotina, centro storico, Mozzo di Sopra, Tavani), di una significativa rete idrografica naturale o irrigua. Elementi di secondaria importanza sono invece la Roggia Curna, posta a sud del Borghetto – località Crocette, prevalentemente inutilizzata, ed il Torrente Riolo che nel tratto inferiore raccoglie di fatto sia le acque meteoriche che le acque nere del pianoro di Mozzo.

E' bene segnalare come anche l'assetto idrografico superficiale sia stato parzialmente modificato da opere antropiche; ci riferiamo in particolare alla conca del Borghetto ed alla zona delle Carpiane, ove l'originario reticolato centripeto originato da sorgenti naturali, attualmente prosciugate, risulta profondamente modificato dall'uomo per lo sviluppo dell'attività agricola e per interventi di bonifica.

Tuttavia la naturalità dei luoghi, come è stato possibile riscontrare dai rilievi di terreno, rappresenta ancora una risorsa importante per il comune di Mozzo, che non deve essere solo difesa attuando i vincoli ambientali e paesaggistici in vigore in quanto territorio protetto del Parco dei Colli, ma anche e soprattutto valorizzata. Si segnala quindi l'opportunità di prevedere studi specifici, di carattere interdisciplinare (geologico e geomorfologico, idrogeologico e vegetazionale, paesaggistico), mirati al

recupero ambientale ed alla valorizzazione della rete viaria minore (sentieri), prendendo ad esempio spunto dal progetto *The Pattern* attuato in località Carpiane. Per quanto attiene alla geologia ci riferiamo in particolar modo alla creazione di sentieri, piste ciclabili e percorsi geologici per l'osservazione diretta di ambienti caratteristici quali ad esempio l'ambito fluviale del Torrente Quisa e le pareti rocciose dei Flysch di Bergamo in corrispondenza della cava dismessa in loc. Borghetto Alto. A tal proposito, anche per favorire la fruibilità dei luoghi, andranno attuati programmi di monitoraggio, il potenziamento delle arginature lungo le aste torrentizie e la messa in sicurezza degli ambiti ad elevato rischio idrogeologico.

D'altro canto nei prossimi anni sarà importante valutare con molta attenzione la sostenibilità territoriale di eventuali ulteriori espansioni insediative. Si dovrà considerare in primis la disponibilità della risorsa primaria, l'acqua, che pare essere un fattore limitante per il futuro di Mozzo. Infatti il reticolo idrico superficiale è scarso o assente, ed ha nel Torrente Quisa l'unico elemento di rilevanza. La falda sotterranea, con una soggiacenza piuttosto profonda (a volte superiore 50 m da piano campagna), risulta vulnerabile, parzialmente compressa, difficilmente sfruttabile per scopi idropotabili.

Sarà pertanto fondamentale attuare politiche di tutela ed ulteriore potenziamento delle risorse idriche, che influiranno sicuramente non solo sullo sviluppo della pianificazione futura, ma anche sul mantenimento dell'attuale tessuto sociale ed economico della Comunità di Mozzo.

Ranica, 21 aprile 2006

Dott. Geol. Alessandro Chiodelli

BIBLIOGRAFIA

- ◆ *Basi cartografiche ambientali per l'ambito di pianura (carta dell'uso suolo, carta geomorfologica, carta della litologia di superficie, carta delle rilevanze naturalistiche e paesaggistiche, carta delle attività di sfruttamento suolo, carta dell'idrologia superficiale), Ersal*

- ◆ *Carta Geologica della Provincia di Bergamo 1/50.000, Provincia di Bergamo e Università degli Studi di Milano, 2000*

- ◆ *Carta Geologica del Bacino Idrografico del Brembo e delle relative alluvioni – spaccati, Taramelli, fine '800*

- ◆ *Carta Geologica d'Italia, Desio e Venzo, 1954*

- ◆ *Carta Geologica del Comune di Bergamo, Gelati e Ferrerio, 1967*

- ◆ *Domanda di concessione trentennale di derivazione delle acque ad uso industriale e antincendio in comune di Mozzo (Bergamo), Bottonificio Fenili s.r.l., Relazione Tecnica, Dott. Geol. Diego Marsetti, 2002*

- ◆ *Evoluzione geomorfologica e paleoambientale del margine pedemontano lombardo durante l'Olocene: il bacino di Longuelo (Bergamo), Atti Tic. Sc. Terra 1996 (serie speciale) 4, 19-32, 5 figg., 3 tabb., Marchetti, Ravazzi & Fontugne, 1996*

- ◆ *Geologia degli acquiferi padani della regione Lombardia, Regione Lombardia e Eni, anno 2002*

- ◆ *Geological Map of the Southalpine Foothills between Brianza and Iseo Lake, Bersezzo, Fornaciari e Gelati, 1988*
- ◆ *Indagine geognostica in via Puccini, Sogetec, dicembre 2002*
- ◆ *Indagine geotecnica in località Mozzo Centro, Sogetec, dicembre 2004*
- ◆ *Piano Stralcio Assetto Idrogeologico - P.A.I. (n.t.a., delibere, tavole di delimitazione delle fasce fluviali e tavole di delimitazione delle aree di dissesto), Autorità di Bacino del Fiume Po*
- ◆ *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Provincia di Bergamo, dicembre 2002*
- ◆ *Progetto di cartografia geoambientale (carta geomorfologica, carta litologica, carta delle unità geoambientali, carta delle rilevanze naturalistiche e paesaggistiche, carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale, carta del dissesto idrogeologico e della pericolosità, carta del degrado ambientale, carta idrologica con indicazioni della permeabilità, carta delle attitudini all'uso produttivo del suolo), Regione Lombardia, 1994*
- ◆ *Relazione geologica-geotecnica per la costruzione di un edificio residenziale in via Trento a Curno (Bg), Tecnoteam, novembre 2004*
- ◆ *Relazione geologica – tecnica “nuovo ampliamento di area cimiteriale”, TerraModel, giugno 2003*

Studio Geologico del Territorio Comunale di Mozzo

- ◆ *“Storia economica e sociale di Bergamo- I caratteri originali della Bergamasca”*, Fondazione per la storia economica e sociale di Bergamo/istituto di studi e ricerche, 1993
- ◆ *Studi sull’assetto idrogeologico – ambientale*, Provincia di Bergamo, 1994
- ◆ *Studi di settore per il ptp 1990, settore geomorfologico – naturalistico, storico – culturale, del paesaggio agrario, elaborati di sintesi complessiva e di piano*, Provincia di Bergamo
- ◆ *Tabulati prove penetrometriche “Golf Indoor”*, Geoprove, luglio 2003
- ◆ *Valutazione delle risorse pedologiche della provincia di Bergamo per l’elaborazione del Piano di Coordinamento Territoriale della provincia*, ERSAL, agosto 1993, Bergamo