



Comune di Piazzolo
Provincia di Bergamo

AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

in attuazione della
Legge Regionale 11 marzo 2005 n°12

TAVOLA

A

RELAZIONE GENERALE

Data: maggio 2010

N° progetto: 0902004

Redatto da: SC

AGGIORNAMENTI E REVISIONI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	c					
	b					
	a	luglio 2014	Rev. su parere Regione Lombardia D.G. Territorio e Urbanistica Z1.2010.15782 del 1 luglio 2010			

Dott. Geol. Stefania Cabassi

Via Ing. s. Calvi n° 37
Piazza Brembana (BG)
e mail: scabassi@libero.it

n° iscr. OGL 1123

INDICE

1.0 STATO DELLA PIANIFICAZIONE	3
2.0 DOCUMENTI CONTENUTI NEL PRESENTE STUDIO	4
3.0 RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	5
4.0 AGGIORNAMENTI CARTOGRAFICI.....	6
5.0 ANALISI DELLA COMPONENTE SISMICA	20

**ALLEGATO 1: ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GENERATA DA FENOMENI DI TRASPORTO SOLIDO
LUNGO LA VALLE SCURA**

PREMESSA

La Legge Regionale 12/2005 ha introdotto il Piano di Governo del Territorio quale strumento urbanistico in sostituzione del Piano Regolatore Generale prevedendo anche l'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica di supporto al nuovo strumento di Pianificazione.

L'Amministrazione Comunale ha affidato alla sottoscritta (con deliberazione della Giunta Comunale n°7 del 18 marzo 2008) l'incarico di provvedere all'aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi della recente normativa (L.R. 12/2005) con particolare riferimento agli elaborati prescrittivi di supporto al PGT.

Il comune di Piazzolo in termini di pianificazione geologica del territorio comunale, si è dotato nell'ultimo decennio dello Studio Geologico Tecnico a supporto del Piano Regolatore Generale redatto nel gennaio 2000 da Studio Geologico Geotecnico Padano (D.ssa Daniela Barbano) , approvato dal consiglio comunale con deliberazione n°2 del 19 febbraio 2000.

Relativamente al Piano di Assetto Idrogeologico entrato in vigore nel 2001, il Comune, inserito nell'elenco dei comuni esonerati dall'applicazione delle procedure di cui all'art.18 delle NdA del PAI, non è dotato di Carta del Quadro del Dissesto con legenda uniformata a quella del PAI.

Congiuntamente all'incarico di aggiornamento dello Studio Geologico Comunale, l'Amministrazione Comunale comune ha affidato alla scrivente anche l'incarico di redarre lo Studio per la definizione del Reticolo Idrico Minore e rispettive fasce di rispetto in osservanza della dgr n° VII/7868 del 25/1/2002 e successive modifiche - dgr n°VII/13950 del 1/08/2003.

I passaggi seguiti per la redazione del presente studio sono stati i seguenti:

- verifica del vigente Studio Geologico Comunale del 2000 e recepimento della maggior parte delle perimetrazioni e dei vincoli ivi contenuti già oggetto di approvazione da parte degli enti regionali;
- introduzione delle risultanze dello studio per la definizione del Reticolo Idrico Minore, e individuazione cartografica delle fasce di rispetto nella tavola dei vincoli (tavola 02);
- verifica delle informazioni contenute nei database regionali e provinciali con particolare riferimento ai portali GEOIFFI, SIRVAL, Cartografia Geoambientale, ecc..., con il fine di implementare il quadro del dissesto contenuto nello studio geologico comunale del 2000, come previsto dalla recente normativa di pianificazione geologica;
- rilevamenti di terreno nel territorio comunale, con maggior dettaglio negli ambiti edificati o caratterizzati dalla presenza di nuclei rurali o infrastrutture di interesse strategico (nel territorio comunale è presente una strada di collegamento al comune di Piazzatorre che oltre che valenza agro silvo pastorale può essere utilizzata anche ai fini di Protezione Civile in caso di interruzione della Strada Provinciale di collegamento al fondovalle);
- stesura di uno studio di approfondimento finalizzato alla definizione degli ambiti di pericolosità relativi ai fenomeni di trasporto in massa lungo la Valle Scura che attraversa l'abitato principale tombinata;
- analisi di dettaglio relativamente ad alcuni ambiti classificati nello Studio Geologico del 2000 come "Classe 4" a supporto della proposta di inserimento di tali ambiti in classe 3;

- analisi di dettaglio relativamente ad alcuni ambiti classificati nello Studio Geologico del 2000 come "Classe 3" a supporto della proposta di inserimento di tali ambiti in classe 2;
- stesura della Carta di Sintesi, operazione che ha previsto la revisione completa di quella redatta a supporto dello studio precedente in ragione sia del diverso supporto cartografico utilizzato (Rilievo Aereofotogrammetrico comunale alla scala 1:5000), sia dell'acquisizione di nuovi elementi dai SIT regionali, dell'inserimento delle risultanze dei rilievi eseguiti e degli studi di approfondimento;
- redazione della Carta di Fattibilità Geologica a tutto il territorio comunale, sulla base delle risultanze delle analisi eseguite, rappresentate cartograficamente dalla carta di sintesi, così come previsto della dgr. 8/7374/08;
- stesura della Carta dei Vincoli (richiesta dalle nuove direttive regionali) e redazione della Carta del Quadro del Dissesto con legenda uniformata a quella del PAI, in ragione delle risultanze delle analisi svolte a supporto del presente studio di aggiornamento,;
- individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale e stesura della cartografia della Pericolosità Sismica Locale richiesta per le Zone Sismiche 4 (così è classificato il comune di Piazzolo in base alla D.G.R. 7 novembre 2003 n°7/1 4964), dalla d.g.r. 28 maggio 2008 n°8/7374;
- revisione delle Norme Tecniche di Attuazione in accordo con quanto previsto dalla d.g.r di cui sopra e in ragione delle risultanze dello studio prodotto nonché della nuova classificazione sismica del territorio e dell'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

1.0 STATO DELLA PIANIFICAZIONE

Come precisato in premessa lo Studio Geologico Comunale di supporto al PRG è stato redatto nel 2000 è attualmente lo strumento di pianificazione vigente per il territorio comunale in esame.

A seguito di tale studio non sono stati redatti ulteriori aggiornamenti né studi di dettaglio che abbiano modificato la zonizzazione di fattibilità ivi contenuta né dopo l'entrata in vigore del PAI è stata prodotta la Carta del quadro del dissesto secondo legenda PAI, oggi richiesta dalla normativa vigente in materia di pianificazione geologica.

Per quanto riguarda l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI, sulla base dell'allegato 13 della d.g.r. 8/7374/2008 il comune di Piazzolo non risulta inserito".

Dal confronto tra la precedente zonizzazione di fattibilità geologica e quella contenuta nel presente aggiornamento sono stati individuati un maggior numero di ambiti cui risulta possibile attribuire classe di fattibilità 3 o 2 rispetto alle classi precedentemente individuate.

Gli ambiti di cui viene proposto l'inserimento in classe 3 rispetto alla classe 4 sono relativi alla zona edificata interessata da potenziali fenomeni di tracimazione legati alla Valle Scura, la località Ronchi, la zona a est dell'abitato e a nord dell'abitato (dove sono localizzati alcuni fabbricati rurali).

Le zone in cui viene proposto l'inserimento in classe 2, rispetto alla precedente classe 3, sono localizzati nel settore sud dell'abitato principale in località "Costa" e cimitero e non sono ad oggi interessati da dissesti in atto o potenziali.

La motivazione che ha portato alla presente proposta di declassamento è stata supportata dai rilievi e verifiche in sito e da un'analisi di dettaglio specifica per il caso della Valle Scura (cfr. allegato 1).

Per concludere il quadro sullo stato della pianificazione, si vuole sottolineare come nel corso di questi ultimi anni le basi informative territoriali di supporto alla pianificazione si siano notevolmente accresciute, rendendo

necessaria un'implementazione e revisione dei dati contenuti nello studio redatto ai sensi della L.R. 41/97, al fine di tenere conto anche di tutte le informazioni contenute nelle banche dati regionali e provinciali (con riferimento al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) e, in termini di pianificazione sovraordinata, al Piano di Assetto Idrogeologico: tutte queste informazioni, in base a quanto previsto dalla normative vigente, devono costituire e fare parte integrante degli elementi pianificatori.

2.0 DOCUMENTI CONTENUTI NEL PRESENTE STUDIO

L'aggiornamento cartografico associato al presente studio non ha riguardato la cartografia conoscitiva e di base costituita dagli elaborati redatti a supporto dello studio geologico del 2000, in quanto non sono avvenute modifiche sostanziali nell'assetto morfologico, idrogeologico ed idraulico del territorio comunale (fatta eccezione per le opere di difesa idraulica realizzate a seguito della stesura dello studio del 2000 e che sono state indicate nella cartografia di sintesi allegata al presente studio).

Nel presente aggiornamento la Carta di Sintesi propone comunque l'individuazione degli elementi morfologici più significativi ai fini della determinazione della pericolosità degli ambiti in esame (con particolare riferimento ai fenomeni franosi e di degradazione dei versanti e ai fenomeni legati allo scorrimento delle acque superficiali), questo perché dopo dieci anni alcuni fenomeni sono andati stabilizzandosi.

E' necessario comunque fare riferimento agli elaborati di base dello studio geologico del 2000 e in particolare alla carta geologica, idrogeologica e del sistema idrografico e geomorfologica (con le limitazioni di cui sopra in relazione all'aggiornamento del quadro del dissesto e dello stato di attività dei dissesti in atto o potenziali che sono stati indicati nella carta di sintesi allegata al presente studio) nonché alla relazione di corredo allo studio del 2000 che illustra le caratteristiche geologiche generali del territorio in esame e raccoglie le informazioni sugli eventi di dissesto verificatisi nel territorio comunale.

Tutti questi documenti (relazione illustrativa e tavole 1, 2, 3, 4) devono considerarsi ai fini pianificatori parte integrante della presente analisi.

Alla luce di quanto disposto dai criteri attuativi della L.R. 12/2005 per il governo del territorio, relativamente alla componente geologica idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, a corredo della presente relazione generale sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici con valore prescrittivo di supporto al PGT (nei paragrafi seguenti descritti in maggior dettaglio):

- carta della pericolosità sismica locale alla scala 1:5.000 (tavola 01);
- carta dei vincoli alla scala 1:5.000 (tavola 02);
- carta di sintesi alla scala 1:5.000 (tavola 03);
- carta di fattibilità per le azioni di piano alla scala 1:5.000 (tavola 04A) e in dettaglio per le aree oggetto di azzonamento alla scala 1:2.000 (tavola 04B);
- carta del quadro del dissesto con legenda uniformata PAI (redatta in una tavola unica n°05, sulla base CTR alla scala 1:10.000).

Tutte le tavole (a esclusione della Carta PAI) sono state redatte sulla base del rilievo aereofotogrammetrico comunale di recente realizzazione (restituito alla scala 1:5000).

Sono state inoltre utilizzate le basi cartografiche della Carta Tecnica Regionale (foglio C4 sezioni C4b2 e C4b1 alla scala 1:10.000).

Lo studio contiene, oltre che alla presente relazione descrittiva (tavola A), le Norme Tecniche di Attuazione (tavola B), revisionate e implementate ai sensi di quanto previsto dalla DGR 8/7374 del 28 maggio 2008 e s.m.i. della Regione Lombardia “Criteria ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione dell’art 57 comma 1 della l.r. 12/05”.

Contestualmente alla redazione del presente aggiornamento è stato anche realizzato lo studio per la *definizione del Reticolo Idrico Minore* comprensivo di Regolamento di Polizia Idraulica, approvato dallo STER di Bergamo che costituisce pertanto parte integrante del presente aggiornamento.

Infine lo studio geologico del 2000 è stato aggiornato dal punto di vista cartografico e normativo, in prospettiva di prevenzione dal rischio sismico, dato che l’O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 (“primi elementi in materia e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”), include il territorio comunale di Piazzolo in area sismica ed in particolare in zona 4 (precedentemente il comune non risultava inserito nei territori sismici) e visto che la Regione Lombardia con D.G.R. 7 novembre 2003 n° 7/1 4964 conferma tale classificazione e dispone (l’ordinanza è entrata in vigore dal 23 ottobre 2005) che tutti i comuni aggiornino gli studi geologici in relazione a questa tematica (già secondo i disposti del punto 2.2 della D.G.R. 29 ottobre 2001 n° 7/66 45).

Il nuovo documento cartografico costituito dalla Carta della Pericolosità Sismica Locale (tav.01), come previsto obbligatoriamente per il comune in esame nel caso di approfondimento di 1° livello, evidenzia (in ragione dei dati contenuti nello studio geologico comunale del 2000 e nella cartografia di base ed esso allegata) gli Scenari di Pericolosità Sismica Locale in grado di determinare effetti sismici locali, individuando nel contempo le zone per le quali sono necessari approfondimenti di livello superiore da attuarsi in fase progettuale.

Sono state inoltre delineate le Norme di Prevenzione Antisismica, alla luce del recente D.M. 14/01/2008 entrato in vigore il 31 luglio 2009, dove vengono indicati gli ambiti di applicazione dei vari livelli di approfondimento definiti nell’allegato 5 della d.g.r. 28 maggio 2008 n° 8/7374.

Gli elementi contenuti nelle cartografie tematiche sono costituiti da poligoni, polilinee e punti georeferenziati come da richiesto dalle direttive regionali (restituiti in formato shape files e con database contenente le principali informazioni circa gli elementi rappresentati cartograficamente).

3.0 RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

3.1 Strumenti di pianificazione sovraordinata

Una delle novità nell’aggiornamento della componente geologica dei Piani di Governo del Territorio è che lo studio deve recepire come livello di conoscenze di base, oltre alla documentazione pregressa e redatta a supporto della pianificazione comunale, le determinazioni dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali che, nel caso della Provincia di Bergamo sono state approvate nel 2004 (o oggi in fase di aggiornamento) e dell’Autorità di Bacino relativamente al PAI (Piano di Assetto Idrogeologico).

Negli ultimi anni il processo di informatizzazione dei dati territoriali ha reso disponibili alcune banche dati in continuo aggiornamento che, se da una parte devono essere recepite nel nuovo documento di programmazione, dall’altra richiedono anche da parte del professionista un’analisi derivante dal “confronto e dall’incrocio” di tutti dati disponibili con verifica diretta in sito.

Nella stesura dell'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Comune di Piazzolo si è pertanto fatto riferimento, per quanto riguarda la pianificazione sovraordinata, alla seguente documentazione disponibile presso i portali Provinciali, dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e Regionali:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI), con particolare riferimento all'allegato 4 (4.1 e 4.2) dell'elaborato 2 del piano (non sono comprese nel territorio comunale aree vincolate ai sensi della L. 267/98);
- Piani territoriali di Coordinamento Provinciali (PTCP), livelli informativi del PTCP.

Il comune di Piazzolo, relativamente all'ambito fluviale del Fiume Brembo non è compreso nelle aree individuate dall'ex Piano Stralcio delle Fasce Fluviali del Fiume Po.

3.2 Altri strumenti

Nella redazione dello studio di supporto alla pianificazione comunale, come previsto dall'allegato 2 dei criteri attuativi della stessa, sono stati verificati ed incrociati con i dati esistenti, i dati contenuti nella seguente documentazione:

- Regione Lombardia, Sistema Informativo della Pianificazione Locale: tavola delle previsioni di piano alla scala 1:10.000 – livelli informativi regionali;
- Studi geologici di supporto alla realizzazione degli interventi di difesa del suolo (perlopiù inseriti nella legge 102/90) e progetti redatti sulle ordinanze di eventi calamitosi, reperiti presso l'archivio dell'ufficio tecnico comunale (citati in più punti della presente relazione e allegati);
- Sistemi Informativi Tematici: CARG, SIBA, GEOIFFI, SIBCA, STUDI GEOLOGICI, PAI, SIRVAL.

Sono state riscontrate alcune differenze nelle perimetrazioni contenute nei SIT, che spesso sono solo legate all'utilizzo del supporto cartografico aereofotogrammetrico (di maggior dettaglio e più recente) rispetto alla Carta Tecnica Regionale (ad esempio nell'andamento dei corsi d'acqua e in alcune perimetrazioni delle aree in dissesto) e altre volte, pur rispecchiando quanto contenuto nello studio geologico del 2000, risultano classificate nel SIT regionale con un grado di pericolosità non rispondente al reale (ad esempio aree interessate da indici di potenziale instabilità come le coperture detritiche o terrigene in condizioni di equilibrio limite classificate come "frana attiva").

Si è provveduto quindi ad eseguire sopralluoghi specifici negli ambiti di interesse e a ridefinire le aree in dissesto reale e potenziale in funzione di quanto osservato realmente in sito (di cui si allegano anche alcune riprese fotografiche).

4.0 AGGIORNAMENTI CARTOGRAFICI

4.1 CARTA DEI VINCOLI

La Carta dei Vincoli (tavola 01) è stata redatta ex novo su tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000 sulla base del rilievo aereofotogrammetrico comunale.

Rappresentati su tale carta vi sono i *Vincoli derivanti dalla Pianificazione di Bacino* ai sensi della l. 183/99, con riferimento al quadro del dissesto del PAI individuato nello studio (confrontato con la banca dati contenuta nel SIT sia dell'Autorità di Bacino che della Regione e con la cartografia di cui all'elaborato 2 del PAI, allegato 4.1 e 4.2).

Sono stati indicati i *Vincoli di Polizia Idraulica* ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 e s.m.i. derivanti dalla delimitazione delle fasce di rispetto sul reticolo idrico minore individuato dallo studio specifico facente parte integrante del presente aggiornamento (cfr par 1.0).

Vengono riportate le *Aree di Salvaguardia delle Captazioni ad Uso Idropotabile* (Aree di Tutela Assoluta e di Rispetto) così come individuate con criterio geometrico nello studio geologico comunale del 2000.

In relazione alle fasce di rispetto delle sorgenti la zona di tutela assoluta è individuata con un cerchio di raggio di 10 m dall'opera di presa, mentre la zona di rispetto è definita mediante un raggio di 200 m dalla sorgente (solo nella zona a monte della curva di livello della sorgente stessa). Tali perimetrazioni sono definite con "criterio geometrico" ma possono ritenersi valide per i casi in esame in quanto non sono individuabili a monte delle opere di presa potenziali fonti di inquinamento per le acque (le prese risultano sottese a bacini nei quali non sono praticate, a monte delle sorgenti, attività agro silvo pastorali).

Sino ad ora non si sono verificate nel territorio comunale problematiche legate al sistema acquedottistico, a carenza idrica o alla qualità delle acque e le opere di presa, con relativi bacini di accumulo sono ad oggi in buone condizioni.

Non sono disponibili analisi idrochimiche delle sorgenti captate.

Di seguito si fornisce l'elenco delle sorgenti captate attualmente a scopo acquedottistico con quota di presa e portata indicativa e i bacini di accumulo. Oltre a quelle elencate è poi presente un'opera di presa che alimenta l'acquedotto di Olmo al Brembo (Vallone quota 750 m s.l.m. portata 1,3 l/s).

Nome località presa/bacino	Quota (m s.l.m.)	Portata (l/s)	Volume bacino (mc)
Canale	837	1,1	
Lavelletto alta	864	1,0	
Lavelletto bassa	860	0,1	
Corna Rossa	1220		
Lavelletto (bacino)	857		9
Costa (bacino)	852		150
Ronco (bacino)	772		90

All'interno delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile riportate esclusivamente nella carta dei vincoli (nella carta di fattibilità non vengono indicate) valgono le prescrizioni contenute nell' art. 94 del D.L.vo n. 152 del 03.04.06 e s.m.i. e nella D.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 e s.m.i.).

Relativamente all'individuazione delle fasce di rispetto indicate nella Carta dei Vincoli si precisa che presupponendo gli stessi vincoli la sussistenza di una distanza fissata (da sorgente, da corso d'acqua) relativamente agli eventuali interventi che ricadano in prossimità del limite, occorre una verifica distanziometrica (misure topografiche o celerimetriche) diretta in sede di procedura per la concessione edilizia.

4.2 CARTA DI SINTESI

La Carta di Sintesi non costituisce solo un aggiornamento (in relazione alle nuove perimetrazioni derivanti dalle analisi e dagli studi di dettaglio eseguiti) di quella redatta a supporto del PRG comunale nel 2000, data la necessità emersa in fase di stesura dello studio di aggiornare alcune informazioni contenute nel lavoro del 2000 e di individuare le aree in dissesto reale e/o potenziale in conformità alle classi di ingresso proposte nella d.g.r. n° 8/7374 del 28 maggio 2008, che richiedono l'introduzione di aree omogenee dal punto di vista delle caratteristiche morfologiche ed evolutive cui corrispondono determinate classi di ingresso in termini di analisi della fattibilità.

La delimitazione dei poligoni individuanti le aree omogenee di cui sopra viene fatta con valutazioni sulla pericolosità dei fenomeni e sulle aree di influenza degli stessi, così come desunte dagli studi propedeutici e di base sino ad ora redatti e integrate con le perimetrazioni contenute nei SIT, nonché con le informazioni ricavate dalle osservazioni sito-specifiche.

Oltre agli elementi areali, rappresentati da poligoni, sono stati inseriti gli elementi lineari e puntuali che delineano il quadro complessivo dello stato di dissesto in atto e/o potenziale e della tendenza evolutiva dei vari settori di territorio in esame e le opere di difesa del suolo recentemente realizzate.

Data la necessità di uniformare le descrizioni degli ambiti soggetti a dissesto reale e/o potenziale e degli ambiti caratterizzati da problematiche "omogenee" alle classi di ingresso contenute nella d.g.r. sopra citata, nella tabella seguente vengono indicate le classificazioni utilizzate nella carta di sintesi con rispettiva sigla di riferimento (che si trova poi utilizzata in sovrapposizione alla carta di fattibilità) a cui riferire specifici articoli delle Norme Tecniche di Attuazione.

Tabella 1: correlazione tra sigla sottoclasse e norma di riferimento

Sigla Sottoclasse	Descrizione	Sigla corrisponde nte PAI	Norma di riferimento
Aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti			
Coq	Colamento rapido quiescente	Fq	Art. 4.2
Scq	Scivolamento rotazionale/traslazionale quiescente	Fq	Art. 4.2
Sci	Scivolamento rotazionale/traslazionale inattivo	Fs	Art. 3
Prb	Parete rocciosa stabilizzata con rete in aderenza e muro di contenimento		Art. 4
Aree che presentano indici di instabilità			
Ers	Area soggetta a franosità superficiale attiva diffusa	Fsd	Art. 4
Ffs	Aree interessate in passato da franosità superficiale diffusa	Fss	Art. 4
EI	Aree con copertura detritica o terrigena in condizioni di equilibrio limite	EI	Art. 3.2-4
Erd	Aree soggette a fenomeni di dilavamento e erosione superficiale	Erd	Art. 4
Err	Aree con presenza di fenomeni di erosione a rivoli	Err	Art. 4
Crp	Aree potenzialmente soggette a crolli/ribaltamenti diffusi	Crp	Art. 4
Cd	Canaloni con presenza di materiale detritico mobilizzabile e ostruzioni		Art. 4
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico			
Ee	Area a pericolosità di esondazione da elevata a molto elevata	Ee	Art. 4.4
Em	Area a pericolosità di esondazione media o moderata	Em	Art. 3.1
Ca	Area di conoide attiva o riattivabile non protetta	Ca	Art. 4.3

Le perimetrazioni contenute nella carta di sintesi vengono di seguito descritte.

Opere di difesa del suolo. Sono indicati gli interventi più importanti eseguiti nel territorio comunale a mitigazione dello stato di rischio: tratti regimati dei corsi d'acqua e opere di regimazione puntuali, pareti rocciose stabilizzate con reti in aderenza e murature di sostegno alla base (come nel caso del recente intervento realizzato dalla Provincia di Bergamo lungo il tratto di strada che collega il fondovalle all'abitato). Sono inoltre indicati gli attraversamenti e le tombinature dei corsi d'acqua che possono costituire anche punti di criticità in caso di eventi idrologici intensi e manifestazione di fenomeni di trasporto solido.

Aree pericolose per fenomeni di instabilità dei versanti. Sono indicati gli elementi puntuali (quindi non definiti in modo preciso arealmente in quanto troppo piccoli per essere cartografati) di dissesto in terra e in roccia. Si tratta di modesti fenomeni localizzati spesso con stato di attività già inattivo o quiescente ma che possono anche riattivarsi in caso di manifestazione di eventi idrologici intensi.

Vengono anche indicate le aree franose costituite da scivolamenti roto traslazionali quiescenti o stabilizzati e colate di detrito.

Aree che presentano indici di instabilità. Si tratta di aree che presentano potenziali problematiche legate sia ai fenomeni erosivi e di dilavamento delle acque superficiali, sia all'acclività dei versanti che è causa dell'individuazione di aree con presenza di terreni in condizioni di equilibrio limite, aree che non solo vengono indicate per il grado di acclività ma anche in presenza di indici di instabilità (locali scivolamenti superficiali, rotture nella cortica erbosa, fenomeni di soliflusso ecc...).

Sono state inoltre comprese in questa categoria le aree sia attualmente soggette a franosità superficiale diffusa, che si presentano spesso con piccoli smottamenti più di carattere corticale (anche legate alla degradazione naturale dei terreni) che veri e propri scivolamenti, anche poco percepibili in quanto il più delle volte in via di stabilizzazione, diffuse in più punti lungo un tratto di versante, sia le aree caratterizzate da un maggior grado di stabilizzazione dei fenomeni (aree interessate in passato da franosità superficiale diffusa).

La differenza è legata al fatto che le prime zone mostrano ancora segni di possibile riattivazione, aree in erosione e degradazione (talora la vegetazione non è ancora completamente ricresciuta) mentre in corrispondenza delle altre zone i segni dei dissesti passati sono ormai poco riconoscibili, la vegetazione è ricresciuta e possono comunque dirsi caratterizzate da un maggior grado di stabilità.

Infine sono inserite le aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi, individuate in base allo stato di fratturazione delle rocce e alla localizzazione. Talora tali aree sono individuabili in ambiti in cui i fenomeni possiedono un medio basso grado di pericolosità, in quanto lo stato di fratturazione degli ammassi porta al crollo di elementi lapidei di piccole dimensioni (da pochi cmc a qualche dmc che possono crollare da altezze limitate di pochi metri (come nel caso degli sbancamenti realizzati lungo le sedi stradali).

Alle aree che presentano indici di instabilità sono state per la maggior parte attribuite classi di fattibilità 4 (fatta eccezione per le aree con copertura detritico terrigena in condizioni di equilibrio limite, cui localmente è stata attribuita classe 3, come specificato di seguito) in relazione al fatto che spesso si collocano in ambiti ad elevata pendenza o caratterizzate da dinamica morfologica attiva.

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico. Sono inseriti i tratti di corsi d'acqua instabili soggetti a fenomeni erosivi sia laterali che di fondo alveo e/o interessati da fenomeni di trasporto solido in alveo. Le valli principali sono la Valle Scura, Valle Fosca, Valle Pian della Valle, Valle dei Molini, Valle Marcia e il Canalone.

Ai fini del PAI tutte sia le aree individuate che gli elementi lineari sono stati definiti come a pericolosità da moderata a molto elevata.

Lo studio di dettaglio eseguito a supporto della definizione degli ambiti di pericolosità per fenomeni di tracimazione fuori alveo della Valle Scura ha portato anche all'individuazione di un'area interessata da fenomeni di esondazione a pericolosità media o moderata (Em) come dettagliato in allegato 1.

Infine nel territorio comunale è stato individuato solo un apparato di conoide cartografabili con stato di attività definito come riattivabile in caso di eventi idrologici intensi.

Zone di emergenza idrica. Si sono volute indicare per completezza anche in questa carta (oltre che nella carta dei vincoli) le sorgenti captate a scopo acquedottistico e quelle più importanti non derivate.

Le principali difformità che possono essere rilevate tra i dati contenuti nei SIT consultati e la Carta di Sintesi redatta nel 2000, riguardano proprio l'estensione di questa carta tematica.

Si precisa innanzitutto che gran parte delle perimetrazioni riprodotte nella tavola 03, fanno riferimento alla Carta di Sintesi allegata allo studio geologico comunale del 2000, così come aggiornata in base alle perimetrazioni sovrapposte ricavate dai sistemi informativi (con particolare riferimento al GEOIFFI e alla Carta Inventario dei Dissesti) che contengono perimetrazioni aggiuntive al quadro del dissesto rappresentato dalla cartografia geologica comunale.

Le perimetrazioni sono state comunque valutate puntualmente e supportate anche da rilievi in sito.

La più significativa difformità riguarda l'ambito della Valle Scura trattato in dettaglio in allegato 1 della presente relazione, cui si rimanda. Gli altri ambiti sono trattati nel paragrafo successivo.

Infine, come già detto sono stati verificati gli stati di attività e i fenomeni franosi presenti sia sui SIT regionali e provinciali sia indicati nello Studio Geologico Comunale del 2000.

In particolare sono stati indicate le aree interessate in passato (soprattutto a seguito degli eventi alluvionali del 1987) da manifestazione di fenomeni superficiali diffusi e ad oggi con stato di attività da quiescente a stabilizzato. Dove si è riscontrato il permanere di condizioni non ancora completamente stabilizzate è stato previsto l'inserimento in classe di fattibilità 4.

Per gli ambiti legati alla presenza dei corsi d'acqua di carattere torrentizio non sono state apportate sostanziali modifiche rispetto allo studio precedente, classificando gli stessi come da pericolosità elevata a molto elevata per la potenziale manifestazione di fenomeni di trasporto solido in alveo.

Non è stato distinto il grado di pericolosità in quanto, fatta eccezione per la Valle Scura, le aree già precedentemente classificate come "instabili per fenomeni erosivi laterali e di fondo alveo" non ricadono in ambiti edificati. Non sono individuabili apparati di conoide significativi nel territorio comunale in esame.

In merito al Fiume Brembo, questo nel tratto sotteso al territorio comunale di Piazzolo scorre incassato tra i versanti rocciosi in sponda sinistra idrografica e la strada provinciale in sponda destra e il fondo alveo risulta localizzato diversi metri al di sotto del piano strada.

In sponda sinistra le località Arzinbriga e Zenivrega sono localizzate a quote cautelativamente superiori rispetto ad eventuali fenomeni di piena del corso d'acqua, di oltre 10 metri dal fondo alveo. In passato, anche durante l'evento del 1987, quando la piena ha distrutto la centrale idroelettrica che si trovava a valle del ponte posto sul confine comunale di Piazzolo/Piazzatorre, tali zone non sono state raggiunte dalle acque

in piena. Lungo il corso d'acqua sono presenti nel tratto di attraversamento del territorio comunale tre ponti carrali di cui uno è quello della provinciale.

Infine si precisa che nei database allegati agli shapes file del Comune di Piazzolo, ricavati dal SIT regionale sono individuate alcune "aree di frana attiva" in realtà costituite e classificate anche nel precedente studio geologico come "aree potenzialmente instabili per presenza di coperture detritiche e terrigene in condizioni di equilibrio limite" e "aree potenzialmente interessate da crolli in roccia in ragione dello stato di fratturazione delle stesse". Oltre a non essere a parere della scrivente classificabili come "aree di frana attiva" e conseguentemente vincolate ai sensi del PAI, talora tali perimetrazioni ricadono in aree a bassa o moderata pendenza, come nei casi sopra descritti, dove sia non si sono mai manifestati fenomeni di dissesto significativi (seppur talora si riscontri una certa importante attività erosiva e di degradazione, soprattutto in corrispondenza delle zone a maggiore pendenza) e dove talora i crolli in roccia si limitano alla normale degradazione delle pareti rocciose, con distacco di blocchi che talora avvengono da limitata altezza e non sono tali da causare condizioni di rischio elevate (gli elementi rocciosi sono caratterizzati da volumi da pochi centimetri cubi a qualche decimetro come nel caso della strada agro silvo pastorale che collega l'abitato alla località Forcella).

4.3 CARTA DI FATTIBILITA'

La carta di fattibilità per le azioni di piano è stata redatta su tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000 (tavola 04A) e, per gli ambiti edificati in dettaglio alla scala 1:2000 (tavola 04B).

La carta di fattibilità è una carta "derivata" dalla Carta di Sintesi e dalla Carta dei Vincoli (per quanto riguarda le aree in dissesto perimetrare ai sensi della L.183/89 e la delimitazione delle fasce soggette ai Vincoli di Polizia Idraulica (che ricadono in classe 4).

Al mosaico della fattibilità, come richiesto dalla nuova normativa, sono stati sovrapposti gli elementi individuati dalla Carta della Pericolosità Sismica Locale, caratterizzanti le aree di potenziale amplificazione sismica che devono essere soggetti ad approfondimenti di secondo e terzo livello.

Tale sovrapposizione a parere della scrivente, non rende sempre facilmente leggibili i dati contenuti nella carta di fattibilità, ragione per cui il tecnico comunale dovrà comunque fare riferimento anche alla tavola 01, relative all'individuazione degli elementi che definiscono la pericolosità sismica locale.

E' stata eseguita inoltre una "sottoclassificazione" in base agli ambiti di pericolosità reale e/o potenziali omogenei individuati nella Carta di Sintesi (cfr. tabella par 4.2): le perimetrazioni relative agli ambiti individuati nella carta di sintesi e le rispettive sigle sono state quindi sovrapposte (con poligono "trasparente" individuato da una sigla) alle retinature rappresentati l'ambito di fattibilità (per maggior chiarezza occorrerà verificare contestualmente anche la tavola 03).

La Carta di Fattibilità si configura in sintesi come una carta di pericolosità che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

Tale carta deve essere letta anche con il supporto delle carte da cui è stata derivata (Carta di Sintesi e dei Vincoli), nonché approfondendone l'esame anche con le rispettive carte di base (Carta Geologica, Geomorfologica, Idrologica e del Sistema Idrografico, costituenti appunto gli elaborati di base dell'originario studio del 2000).

Il mosaico della fattibilità originario è stato localmente modificato in relazione agli ambiti di pericolosità reale e/o potenziale individuati nella Carta di Sintesi alle aree di esondazione potenziale della Valle Scura, come dettagliato di seguito e in allegato 1.

Zona a sud est dell'abitato principale (località Costa – Cimitero – figura 1).

E' un'area di recente sviluppo insediativo caratterizzata da pendenze prossime ai 20° - 25° e terreni di copertura di genesi detritico colluviale ed eluviale nel settore più alto. In tale ambito non sono stati individuati indici di dissesto in atto o potenziali, tali da richiederne l'inserimento in classe 3 e le pendenze sono compatibili con l'inserimento in classe 2. La zona prossima alla scarpata che delimita il terrazzamento su cui sorgono i fabbricati residenziali, causa la maggiore vicinanza a zone ad elevata acclività è stata compresa in classe di fattibilità 3 e 4.

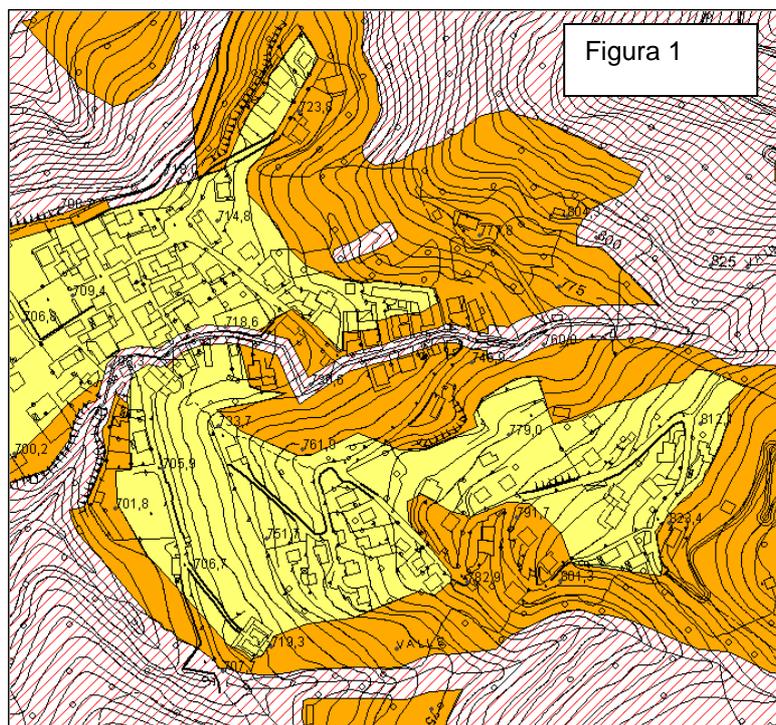


Figura 1

Zona a est dell'abitato principale (località sponda destra della Valle Scura – cfr. figura 1). La località è posta ad una quota topografica più alta rispetto al centro di Piazzolo e sorge proprio alle spalle dello stesso. L'acclività media è dell'ordine dei 25° (anche se può raggiungere i 30° ma solo localmente), con presenza di terreni di genesi colluvio – glaciali (che possono pertanto essere definiti in equilibrio limite date le pendenze localmente più elevate). Dai sopralluoghi eseguiti non si sono riscontrate tracce di dissesti incipienti ne' potenziali, ma solo l'aumento locale della pendenza del

versante.

L'area non è inoltre interessata da forme di emergenza idrica o da ruscellamenti diffusi e/o concentrati che possano sommarsi alla condizione individuata di potenziale raggiungimento dell'equilibrio limite dei terreni.

Sono presenti alcuni fabbricati rurali perlopiù frequentati stagionalmente ad oggi in buono stato di conservazione e mantenimento (cfr.foto 1).

Date le condizioni rilevate in sito, ad oggi di sostanziale stabilità, si può, a parere della scrivente, prevederne l'inserimento in classe 3 precisando, con un articolo specifico nelle Norme Tecniche di Attuazione, quali analisi e studi di dettaglio debbano essere eseguiti a corredo di eventuali progetti che ricadano in tali ambiti.



FOTO 1

Zona a sud dell'abitato principale (località Ronchi – Santa Rita – cfr. figura 2 e foto 2). Si tratta di un'area accessibile grazie ad un tracciato sentieristico in buono stato di manutenzione che collega la Valle Fosca con la Valle Rossa, Piazzolo a Olmo al Brembo e, portandosi verso monte, alla località Torcola. In località Ronchi vi sono alcuni insediamenti rurali in buono stato di conservazione e ancora oggi utilizzati stagionalmente. L'ambito è caratterizzato da un'area prativa a bassa pendenza che, grazie all'assenza di vegetazione consente di verificare la sostanziale assenza di fenomeni di dissesto in atto o potenziali. I terreni che insistono sul pianoro sono di genesi colluvio glaciali e, a monte del pianoro, detritico colluviali, di moderato spessore (massimo di 1-2 metri). L'ossatura rocciosa è costituita dalla formazione della Carniola di Bovegno, ragione per cui spesso la roccia si presenta alterata e alla base delle scarpate che delimitano il pianoro sono presenti alcune forme di emergenza idrica che scaturiscono dalla roccia fratturata.

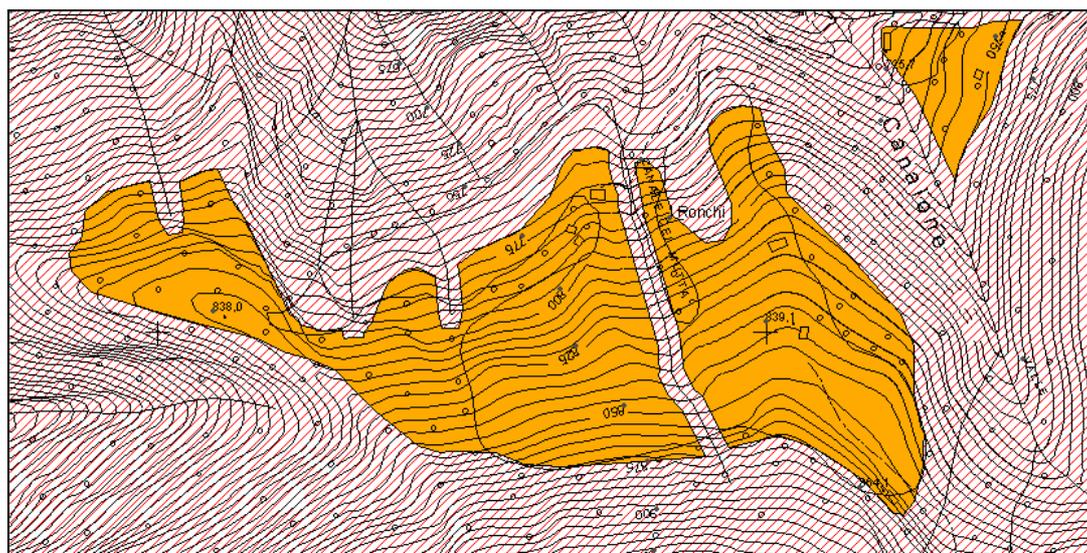


Figura 2: stralcio carta di fattibilità geologica in località Ronchi. Rispetto al rilievo aereofotogrammetrico sono state localizzate sul terreno in questo ambito diverse baite e cascinali non indicati nella carta.



Foto 2: panoramica pianoro "I Ronchi"

Spostandosi in direzione della Valle Rossa, verso ovest, il pianoro su cui sorge la località Ronchi si estende con sviluppo più modesto pur mantenendo le stesse caratteristiche di stabilità in corrispondenza della porzione sommitale, dove le pendenze sono più contenute. Alla base di questo terrazzamento morfologico le pendenze aumentano e nel settore più a ovest sono anche individuabili fenomeni di degradazione diffusi sia legati alla pendenza che alle caratteristiche proprie della formazione della Carniola di Bovegno.

Anche in questo settore marginale sono presenti alcune baite in discreto stato di conservazione il cui ambito non è interessato ne' direttamente ne' indirettamente da fenomeni di dissesto reali e/o potenziali, trovandosi in zone morfologicamente più stabili (anche per l'assetto topografico meno accidentato) rispetto ai dintorni.

Trattandosi di aree utilizzate da diversi anni per le attività agro – silvo – pastorali, la conferma della maggior stabilità morfologica è supportata, oltre che dai rilevamenti in sito dal fatto che si hanno anche maggiori informazioni riguardo la presenza / assenza di fenomeni di dissesto in atto o potenziali grazie alla maggior "frequentazione antropica" passata ed attuale.

In sintesi per tali località non sono individuabili condizioni vincolanti l'uso del suolo e si ritiene che possano essere classificate come "classe 3 di fattibilità geologica".

Zona a nord dell'abitato principale. La zona prativa dove sorgono alcune baite (cfr. figura 3 e foto 3) è raggiungibile dal settore nord dell'abitato, caratterizzato da recenti edificazioni che si affacciano sul terrazzamento alla base del quale si sviluppa la strada provinciale di accesso al paese. Anche in questo caso la mancanza di vegetazione ha consentito di esaminare nell'insieme l'ambito in esame, caratterizzato da bassa pendenza e da assetto morfologico stabile, non essendo stati individuati fenomeni di dissesto reali e/o potenziali.



Foto 3

Non sono presenti nell'area forme di scorrimento idrico ne' di emergenza e i terreni, di genesi detritico colluviali di spessore di pochi decimetri sino a 1,5 – 2,0 metri, poggiano su substrato roccioso appartenente alla formazione del Servino che affiora nella valle posta a poche decine di metri a sud dall'ambito in esame.

Fenomeni di degradazione (pareti fratturate, scivolamenti potenziali di terreno) interessano il settore a monte

e a valle dell'ambito in esame, ma non coinvolgono ne' direttamente ne' indirettamente il pianoro in esame.

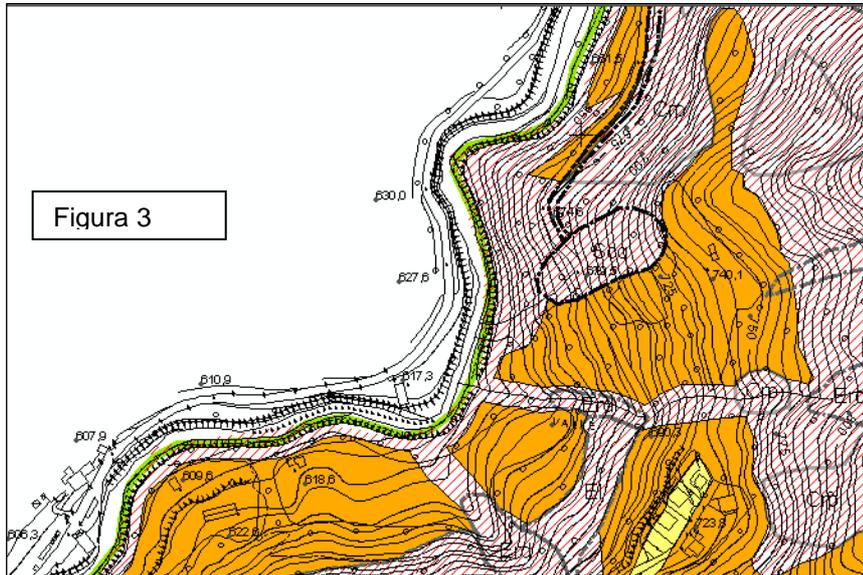


Figura 3

Località Strada Provinciale. Si tratta di piccole aree (cfr. figura 3) in cui le pendenze consentono l'inserimento del tratto in esame in classe 3. La zona potrebbe venire utilizzata per creare un collegamento con il fondovalle, e con la località Zenivrega (foto 4).

È presente un solco di ruscellamento concentrato che si manifesta stagionalmente che interrompe la continuità della classe 3. Non sono individuabili condizioni vincolanti l'uso del suolo.



Foto 4: panoramica del versante in oggetto

Sempre nella stessa zona, lungo la sponda destra idrografica del Fiume Brembo (località Azinibriga, come da figura seguente), sono presenti di fabbricati rurali precedentemente inseriti in classe 4 a causa delle scarpate che si sviluppa a tergo interessate da franosità attiva, perlopiù di tipo corticale legata alla degradazione dei terreni colluviali presenti e alla pendenza media della scarpata.

In entrambi i casi a tergo dei fabbricati le scarpate si sviluppano per altezze contenute dell'ordine massimo dei sei metri (come da foto allegate), inoltre la vegetazione è ricresciuta, condizione importante trattandosi di fenomeni di tipo corticale legati all'erosione e al dilavamento da parte delle acque meteoriche. Anche in caso di manifestazione di ulteriori fenomeni franosi legati ad eventi idrologici particolarmente intensi (le nicchie in via di stabilizzazione hanno ampiezza di pochi decimetri sino a uno che raggiunge i 3 metri di larghezza per spessori dei materiali dell'ordine dei pochi decimetri sino a 1 metro nel caso più grave manifestatosi), i materiali si arresterebbero a monte dei fabbricati (anche in ragione della presenza di un'ideale area di accumulo alla base della scarpata stessa). Esclusivamente per la zona su cui insistono, date le condizioni morfologiche dei siti favorevoli, si ritiene attribuire a tali aree "classe 3".

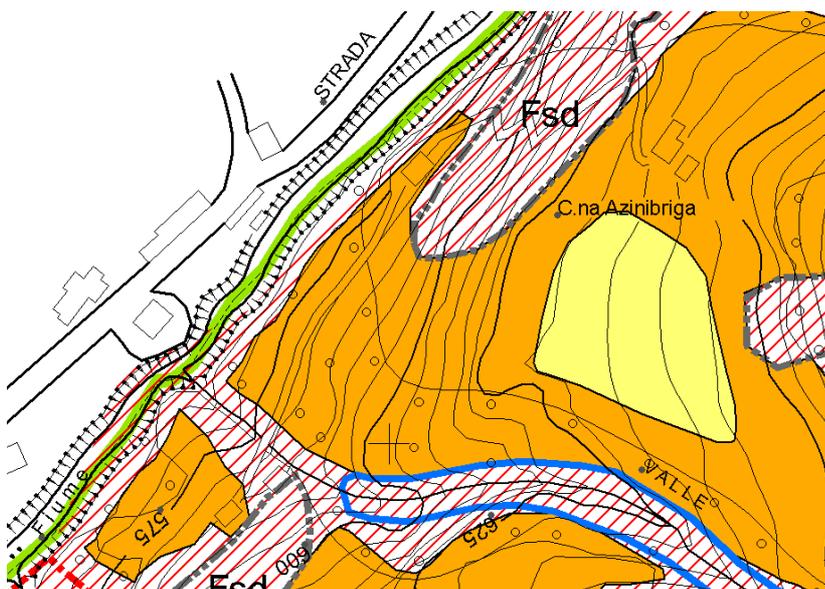


Figura 4



Foto 5: Fabbricato localizzato più a sud



Foto 6: Fabbricato localizzato a nord



Foto 7: Ripresa del versante a monte del fabbricato a sud in assenza di vegetazione



Foto 8: ripresa del versante a monte del fabbricato a nord in presenza di vegetazione

Località Forcella e strada di collegamento. È la zona che si sviluppa al confine con il territorio comunale di Piazzatorre (figura 5, foto 9 e 10), caratterizzata da ossatura rocciosa (formazione del Servino passante nell'ambito in esame alla formazione del Verrucano Lombardo) e da medio basse pendenze.

L'area è agevolmente accessibile dal 2006 grazie alla presenza di una strada agro silvo pastorale che collega la località Costa con il Passo della Forcella e non è caratterizzata da significativi fenomeni di dissesto fatta esclusione per i fenomeni di naturale degradazione delle pareti rocciose sbancate per la realizzazione del tracciato e che danno luogo al crollo puntuale di elementi lapidei di modeste dimensioni e che crollano da altezze contenute (dimensioni massime dei blocchi isolati 30 dmc).

Sono presenti alcune forme sorgentizie, la cui testata si imposta a quote inferiori rispetto alla località Forcella. Le elevate pendenze dei versanti a valle della località in esame sono causa della presenza degli indici di propensione al dissesto rilevati soprattutto a valle della località in esame (come la frana quiescente

che interessa l'ultimo tornante della strada di collegamento) e in direzione del Monte Torcola, mentre la zona in esame è esterna e occupa una posizione sommitale di sostanziale stabilità morfologica.

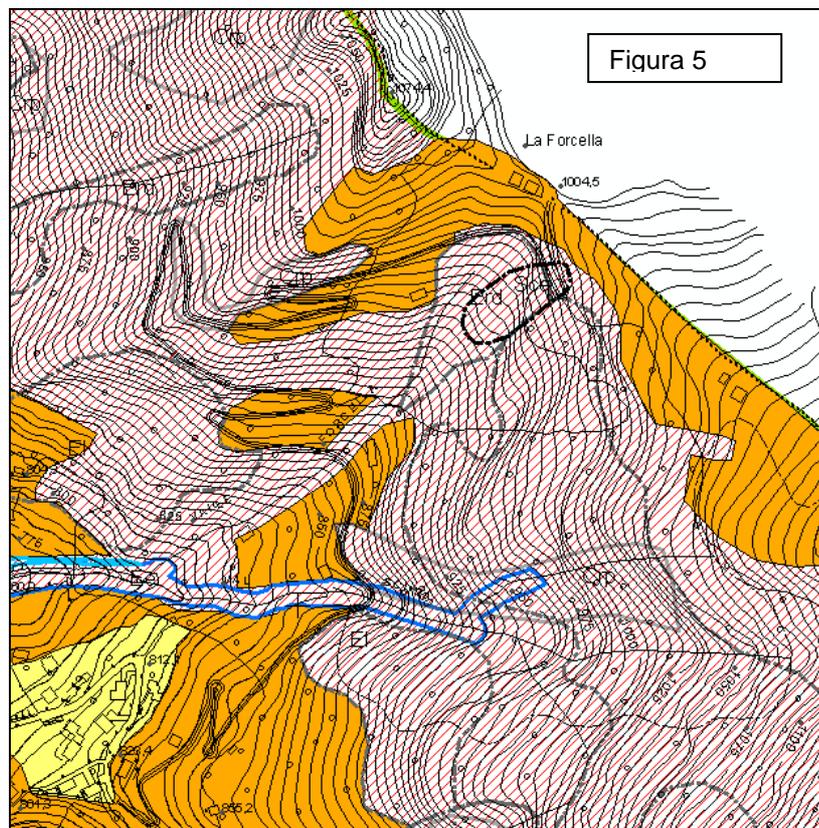


Foto 9: ultimo tratto di strada che conduce alla località Forcella



Foto 10: fabbricato a valle della strada agro silvo pastorale in località Valle Scura (sponda destra idrografica)

Si ritiene in sintesi che le scelte adottate ai fini della classificazione della fattibilità geologica, con particolare riferimento al declassamento degli ambiti in classe 4 a classe 3, non comportino una sottovalutazione delle problematiche che possono comunque interessare nel tempo o in particolari casi di eventi idrologici intensi gli ambiti in esame, soprattutto quelli caratterizzati da maggior acclività, dal momento che, in base a quanto prescritto dalle NdA, per l'utilizzo di tali aree devono comunque essere eseguiti studi specifici e di dettaglio sulle effettive condizioni di stabilità dei siti, sia prima che dopo gli interventi in progetto, prevedendo anche dove necessario interventi di bonifica e di stabilizzazione e/o interventi di mitigazione dell'impatto delle opere che si andranno a realizzare.

4.3 CARTA DEL QUADRO DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFICATA PAI

In tale documento sono individuati i dissesti con legenda unificata a quella del PAI, rappresentati sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000, in funzione di quanto contenuto negli allegati cartografici 4.1 e 4.2 del PAI e del presente studio di aggiornamento, i cui risultati sono rappresentati nella Carta di Sintesi che include anche tutte le informazioni ad oggi disponibili (con particolare riferimento alle banche dati regionali e provinciali).

Alle aree in dissesto reale e/o potenziale individuate nella Carta del Quadro del Dissesto con legenda uniformata a quella del PAI *corrispondono specifiche norme tecniche di uso del suolo stabilite dall'Autorità di Bacino* e direttamente derivate dalle NdA del PAI (come precisato anche in tavola B).

Tali norme sono sovraordinate alla pianificazione comunale.

5.0 ANALISI DELLA COMPONENTE SISMICA

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive viene fornita una nuova zonizzazione sismica in sostituzione di quella del D.M. 5 Marzo 1984.

Sulla base di tale Ordinanza il comune di Piazzolo è in zona sismica 4.

Le zone sono state determinate sulla base dei valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente (estratto dall'ordinanza OPCM 3274):

Zona Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)

Zona 1: $> 0,25$ Zona 2: $0,15 - 0,25$ Zona 3: $0,05 - 0,015$ Zona 4: $< 0,05$

A partire dal 1 luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le categorie di edifici è regolata dal D.M.14 gennaio 2008, decreto che rende necessaria la realizzazione di studi ed indagini di approfondimento in ottica di progettazione antisismica.

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

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti, pertanto la prima fase dell'analisi del rischio sismico è costituita dall'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

Gli effetti locali vengono divisi in due categorie:

- effetti di amplificazione sismica locale;
- effetti dovuti all'instabilità.

In merito all'area in esame non sono segnalati in epoca storica eventi sismici degni di nota.

E' noto solo un evento sismico manifestatosi tra il 1975 e il 1984 nella zona, peraltro di magnitudo decisamente ridotta e di cui non si hanno notizie certe.

Nel raggio di 30 km dalla località in esame sono segnalati terremoti di intensità massima del V grado della scala Mercalli (Val Masino, Clusone, Sedrina) e l'ultimo terremoto che ha interessato Selvino che ha avuto magnitudo di 3,3 gradi della scala Richter.

Secondo la carta di "Massima intensità macrosismica risentita in Italia" (Istituto Nazionale di Geofisica – A.A.V.V. 1995) l'intensità massima dei terremoti verificatisi in epoca storica nell'area che include il territorio comunale di Piazzolo e quelle immediatamente limitrofe è stata del VI grado della scala MCS.

Altre analisi recentemente condotte ("Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani" Dipartimento della Protezione Civile – Molin & al. – 1996), portano ad informazioni pressoché analoghe, dato che includono la zona in studio tra le aree di classe C rappresentate da comuni in cui l'intensità massima dei sismi non ha superato in passato il VI° grado della scala MCS e dove gli effetti massimi attesi consistono in forti scuotimenti e possibilità di danni occasionali di lieve entità.

Per il Comune di Piazzolo può quindi essere attribuita una massima intensità macrosismica inferiore al valore di 6 (VI grado della scala Mercalli).

5.1 EFFETTI DI SITO O DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

Il fenomeno interessa tutti i terreni e il substrato roccioso che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una

formazione rocciosa di base (bedrock) può subire, durante l'attraversamento dei terreni sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con articolari condizioni locali.

Gli effetti si possono distinguere in due gruppi, che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- **effetti di amplificazione topografica:** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito a fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione tra l'effetto topografico e quello litologico (di seguito descritto). Nel caso del comune di Piazzolo gli effetti di amplificazione topografica possono interessare nel ambito edificato il pianoro che caratterizza il centro comunale, delimitato da scarpate di altezza superiore ai 10 metri. Il pianoro è di origine morfologico – strutturale data la presenza di lineamenti tettonici a scala più ampia che hanno condizionato l'assetto locale. Altri elementi individuati, sempre scarpate con altezza superiore ai dieci metri (tipicamente di frana o associate a potenziali fenomeni di frana e/o di crollo), zone di cresta rocciosa e di allineamento di creste, questi si trovano principalmente al di fuori dell'abitato in zone comunque considerate inedificabili;
- **effetti di amplificazione litologica:** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentati da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc..) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreni, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura. Nel caso in esame le variazioni "volumetriche" dei corpi costituiti dai depositi superficiali sono localizzate soprattutto nel fondovalle (piana alluvionale del Fiume Brembo) e in corrispondenza del raccordo conoidi/falde detritiche – pianura. Nel comune in esame tali elementi si riscontrano nelle aree esterne agli ambiti oggetto di azzonamento e inserite in classe di fattibilità 4.

5.2 EFFETTI DI INSTABILITA'

Interessano tutti terreni che mostrano un comportamento instabile (Z1A e Z1B) o potenzialmente instabile (Z1C) nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi o talora movimenti di masse più grandi di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti in sito.

Nel caso di *versanti in equilibrio precario* (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neo formazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionale, colamenti) per cui il sisma rappresenta il fattore di innesco del movimento sia direttamente, a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali

(nel caso di terreni fini tipologicamente ascrivibili alle sabbie fini, ai limi e alle argille che costituiscono i depositi di alterazione della roccia in posto).

La conformazione morfologica di Piazzolo è caratterizzata dalla presenza di fenomeni franosi perlopiù quiescenti o inattivi che si concentrano perlopiù all'esterno degli ambiti edificati (anche se possono interferire con la viabilità principale e minore).

Nelle zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (scenario Z1C) sono state inserite anche le aree caratterizzate in passato da franosità superficiale e da rocce fratturate potenzialmente soggette a crolli.

Relativamente alle *zone interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficiale*, tipo contatti stratigrafici, tettonici, quali faglie sismogenetiche ove si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture, si precisa che nel territorio di Piazzolo, sebbene si osservi la presenza di una faglia e di fratturazioni (associate alla linea Orobica), si può affermare che le stesse non possono considerarsi sismogenetiche e con stato di attività tale da provocare gli effetti sopra descritti (anche in relazione alla bassa sismicità del territorio in esame).

La zona in studio ricade inoltre in un ambito caratterizzato da uno spessore crostale massimo per il territorio italiano (50 – 60 km), dove la più elevata intensità di sollevamento non risulta peraltro caratterizzata dalla presenza di significative strutture tensionali attive per cui la sismicità è decisamente limitata.

E' invece stato segnalato il limite della formazione della Carniola di Bovegno in quanto trattasi di una formazione dalle caratteristiche tecniche scadenti e che può generare contrasto rispetto alle formazioni rocciose da cui è delimitata (in tal senso è stato riportato il limite come elemento lineare Z5).

Per quanto riguarda la presenza di *terreni particolarmente scadenti* dal punto di vista delle caratteristiche fisico meccaniche (terreni di genesi eluvio – colluviale e coluvio glaciale presenti diffusamente nel territorio comunale), in termini di effetti sismici attesi si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo, in particolare per *terreni granulari sopra falda* sono possibili cedimenti a causa di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per *terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua* sono possibili rifluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

Nel fondovalle percorso dal Fiume Brembo, i depositi alluvionali di modesto spessore poggiano su substrato roccioso, localizzato a modeste profondità: trattasi di depositi alluvionali recenti, costituiti da granulometrie variabili, anche organizzati in strati lenticolari e, seppur inseriti nello scenario Z4A, occupano aree non edificabili.

Lo spessore degli strati è variabile e pertanto ai fini di una corretta progettazione con criteri antisismici, occorre comunque procedere all'esecuzione di indagini geognostiche puntuali (come peraltro previsto dal D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni").

Il possibile incremento degli effetti sismici è anche legato alla presenza di depositi fini o a matrice fine abbondante (limi, limi sabbiosi e sabbie o materiali a matrice limosa, limoso sabbiosa o sabbiosa) che possono trovarsi in corrispondenza di terreni "morenici" in senso lato (si tratta di terreni glaciali rimaneggiati e detritico glaciali che in superficie possono presentare uno strato di alterazione di genesi colluviale e eluviale e sui quali potrebbero risultare impostate le fondazioni di futuri edifici, dato che tali depositi si sviluppano anche in ambiti edificati e in zone di futura espansione residenziale.

L'individuazione di tali aree richiede comunque in fase di progettazione *l'acquisizione di maggiori conoscenze sull'assetto geotecnico locale* (dato che non sono disponibili dati di prove e/o indagini eseguite

su tali litotipi nel territorio comunale) e comunque l'applicazione di quanto previsto dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

5.3 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale dei territori comunali, prevista dalla d.g.r. 28 maggio 2008 n° 8/7374 in adempimento al d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", prevede tre livelli di approfondimento.

Il primo livello, che si attua in fase pianificatoria, deve portare al riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) che su dati esistenti.

Questo livello, che prevede un'analisi di tipo "qualitativo", è obbligatorio anche per i comuni inseriti in zona 4 e prevede la realizzazione di una Carta della Pericolosità Sismica Locale, nella quale viene riportata la perimetrazione areale di diverse situazioni tipo (indicate nella tabella seguente) che sono in grado di determinare gli effetti sismici locali.

La tabella è conforme nelle sigle e nella numerazione a quanto previsto dalla normativa di settore e sono state escluse le categorie non riscontrate nel territorio in esame.

<u>Sigla</u>	<u>Scenario di pericolosità sismica locale</u>	<u>Effetti</u>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite/arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio lacustre	
Z4c	Zona morenica (depositi granulari e/o coesivi)	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 1: Scenari di pericolosità sismica individuati per il territorio di Piazzolo (Bg)

Le informazioni che hanno consentito la redazione della Carta della PSL sono basate sull'esame della cartografia allegata allo studio geologico del 2000, con particolare riferimento alla carta geologica, a quella geomorfologica e della dinamica geomorfologica, che interessa nello specifico gli ambiti edificati oggetto di azionamento.

Si tratta di carte che aiutano il professionista ad orientarsi in una prima fase sia pianificatoria che progettuale di massima ma le cui informazioni non sono da considerarsi di sufficiente dettaglio ai fini progettuali.

Le informazioni contenute in tali documenti (supportati anche dalla relazione tecnico descrittiva allegata allo studio geologico comunale del 2000 dove si precisa che non sono state eseguite indagini geognostiche a supporto dello studio) devono pertanto essere adeguatamente integrate con un dettagliato e puntuale piano di indagini che supporti la progettazione (come peraltro previsto dalla normativa vigente sulle nuove costruzioni).

Il piano di indagini dovrà essere valutato dal tecnico incaricato in funzione dell'entità e dell'importanza del singolo progetto edilizio.

Come precisato nelle Norme Tecniche di Attuazione (tavola B) la necessità di eseguire i livelli successivi di approfondimento nelle zone individuate dalla Carta di Pericolosità Sismica Locale (cfr. paragrafo 5.3), nel comune in esame (inserito in zona sismica 4) si applica solo agli edifici strategici e rilevanti di cui all'elenco tipologico del d.d.u.o. n° 19904/03, ferma la facoltà dell'Amministrazione Comunale di estenderla anche da altre categorie di edifici.

La carta della pericolosità sismica locale consente quindi di individuare quelle aree per le quali, in sede di progettazione antisismica, si rendono necessari livelli di approfondimento successivi, così come indicato dalla tabella seguente (e nella carta di fattibilità geologica per le azioni di piano).

Tabella 2: Classi di pericolosità e livelli di approfondimento richiesti

<i>Sigla</i>	<i>Scenario di pericolosità sismica locale</i>	<i>Livelli di approfondimento</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Non previsto in quanto aree già inedificabili
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	3° livello di approfondimento
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	3° livello di approfondimento
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpa con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	2° livello di approfondimento e, se da quanto emerso dall'analisi di 2° livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a tener in considerazione gli effetti sismici, si passa all'analisi di 3° livello (**)
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite/arrotondate	2° livello di approfondimento e, se da quanto emerso dall'analisi di 2° livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a tener in considerazione gli effetti sismici, si passa all'analisi di 3° livello (**)
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	2° livello di approfondimento e, se da quanto emerso dall'analisi di 2° livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a tener in considerazione gli effetti sismici, si passa all'analisi di 3° livello (**)
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio lacustre	2° livello di approfondimento e, se da quanto emerso dall'analisi di 2° livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a tener in considerazione gli effetti sismici, si passa all'analisi di 3° livello (**)
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi	2° livello di approfondimento e, se da quanto emerso dall'analisi di 2° livello, la normativa nazionale risulta insufficiente a tener in considerazione gli effetti sismici, si passa all'analisi di 3° livello (**)
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/ tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse	Non previsto in quanto problematiche superabili in fase di progettazione

** *alternativamente usare il metodo proposto dall'allegato 5 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n°8/7374 riprodotto in tav. B, parte seconda "norme tecniche di prevenzione antisismica per le nuove costruzioni"*

5.3 LIVELLI DI APPROFONDIMENTO E FASI DI PROGETTAZIONE

La carta della PSL rappresenta dunque il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento, individuati anche sulla Carta della Fattibilità geologica per le azioni di Piano (tavv.04).

Il 2° livello permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (Zone Z3 e Z4) di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici.

Come già detto è facoltà del Comune applicare tali specifiche anche per gli edifici non rientranti tra quelli considerati strategici e rilevanti.

Il 3° livello permette sia la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi per le sole aree in cui la normativa nazionale risulta inadeguata, sia la quantificazione degli effetti di instabilità dei versanti (zone Z1).

Non è necessario la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

Non è inoltre necessario l'approfondimento di 2° o di 3° livello per quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano da considerarsi inedificabili (come ad esempio le zone Z1A di frana attiva Z1B frana quiescente e quelle aree ricadenti nella carta di fattibilità – tavv. 04 in classe di fattibilità 4), fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

li, luglio 2014

Dott. Geol. Stefania Cabassi
n° 1123 OGL

ALLEGATO 1

Indice

Premessa	2
1.0 Inquadramento dell'area in esame	3
2.0 Analisi degli eventi pregressi	4
3.0 Studi precedenti	5
4.0 Modalità di svolgimento della presente analisi	5
5.0 Assetto idrologico, morfologico del corso d'acqua	6
6.0 Dissesti in alveo	16
7.0 Opere idrauliche e manufatti antropici	18
8.0 Idrologia del corso d'acqua e aspetti idraulici	23
9.0 Fenomeni di trasporto solido e stima del trasporto solido	26
10.0 Scenario di evento e individuazione delle condizioni di pericolosità	30

Premessa

La presente analisi prende in considerazione le problematiche legate ai fenomeni di trasporto solido e di tracimazione che possono manifestarsi lungo la Valle Scura, il cui scorrimento a cielo aperto avviene a monte del centro storico dell'abitato di Piazzolo, all'interno del quale risulta poi tombinato sino a valle dell'abitato.

Ad oggi per la valle in esame esiste una perimetrazione di pericolosità eseguita in concomitanza con la stesura dello studio geologico comunale del 2000 (Studio Geotecnico Padano) e che fa riferimento all'assetto dell'epoca del corso d'acqua oltre che ai danni relativi all'evento del 1987.

Alla luce dei nuovi interventi di regimazione idraulica eseguiti nell'arco di questo decennio si può affermare che ad oggi il livello di pericolosità dei fenomeni che interessano il corso d'acqua risulta significativamente mitigato e conseguentemente risulta mitigato il livello di rischio che grava sull'abitato.

Come meglio precisato in seguito non deve comunque essere diminuita da parte dell'Amministrazione Comunale la soglia di attenzione nei confronti del corso d'acqua in esame, in termini di verifica periodica dell'efficienza e dello stato di manutenzione delle opere di regimazione realizzate e anche in termini di un'attenta pianificazione urbanistica che tenga conto comunque del livello di rischio residuo che interessa parte dell'ambito edificato potenzialmente interessato da fenomeni di tracimazione fuori alveo.

La presente analisi si è basata sull'esame dell'assetto morfologico del corso d'acqua, ricavato da sopralluoghi eseguiti lungo l'asta torrentizia, sulle testimonianze degli eventi pregressi e sull'analisi dell'efficienza attuale delle opere realizzate a seguito degli eventi alluvionali del 1987.

Il risultato delle informazioni raccolte e delle analisi eseguiti ha portato alla definizione degli ambiti di pericolosità legati ai potenziali fenomeni di tracimazione fuori alveo legati alla manifestazione di eventi idrologici intensi stimati per tempi di ritorno dei 100 anni.

Al grado di pericolosità individuato negli ambiti edificati corrispondono le norme che regolano l'utilizzo del suolo, così come definito nella relazione generale a corredo dello studio geologico redatto e nella tavola B (norme tecniche di attuazione).

Le analisi di cui all'oggetto sono state condotte sulla base di quanto contenuto nell'allegato 2 della d.g.r. 28 maggio 2008 n°8/737/4, il grado di approfondimento adottato ha tenuto conto delle particolari condizioni del corso d'acqua in esame, che non genera un vero e proprio conoide, ma le cui condizioni di pericolosità e la manifestazione dei potenziali fenomeni di tracimazione delle acque e dei detriti fuori alveo è esclusivamente legato fatto che il corso d'acqua è stato tombinato a monte dell'abitato.

D'altra parte i fenomeni di trasporto in massa fuori alveo manifestatisi nel 1987 non si sono rivelati particolarmente distruttivi anche se il grado di interferenza con l'edificato è stato comunque significativo sorgendo lo stesso sul "naturale" tracciato del corso d'acqua e non essendo presenti all'epoca adeguate opere di trattenuta del trasporto solido, né sezioni di deflusso del tratto tombinato adeguate a smaltire le portate di piena legate all'evento.

1.0 Inquadramento dell'area in esame

La Valle Scura si sviluppa nel settore nord del territorio comunale di Piazzolo, attraversando l'abitato principale in direzione est – ovest e confluendo con il Fiume Brembo ramo di Mezzoldo nel fondovalle (cfr. figure seguenti).

L'ambito in cui si sviluppa il tratto centrale della valle ricade nel centro storico dell'abitato di Piazzolo, ragione per cui sin dal secolo scorso il corso d'acqua è stato progressivamente chiuso sino alla situazione attuale in cui lo stesso risulta "tombinato" per un tratto di oltre 420 metri (cfr. figura 2).

Come si evince dalle riprese fotografiche allegate, oggi il corso d'acqua si immette in un tombotto in cls prefabbricato al di sotto dell'incrocio che collega il centro storico dell'abitato con la nuova zona residenziale (località Costa) che prosegue con un tratto di tubazione interrata (in parte di recente realizzazione) per poi riemergere a valle

dell'abitato dove si unisce alla Valle Fosca e al Canalone (da qui il corso d'acqua è individuato come Valle dei Mulini).

Lungo il tracciato del corso d'acqua tombinato, in fregio alla strada comunale, sono presenti edifici di civile abitazione e anche nel settore sud dell'abitato la chiesa parrocchiale.

A monte del tratto tombinato, l'alveo si sviluppa lungo un versante caratterizzato da medio elevata pendenza soprattutto nel tratto alto e cascinali sparsi che non interferiscono con il corso d'acqua. Il corso d'acqua è anche attraversato da una strada agro silvo pastorale realizzata nel 2006: in corrispondenza dell'attraversamento è stato realizzato un tombotto con funzione anche di sghiaiatore.

Il bacino, di modesto sviluppo, non è interessato da significativi fenomeni di dissesto.

2.0 Analisi degli eventi pregressi

Oltre ai fenomeni avvenuti nel 1987, quando a causa del sottodimensionamento della tombinatura a monte dell'abitato acqua e detriti si sono riversati lungo la strada comunale percorrendo, a causa della pendenza della strada comunale, oltre 200 metri, l'ultimo evento significativo è stato nel luglio del 2002, quando il condotto interrato è stato ostruito dai detriti. Dopo quell'evento lo STER di Bergamo ha realizzato importanti interventi di regimazione, costituiti dalla formazione di una vasca di accumulo a monte dell'attraversamento e nella sostituzione della prima parte del condotto interrato.

L'evento idrologico intenso del luglio 2007, anche grazie alla presenza di uno sghiaiatore a monte dell'attraversamento della strada agro silvo pastorale, non ha fatto registrare episodi di criticità.

L'alveo a oggi viene inoltre regolarmente pulito dai detriti e dalla vegetazione e una strada (realizzata nel 2005) che costeggia il tratto regimato a monte dell'abitato, nel tratto precedente la tombinatura, consente agevolmente l'accesso all'alveo con mezzi operativi e facilita le operazioni di manutenzione dello stesso.

L'episodio del luglio 2007, caratterizzato da picchi di precipitazione temporaleschi con valori di precipitazioni prossimi ai 200 mm in 24 ore, pertanto corrispondenti alle soglie critiche di innesco dei fenomeni di colata detritica, hanno mobilizzato e trasportato detrito lungo il canale che si è arrestato nel lungo tratto regimato a monte dell'attraversamento.

3.0 Studi precedenti

Oltre allo Studio Geologico Comunale del 2000, a firma di Dr. Geol. Daniela Barbano, la cui perimetrazione in relazione ai fenomeni di dissesto che hanno interessato la Valle Scura è stata ripresa anche dal lavoro "Piano di Bacino a monte di Lenna: Piano programma di ricostruzione, riconversione e sviluppo della Valtellina e delle zone adiacenti colpite dalle avversità atmosferiche dei mesi di luglio-agosto 1987 - ISMES 1990", presso l'archivio tecnico comunale è stato anche reperito il progetto del 2002 (finanziato sulla legge 102/90) a firma dell'Ing. Franco Salvetti per la regimazione idraulica della valle e il rifacimento di parte del tratto tombinato.

E' stato inoltre visionato il progetto di realizzazione della strada agro silvo pastorale di collegamento tra l'abitato e la località Forcella (redatto da Arch. Flavio Papetti nel 2003) contestualmente al quale è stato progettato l'attraversamento della Valle Scura.

Infine la scrivente ha redatto lo studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore (approvato dallo STER di Bergamo nel 2008) contestualmente al quale sono state verificate le sezioni idrauliche della Valle Scura nei tratti regimati e tombinati.

Parte delle informazioni qui contenute si rifanno pertanto agli studi di cui sopra.

Allo stato attuale gli interventi di cui si sono reperiti i progetti presso l'archivio tecnico comunale sono stati realizzati e collaudati e, come precedentemente accennato, hanno mostrato la loro efficacia a seguito dell'evento idrologico del luglio 2007.

4.0 Modalità di svolgimento della presente analisi

Le analisi svolte e che hanno portato alla definizione degli ambiti di pericolosità legati ai fenomeni di tracimazione e trasporto solido della Valle Scura si sono articolate secondo i seguenti punti:

ALLEGATO 1 - Analisi della pericolosità generata da fenomeni di trasporto solido lungo la Valle Scura nel territorio comunale di Piazzolo (BG)
rev. parere Z1.2010.0015782 del 01/07/2010

- sopralluoghi e rilevamento dell'asta torrentizia in esame, dell'ambito edificato e delle opere presenti;
- analisi delle portate di massima piena per stimati tempi di ritorno dei 100 anni, seguendo il metodo contenuto nella direttiva 2 dell'Autorità di Bacino;
- stima della magnitudo e del trasporto solido (in base ai metodi proposti nell'allegato 2 della d.g.r. 8/7374);
- formulazione dello scenario di evento potenziale ed analisi morfologica dell'interferenza prodotta tra questo e l'ambito edificato con particolare riferimento agli effetti sulle strutture antropiche presenti, anche alla luce degli eventi pregressi;
- individuazione delle condizioni di pericolosità a causa dei fenomeni di potenziale tracimazione fuori alveo;
- controllo e verifica in sito del tracciamento degli ambiti potenzialmente interessati dai fenomeni in ragione delle caratteristiche morfometriche puntuali dei luoghi.

L'analisi è stata corredata da fotografie e stralci di dettaglio delle cartografie redatte a supporto del presente studio geologico comunale.

La traduzione in termini di sintesi del quadro del dissesto, vincolistica PAI, classi di fattibilità e di norme tecniche di uso del suolo dei risultati delle presenti analisi sono contenute nella tavola 02 (Carta dei Vincoli), 03 (Carta di Sintesi), 04 (Carta di fattibilità per le azioni di piano) , 05 Carta del Quadro del Dissesto con legenda Uniformata a quella del PAI e in tavola B.

Le basi cartografiche di riferimento utilizzate sono il rilievo aereofotogrammetrico comunale e la carta tecnica regionale.

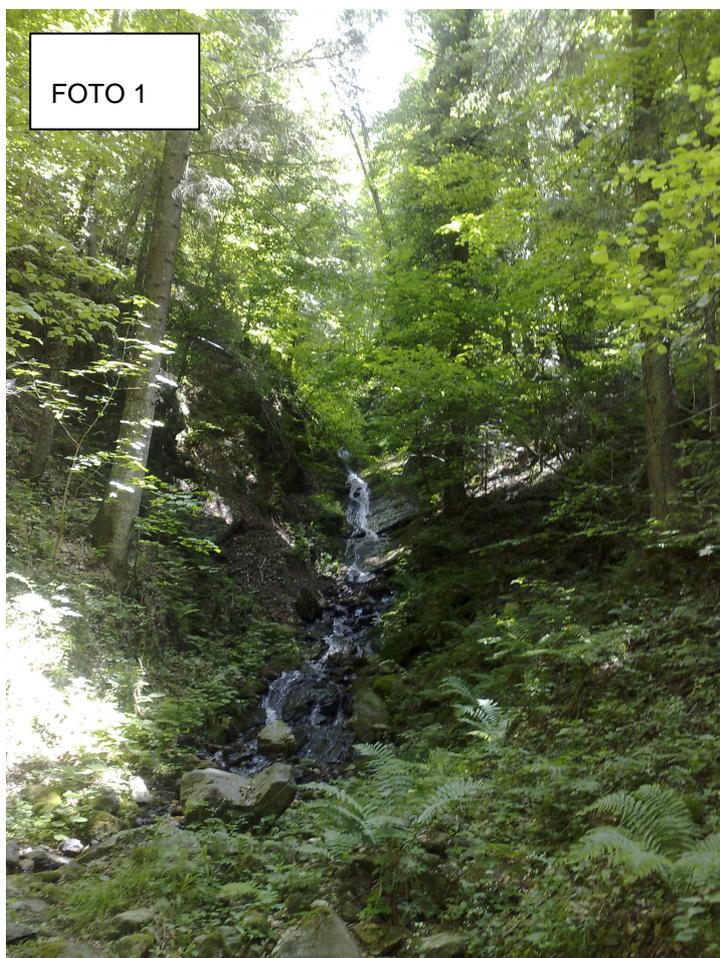
5.0 Assetto idrologico, morfologico del corso d'acqua

La Valle Scura si sviluppa rettilineamente in direzione est-ovest a monte dell'abitato di Piazzolo lungo il versante sotteso tra il Monte Torcola e al Passo della Forcella (al confine on il territorio comunale di Piazzatorre).

Il versante è caratterizzato nel settore più alto da affioramenti rocciosi delle formazioni del Verrucano Lombardo e del Servino (il limite nel sottobacino sotteso alla Valle Scura si colloca a circa 1000 metri di quota) e nel settore più basso dalla Formazione della Carniola di Bovegno (limite lungo la valle posto a circa 775 m s.l.m.).

Il bacino si estende da una quota di 1350 m s.l.m. alla quota di 747 m s.l.m. dove inizia il tratto tombinato del corso d'acqua.

Il corso d'acqua prende vita da due diramazioni la cui testata è individuabile alla quota di 1070 m s.l.m. in corrispondenza del tracciato sentieristico che collega il Passo della



Forcella con il Monte Torcola. La confluenza tra le due diramazioni è posta alla quota di 915 m s.l.m., poco prima dell'attraversamento della nuova strada agro silvo pastorale posta alla quota di 860 m s.l.m.

Lungo il tributario posto più a nord (Foto 1) si osservano scorrimenti idrici che seppur minimi presentano una certa continuità per la maggior parte dell'anno, anche se il

corso d'acqua è comunque caratterizzato da forme di scorrimento di carattere esclusivamente stagionale. Lungo il tratto tributario posto più a sud si osservano scorrimenti solo sporadici e a seguito di abbondanti precipitazioni.

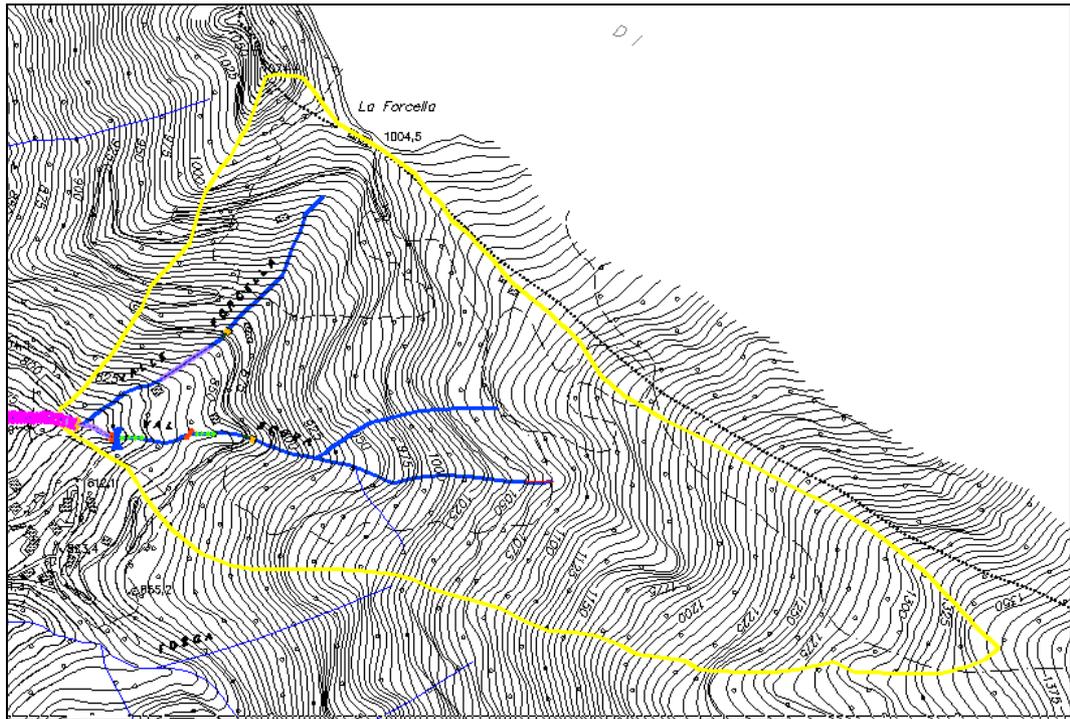


Figura 1: bacino idrografico della Valle Scura

Le due testate in esame e i primi tratti del corso d'acqua, sino al tratto a valle della confluenza e dell'attraversamento, sino ad una quota di 850 m s.l.m. si impostano in roccia. Oltre al fondo roccioso, la stessa pendenza del corso d'acqua (che supera quasi sempre i 30° e raggiunge anche i 37° nel tratto che precede l'attraversamento della strada agro silvo pastorale) favorisce deflussi veloci interrotti da brevi rotture di pendenza

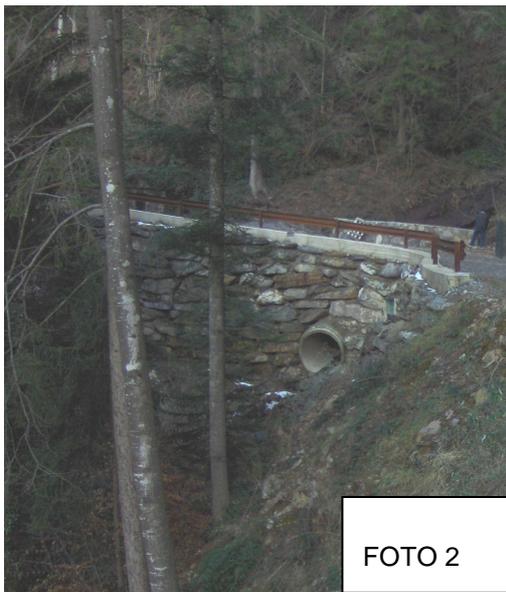


FOTO 2

che danno vita a salti del fondo alveo.

Sino a questa quota lungo il fondo alveo e lungo le sponde non sono rilevabili fenomeni erosivi significativi, si riscontrano solo modesti accumuli di detriti derivanti dalla fratturazione degli ammassi rocciosi, in particolare della formazione del Servino, con pezzature medie dell'ordine dei 15 cm.

Il tombotto che precede l'attraversamento, costituito da una tubazione in cls delg

diametro di 150 cm (foto 2) , risulta perlopiù pulito con qualche elemento detritico grossolano.

A valle dell'attraversamento, da quota 850 a quota 840 metri, la pendenza diminuisce sensibilmente (dell'ordine degli 11°) e si riscontrano alcuni accumuli di materiali detritici che occupano il fondo alveo con spessori che non raggiungono il metro.

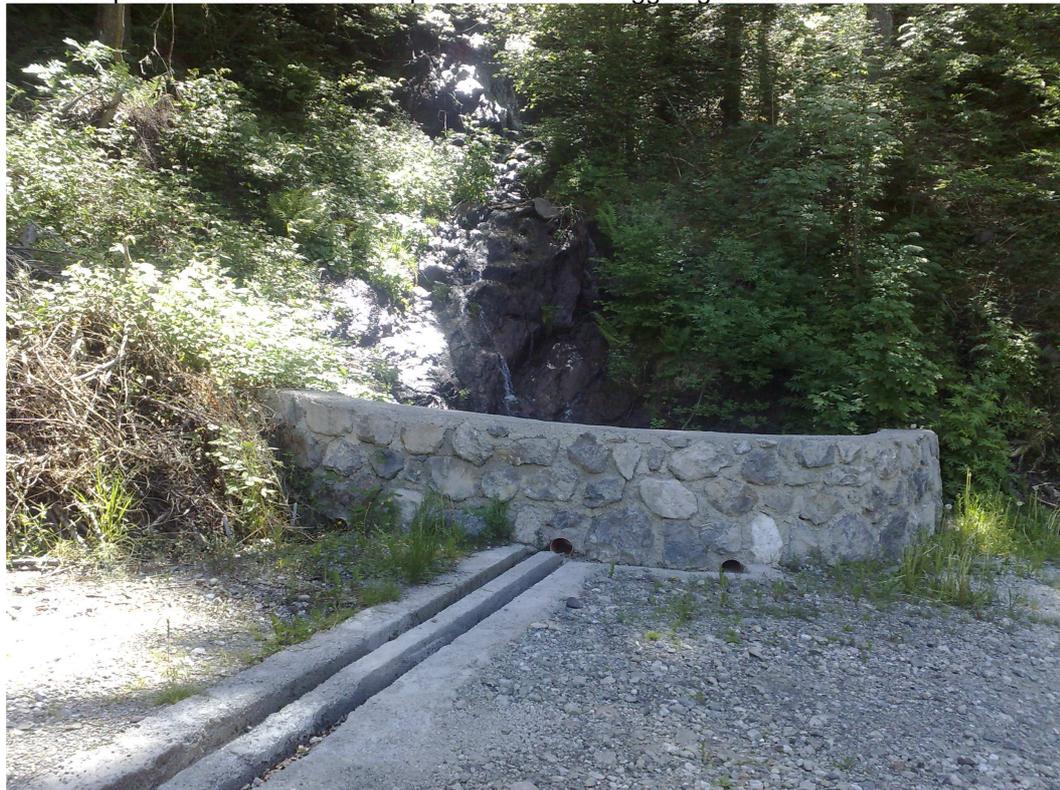


FOTO 3

In questo tratto il fondo alveo è, oltre che piatto, anche piuttosto ampio raggiungendo i 15 metri. I materiali presenti sono costituiti da miscele di detriti a diametro media di 10 cm, sabbie scarse e elementi di più grosse dimensioni che possono raggiungere 20 – 30 dmc. In ragione della velocità delle acque a monte si ritiene possibile che tale detrito possa venire preso in carico durante gli eventi di piena e trasportato a valle.

Le sponde sono costituite da depositi di natura detritico colluviale che possono essere soggette ad erosione durante gli eventi di piena. Poco più a valle il canale torna a stringersi anche con larghezza del fondo alveo di soli 3 metri seppur per un breve tratto,

con pendenze di 27° e ad incidere il substrato roccioso costituito dalla formazione del Servino.

Nei pressi della quota di 820 metri è presente un altro tratto a bassa pendenza caratterizzato dalla presenza di detriti su fondo alveo di modesto spessore massimo dell'ordine di 1 metro (Foto 4), con volumi medi di 15 cm e massimi di 0.2 dmc, immersi in sabbia scarsa. La roccia fratturata e sottilmente stratificata, affiora alla base delle scarpate e si scorge lungo il fondo alveo stesso.



FOTO4

A partire dalla quota di 810 m s.l.m. il corso d'acqua presenta interventi di regimazione costituiti da due briglie (altezza 2 metri, larghezza 4 metri) e da opere di protezione spondale costituite da gabbioni e murature in pietrame con altezza media di 1,5 metri. Il canale è comunque inciso tra scarpate di erosione non più raggiungibili dalle piene e la sezione di deflusso regimata si mantiene mediamente di ampiezza di 4 metri, salvo poi restringersi progressivamente da 3,0 metri a valle delle briglie sino anche a 1,5 metri in un tratto caratterizzato da arginature in pietrame di altezza di 1,8 metri, nel tratto che precede la confluenza con la Valle Forcella.

La Valle Forcella, contribuisce poco alla formazione dei deflussi della Valle Scura.

La testata è posta in corrispondenza di forme di emergenza idrica di carattere stagionale

alla quota di 975 m s.l.m. a valle della strada agro silvo pastorale. L'incisione risulta
ALLEGATO 1 - Analisi della pericolosità generata da fenomeni di trasporto solido lungo la Valle Scura nel territorio comunale di Piazzolo (BG)
rev. parere Z1.2010.0015782 del 01/07/2010

poco definita e interessa terreni di genesi detritico colluviale. Periodicamente i deflussi raggiungono anche il tratto a monte dell'attraversamento della strada agro silvo pastorale alla quota di 865 m s.l.m. In questo punto è stato realizzato uno sghiaiatore analogo a quello realizzato sulla Valle Scura (Foto 4) e il corso d'acqua attraversa la sede viaria grazie ad una tubazione circolare del diametro di 150 cm (foto 5).

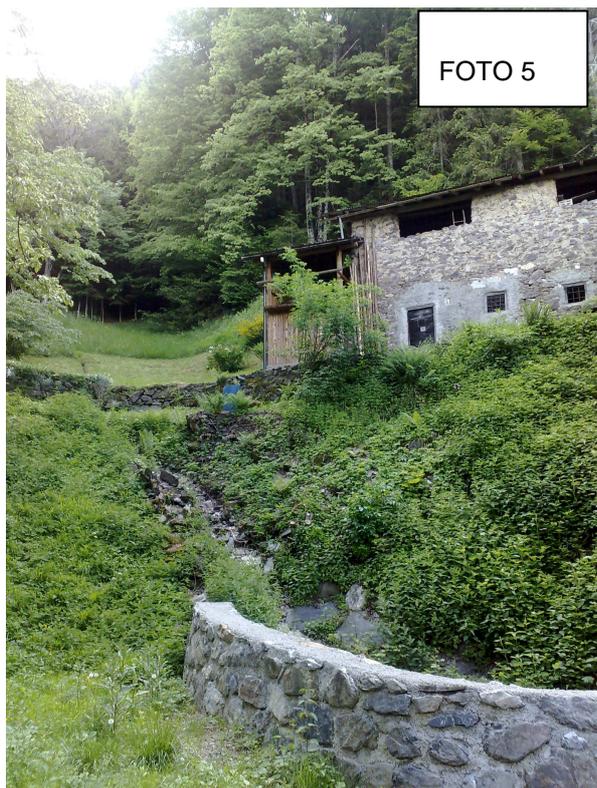


FOTO 5

Sono in fase di realizzazione i lavori di regimazione del tratto che precede il tombotto di attraversamento al fine di evitare che i deflussi a monte dello stesso "si disperdano" lungo il versante causando fenomeni erosivi che possano innescare colate di terreno e gravare sull'infrastruttura. Il progetto prevede la realizzazione di una canalizzazione trapezoidale in pietrame con salti di fondo sino allo sghiaiatore.



FOTO 6

A valle della strada il corso d'acqua è alimentato da altre forme di emergenza idrica ma il suo scorrimento si mantiene modesto, canalizzato in una sezione di deflusso in pietrame di larghezza e altezza media di 50 cm.

Alla confluenza con la Valle Scura, quota 790 m s.l.m. la bassa pendenza del fondo alveo e l'ampiezza dello stesso ha favorito la deposizione di accumuli detritici di spessore di pochi decimetri (granulometrie analoghe a quelle che si rintracciano lungo la Valle Scura) che possono essere rimobilizzati anche dalle acque provenienti dalla Valle Scura.

separate da una briglia selettiva che precede l'immissione nel tombotto prefabbricato in cls con sezione rettangolare di 2,0x2,5 metri.

Le vasche si sviluppano complessivamente per 16 metri, larghezza tra 5 e 4 metri e altezza di accumulo utile pari a 3 metri.

A valle del prefabbricato scatolare il corso d'acqua si immette nel nuovo tombotto descritto nel paragrafo 7.0

In fase di sopralluogo il tratto regimato si presenta pulito con scarsi detriti localizzati in corrispondenza delle briglie e anche il tratto che precede la tombinatura non presenta criticità legate a scarsa manutenzione.

Relativamente all'assetto del corso d'acqua nel tratto tombinato, dall'esame della morfologia dei luoghi emerge che il corso d'acqua in questo tratto era caratterizzato da discreta pendenza, sviluppo lineare lungo la via Valle Scura e presumibilmente più spostato in direzione sud rispetto all'attuale configurazione del tratto interrato (un fabbricato di civile abitazione posto immediatamente a valle della tombinatura occupa oggi quello che presumibilmente era il tacciato naturale del corso d'acqua).

Non sono riscontrabili presso l'abitato forme correlabili ad antichi episodi di trasporto solido (ad esempio lobi di colata) né si riscontra un vero e proprio apparato di deiezione.

La pesante edificazione ha tuttavia cancellato qualsiasi traccia di veneto passato potesse essere testimoniata dalla morfologia dei luoghi.

Dopo avere percorso interrato oltre 400 metri, il corso d'acqua riemerge a valle dell'abitato (quota 700 m s.l.m.), presso una scarpata di incisione (che delimita la piana antistante l'abitato di Piazzolo – cfr. figura 3) caratterizzata da elevata pendenza e fenomeni di degradazione intensa legati sia alla presenza di terreni dalle scadenti caratteristiche tecniche (terreni di alterazione della formazione della Carniola di Bovegno e terreni glaciali) sia ai fenomeni erosivi causati dallo stesso ruscellamento delle acque della Valle Scura. A quota 670 metri la valle si unisce alla Valle Scura e prosegue il suo corso delimitata da ripide scarpate incise sino alla confluenza in Brembo. Il tratto che

precede al confluenza è caratterizzato da forte dispersione per infiltrazione delle acque in deflusso.

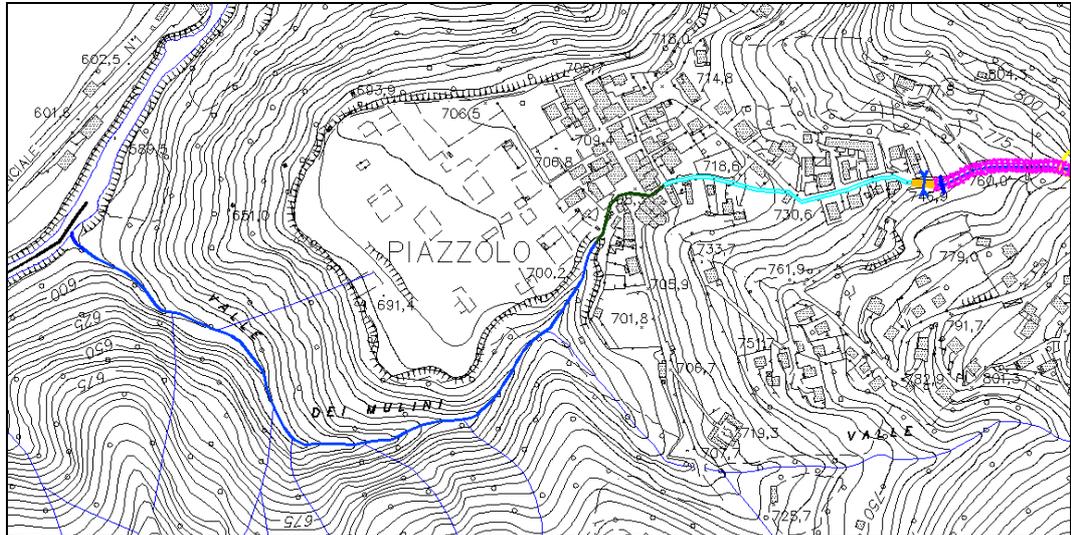


Figura 3: assetto del corso d'acqua nel tratto intibato lungo l'abitato (in azzurro e verde) e a valle dell'abitato dove riprende il suo percorso a cielo aperto e si unisce alla Valle Fosca per dare vita alla Valle dei Mulini sino alla confluenza nel Fiume Brembo

La figura 4 seguente presenta il profilo del corso d'acqua principale con le relative pendenze, dalla testata di incisione sino all'area potenzialmente raggiungibile dalle colate detritico fangose fuori alveo. Vengono anche individuati i tratti in cui è possibile la mobilitazione de detriti presenti in alveo situazione che tuttavia non tiene conto di alcune caratteristiche rilevate in sito (come esplicitato a commento della figura seguente).

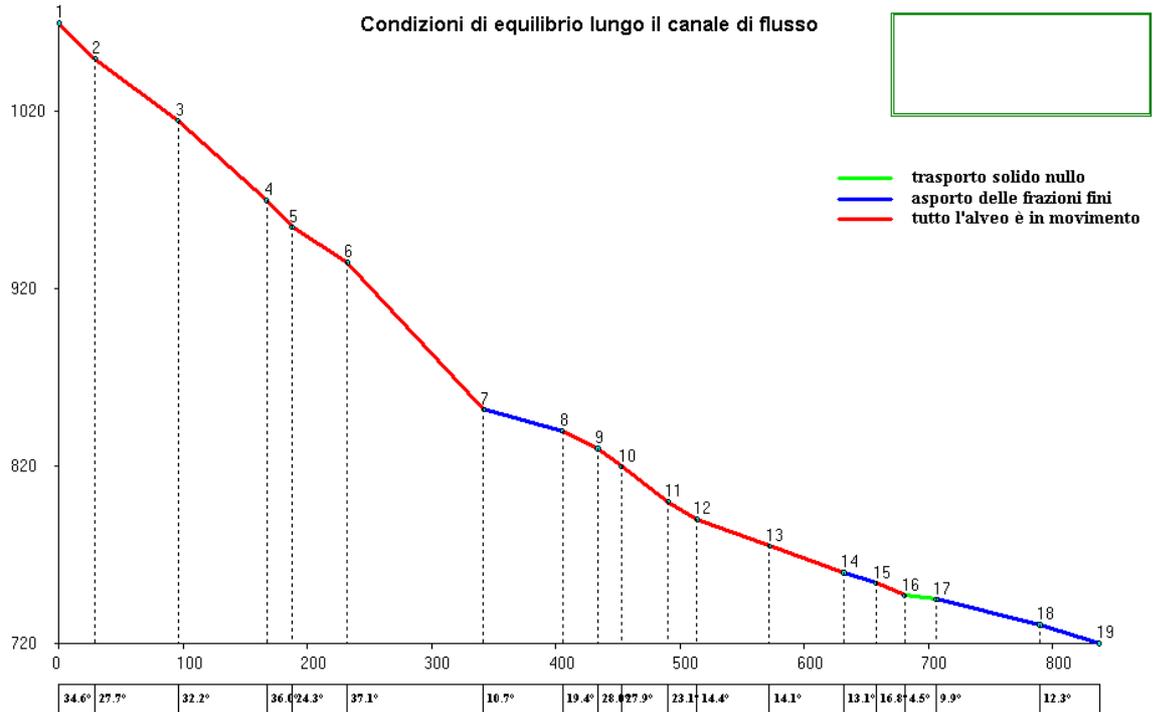


Figura 4: profilo del corso d'acqua – sino al punto 7 l'alveo è impostato in roccia poco erodibile, dal punto 11 è completamente regimato e dal punto 16 tombinato. Il movimento dell'alveo è possibile pertanto solo tra i punti 7 e 11, mentre tra i punti 7 e 11 si osservano accumuli detritici rimobilizzabili.

La larghezza delle varie sezioni di deflusso è così definita: 1) 8.0 metri, 2) 6.0 metri, 3) 5.0 metri, 4) 4.0 metri, 5) 4.0 metri, 6) 4.0 metri, 7) 5.0 metri, 8) 3.5 metri, 9) 4.0 metri, 10) 5.0 metri, 11) 2.0 metri, 12) 4.0 metri, 13) 4.0 metri, 14) 4.0 metri, 15) 4.0 metri, 16) 10.0 metri, 17) 10.0 metri, 18) 10.0 metri.

6.0 Dissesti in alveo

Come descritto nel paragrafo precedente l'asta principale e le secondarie si sviluppano sino al tratto a valle della strada agro silvo pastorale in roccia che, seppur fratturata, con particolare riferimento alla formazione del Servino, non è interessata da fenomeni di dissesto rilevanti fatto salvo la naturale degradazione legata ai fenomeni di crollo puntuali di elementi lapidei di pochi dmc.

Il tratto in cui le sponde, costituite da depositi detritico colluviali e il fondo alveo, formato da detriti trasportati durante gli eventi di piena possono essere maggiormente soggetti ad erosione si presenta completamente regimato, sia lungo le sponde che, nel tratto canalizzato a monte della tombinatura, lungo il fondo alveo. Anche la Valle Forcella

non presenta lungo il suo tratto fenomeni di dissesto importanti tali da generare materiali per il trasporto solido.

L'unico punto in cui si è riscontrata la presenza di materiali rimobilizzabili è localizzato, come descritto nel paragrafo precedente, a tra le quote di 850 e 840 metri.

I dissesti più significativi si concentrano a valle dell'abitato, dove il corso d'acqua si presenta in approfondimento e dove le scarpate in erosione e degradazione sono costituite da materiali di alterazione della formazione della Carniola di Bovegno.

In questo tratto terminale del corso d'acqua non sono tuttavia presenti ambiti edificati o strutture che possano interferire con i fenomeni di dissesto in atto e potenziali.

In termini di potenzialità di innesco delle colate detritiche (figura 5), in base alle caratteristiche geometriche dell'alveo (pendenza e sviluppo) al diametro medio del materiale presente (10 cm) e alle caratteristiche pluviometriche dell'area in esame (piovosità media annua 2050 mm, valori di pioggia legati all'evento del 1987 registrati alla stazione di Piazza Brembana, a pochi chilometri da Piazzolo, 197 mm in 24 ore e 300 mm in 48 ore) l'alveo torrentizio in esame ricade nel campo di instabilità (come da figura seguente).

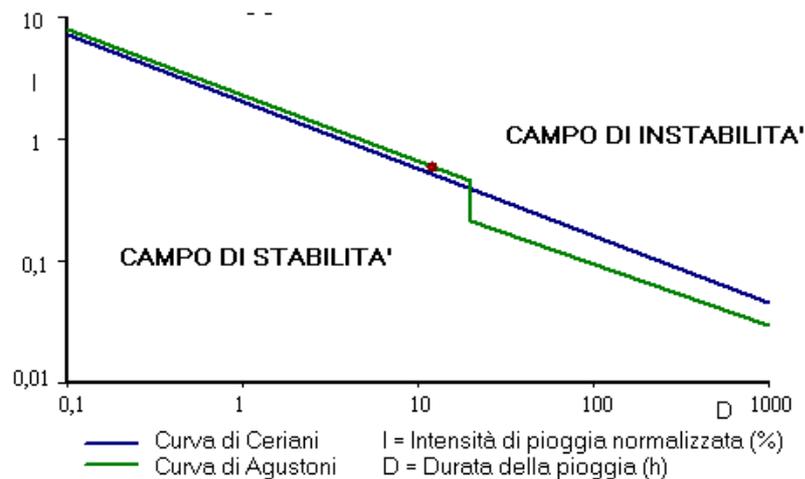


Figura 5: delimitazione campi di stabilità/instabilità per il corso d'acqua in esame

In merito all'evento del 1987, questo ha superato le soglie critiche di innesco stimate per l'area in esame (ricavate dallo studio di Geoter per la Valle Gerù in comune di Piazzatorre), dove la soglia delle piogge di durata di un'ora è 42.2 mm, per le piogge di durata di 12 ore è 129.1 mm, per le piogge di durata di 24 ore 176.4 mm, per le piogge di durata di 48 ore è di 241 mm.

7.0 Opere idrauliche e manufatti antropici

In questo paragrafo vengono descritti in dettaglio gli interventi realizzati a partire dagli eventi del 1987 sino ad oggi.

La prima opera da monte è il tombotto realizzato in corrispondenza della strada agro silvo pastorale costituito da un'opera muraria in pietrame di altezza sul fondo alveo pari a 3.5 metri ampiezza a monte 4,5 metri con una capacità di accumulo dei detriti utile di circa 80 mc. Il passaggio dell'acqua è garantito da una tubazione circolare di diametro di 150 cm con pendenza del 40%.

A valle, alla quota di 840 m è presente un materasso in gabbioni con funzione di favorire l'accumulo dei detriti in corrispondenza di un tratto a bassa pendenza.

Il tratto regimato inizia poche decine di metri più a valle a quota 810 metri, dove la valle risulta incassata di oltre 10 metri rispetto ai terrazzamenti edificati sovrastanti. Sono presenti due briglie in cemento di larghezza pari a 4 metri, altezza dalle sponde di 2 metri e altezza della gaveta sul fondo alveo di 1,5 metri (foto 7 e 8).

Le sponde sono protette dai fenomeni erosivi grazie alla presenza di gabbioni su cui poggiano arginature in pietrame per un'altezza complessiva di 1,5 metri dal fondo alveo e una larghezza media di 4 metri.

Da quota 800 metri il corso d'acqua è canalizzato da murature arginali in pietrame di larghezza variabile da 3,5 metri sino a 1,5 metri con altezza media di 1,5 metri (foto 7). Il fondo alveo è costituito da grossi massi a secco.

A valle della confluenza con la Valle Forcella il tratto regimato con arginature in massi ciclopici e cls di altezza compresa tra i 2,0 e i 2,5 metri e larghezza media di 4,0

metri. Il fondo alveo è costituito da grossi massi e sono presenti oltre 20 briglie (indicativamente una ogni 4 – 5 metri) che favoriscono l'accumulo dei detriti trasportati. I fenomeni erosivi in questo tratto non sono dunque possibili ma vengono favoriti i fenomeni di rallentamento della corrente in deflusso, deposizione del trasporto solido prima del tratto tombinato (foto 10 e 11).

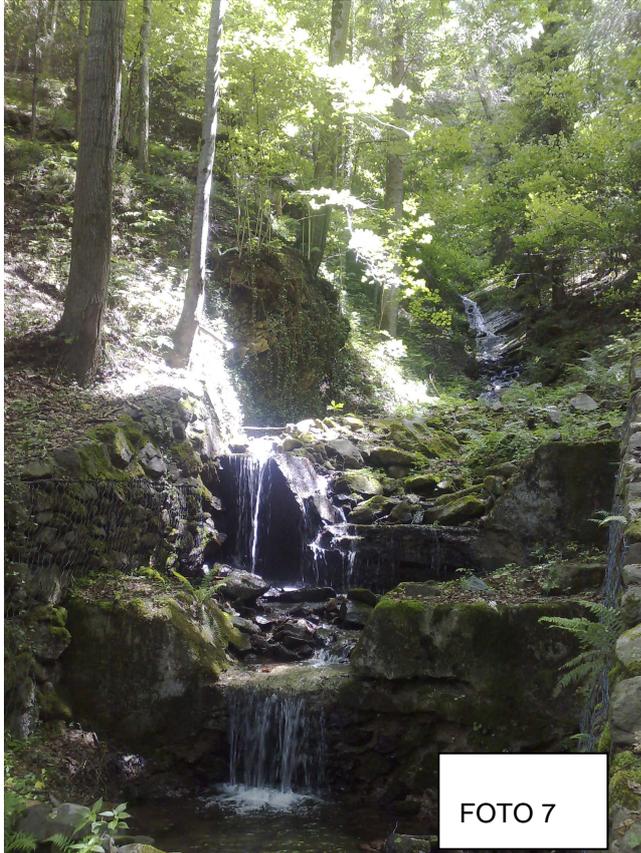
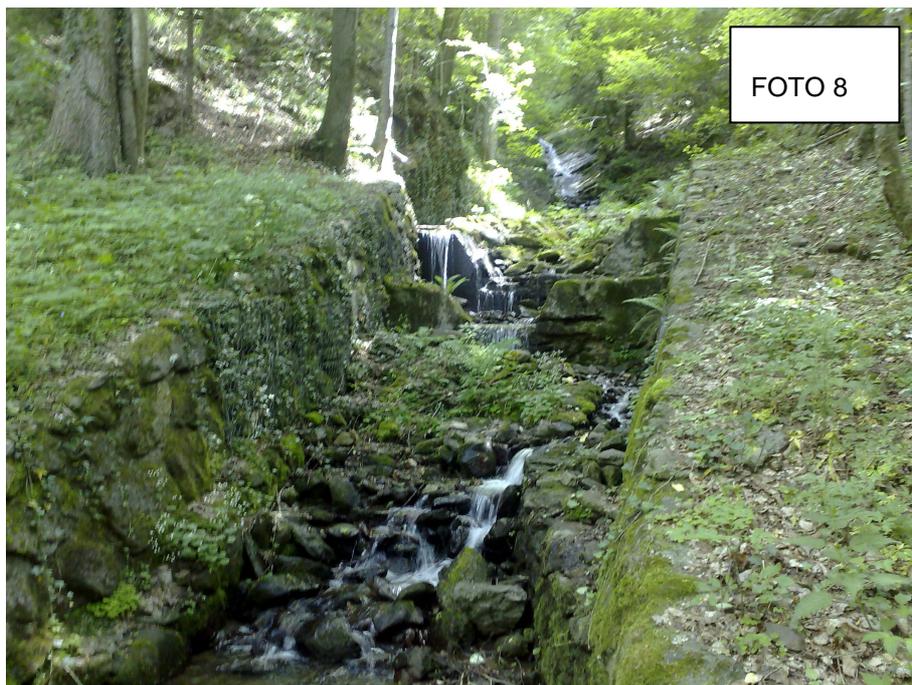


FOTO 7



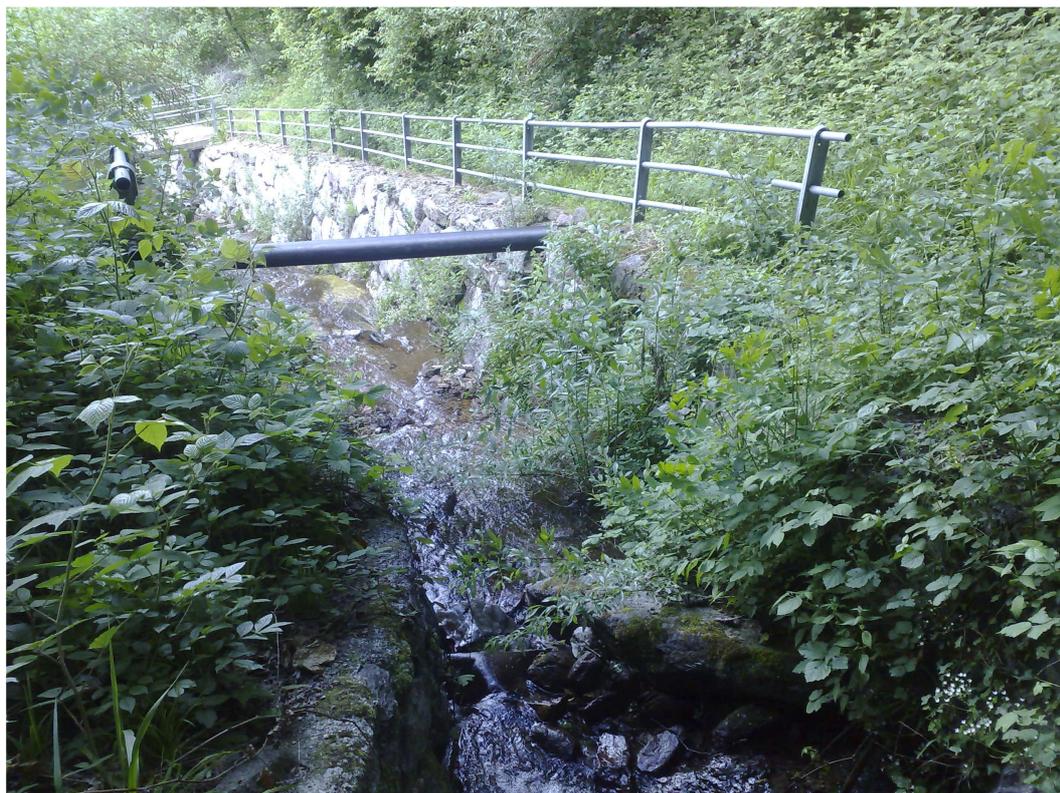


FOTO 10



FOTO 11

Il tratto si sviluppa per circa 150 metri con una pendenza media del 28%, ha geometria trapezoidale con larghezza utile alla base di 2,5 metri e in testa di 4 metri.

Come già detto sono presenti tre attraversamenti in questo tratto (Foto 10, 11 e 12).

Il primo è costituito da una tubazione aerea dell'acquedotto comunale che si sviluppa ad un'altezza dal fondo alveo di 2,0 metri per una larghezza di 3,5 metri.

Il secondo attraversamento è formato da una passerella pedonale in cls di altezza di 2,8 metri, larghezza 3,5 metri.

Il terzo è costituito dal ponte carrabile di altezza 3,5 metri e larghezza di 4,0 metri.

A valle del ponte è presente la vasca di accumulo suddivisa in due settori separati da una briglia selettiva con elementi tubolari in ferro. (foto 12)



FOTO 12

A monte la vasca ha una lunghezza di 8 metri, larghezza media utile di 5 metri e altezza utile di accumulo di 3,5 metri (il salto della briglia è di 1,2 metri).



FOTO 13

A valle della briglia la vasca si sviluppa sino all'elemento scatolare prefabbricato per 7,0 metri con una larghezza utile di 4,0 metri e altezza utile di 2,5 metri (foto 13)

Il tratto tombinato con lo scatolare rettangolare in cls si sviluppa al di sotto della Valle Scura per 235 metri ha un'altezza di 2,5 metri per una larghezza di 2,0 metri. La pendenza media di sviluppo è del 11%.

Infine il tratto che non è stato oggetto di recenti interventi di ripristino si sviluppa per 90 metri, ha sezione circolare di diametro pari a 120 cm e una pendenza del 22%.

8.0 Idrologia del corso d'acqua e aspetti idraulici

La Valle Scura è caratterizzata da deflussi idrici di carattere stagionale che tuttavia, a causa della presenza di roccia per oltre la metà del tratto del corso d'acqua in esame e per l'elevata pendenza del tratto superiore del corso d'acqua, possono mostrarsi sostenuti e in grado di innescare fenomeni di trasporto solido in alveo anche nei tratti a minor pendenza dove sono rilevabili alcuni accumuli detritici in alveo.

La limitata estensione del bacino, solo 0,39 kmq non mitiga l'effetto dei potenziali fenomeni, a causa della rettilineità del corso d'acqua e dell'escursione di quota. Importanti sono invece le opere di regimazione realizzate e lo stato di efficienza e manutenzione in cui oggi si trovano, condizione testimoniata dall'assenza di fenomeni rilevanti durante l'evento del 2007.

I calcoli della portata di massima piena centenaria (condotte con il metodo di cui alla Direttiva 2 dell'Autorità di Bacino) della Valle Scura hanno portato alla determinazione di un valore di portata pari a 5,75 mc/sec (come da tabella seguente).

Se le sezioni di deflusso che caratterizzano il corso d'acqua (come di seguito indicato) sono in grado di smaltire le portate di piena liquida calcolate di seguito, dal punto di vista del trasporto solido si possono manifestare i maggiori effetti di interferenza con l'ambito antropizzato.

Per i calcoli sono stati introdotti seguenti parametri morfometrici e idrografici:

Area bacino = 0,39 kmq

Lunghezza asta = 680 m

Q max bacino = 1360 m s.l.m.

Q min bacino = 747 m s.l.m. (tombinatura)

Q max asta = 1075 m s.l.m.

Pendenza media asta = 44%

Coefficiente di deflusso = 0.4 (suoli a bassa permeabilità boscati)

Parametro a = 55,33 e n = 0,368 ricavati dalla tabella di regionalizzazione contenuta nella direttiva 2 dell'Autorità di Bacino

STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA
Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P. A. I. "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO		DATI RISULTANTI
S ⇒ 0.392	[km ²] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow \mathbf{0.25}$ [ore]
L ⇒ 0.68	[km] Lunghezza asta principale	
Hm ⇒ 1050	[m] Altezza media del Bacino s.l.m.	
Ho ⇒ 747	[m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.	

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE									
FORMULA			$h_{(t)} = at^n$ $h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)						
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)									
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	
					55.33	0.368			
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE									
Tr	h(t)	$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] Tr = tempo di ritorno							
20	0.00	0.25							
100	33.37								

PORTATE DI MASSIMA PIENA				
FORMULA DEL METODO RAZIONALE				
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	dove Q_c ⇒ portata al colmo c ⇒ 0.4 coefficiente di deflusso $h_{(t)}$ ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) S ⇒ 0.392 [km ²] Superficie Bacino T_c ⇒ 0.25 [ore] Tempo di corrivazione			
RISULTATI				
Tr			Q_c [mc/sec]	
20	⇒		0.000	Tr = tempo di ritorno [anni]
100	⇒		5.748	
200	⇒		0.000	

Software Freeware distribuito da geologi.it

Le analisi svolte a supporto dell'individuazione della fascia di rispetto del corso d'acqua nell'abito edificato (Studio per la definizione del Reticolo Idrico Minore, redatto dalla scrivente e approvato dallo STER di Bergamo nel 2008) per la verifica della capacità di smaltimento delle sezioni regimate e tombinate della Valle Scura hanno portato alle conclusioni di seguito riassunte:

- per il tratto canalizzato, in considerazione di un franco di un metro di altezza, le portate smaltibili sono pari a **69,67 mc/sec**;
- per il manufatto in cemento rettangolare, sempre in considerazione di un franco di un metro i valori sono pari a **58,26 mc/sec**;
- per il tratto canalizzato con tubazione circolare in cemento, in considerazione del riempimento solo della metà della tubazione (altezza di deflusso nel canale pari a 0,6 metri) le portate sono pari a **9,97 mc/sec**;

- per il tratto in cui la sezione di deflusso è ridotta a causa della presenza della tubazione dell'acquedotto a **13,51 mc/sec** (sempre in considerazione di un franco di un metro);
- per l'attraversamento pedonale (franco di un metro) **32,43 mc/sec**;
per l'attraversamento carrabile (franco di un metro) **62,53 mc/sec**.

In termini di massima portata liquida prevista le sezioni direttamente interferenti con l'ambito edificato sono risultate verificate.

9.0 Fenomeni di trasporto solido e stima del trasporto solido

La stima del trasporto solido è stata eseguita sia intesa come *quantitativo di detrito massimo mobilizzabile durante un evento di piena*, sia sono stati utilizzati i valori calcolati della portata liquida centenaria, per la stima del valore della portata di picco della miscela liquido – solida, dal momento che è comunque un parametro utile in via di stima previsionale sugli effetti di un potenziale fenomeno.

Non sono noti i volumi trasportati durante l'evento del 1987, quando i detriti trasportati hanno intasato il tombotto e invaso la Via Valle Scura arrestandosi a ridosso dei fabbricati posti lungo la via stessa.

La stima del volume massimo mobilizzabile per il bacino in esame calcolato con la formula Crosta, Ceriani, Frattini & Quattrini (2000) risulta pari a **1859 mc/sec** (cfr. tabella seguente).

Come già descritto nei paragrafi precedenti il bacino non è interessato da significativi fenomeni franosi pertanto il coefficiente di franosità è stato assunto pari a 3 (frane piccole o assenti).

QUANTIFICAZIONE DELLA MAGNITUDO OSSIA DEL VOLUME MASSIMO MOBILITABILE IN UN EVENTO DI TRASPORTO IN MASSA (TR 100anni)			
Dati generali calcolo magnitudo			
Area bacino	A	0.39	Kmq
Pend. Conoide apice	Sc	24.00	%
Pendenza conoide	Sf	20	%
Pendenza collettore sul conoide	Scl	10	%
Lunghezza asta sul conoide Lcl	Lcl	350	m
Quota massima del bacino	Hmax	1360	Km
Quota minima del bacino	Hmin	747	Km
pendenza media bacino		31.8	°
fattore K (Crosta, Ceriani...)	K	5.4	
Indice di frana (Crosta, Ceriani...)	If	3	
Indice di Melton	Mb	0.75	

Il metodo analitico proposto, pur fornendo un valore ragionevole per le caratteristiche morfometriche del bacino in esame, non trova tuttavia facile applicazione per il caso in esame per le seguenti motivazioni:

- il corso d'acqua nasce a quote più basse rispetto all'altezza massima del bacino che, nel settore alto e per oltre la metà dello sviluppo dell'asta torrentizia nel tratto compreso tra la testata dell'incisione e la sezione di chiusura, è costituito da roccia poco fratturata e non erodibile, pertanto non alimentante il trasporto solido (il metodo utilizzato non consente di distinguere tra bacino costituito da litologie erodibili e non);
- in corrispondenza della sezione di chiusura e presso l'abitato di Piazzolo non è riscontrabile un vero e proprio apparato di conoide: i dati inseriti fanno pertanto riferimento a un conoide "fittizio" il cui collettore coinciderebbe con il tratto di corso d'acqua ad oggi tombinato ma che comunque non costituisce il reale collettore del conoide;
- la sezione di chiusura corrisponde dunque all'inizio della tombinatura dove possono manifestarsi fenomeni di tracimazione fuori alveo, anche accompagnate da trasporto solido ma i cui fenomeni non si configurano come veri e propri trasporti in massa su conoide.

Dato il modesto sviluppo del corso d'acqua e il fatto che si è potuto percorrere lo stesso analizzando direttamente le caratteristiche e le eventuali criticità si è ritenuto opportuno

stimare i volumi del materiale mobilizzabile nel bacino attraverso un'analisi di tipo diretto, basata sui dati di rilevamento di terreno e quindi l'effettivo stato di fatto del bacino, applicando ai dati ottenuti formule di tipo empirico e sperimentali.

I metodi proposti in letteratura (Hungry et al. 1984, Scheuringer 1988 e Spreafico et al. 1999) si basano su:

- *individuazione delle aree sorgenti di sedimento collegate alla rete idrografica;*
- *stima dei volumi per unità di lunghezza dei tratti di collettore.*

Nel caso in esame è stato preso come esempio il metodo proposto da Hungry et al. (British – Columbia – Canada, 1984) dove:

$$V = \sum L_i * e_i$$

(V = volume totale mc, Li lunghezza dei tratti di torrente di caratteristiche uniformi m, ei

apporto detritico per unità di lunghezza $m^3 * m^{-1}$).

Classe	Pendenza alveo (°)	Materiale alveo	Sponde	Condizioni di stabilità	Apporto detritico unitario (m^3/m)
A	20 - 35	Roccia	Non erodibili	Stabile (virtuale assenza di detrito)	0 - 5
B	10 - 20	Sottile strato di detrito o suolo sciolto su roccia	Non erodibili (roccia)	Stabile	5 - 10
C	10 - 20	Copertura detritica o morena	Altezza < 5 m	Stabile	10 - 15
D	10 - 20	Copertura detritica o morena	Detrito, altezza > 5 m	Angolo di riposo del materiale	15 - 30
E	10 - 20	Copertura detritica o morena	Detrito, altezza > 20 m	Sponde potenzialm. instabili (area in frana)	Fino a 200 (sorgente di detrito localizzata)

I valori indicativi dell'apporto detritico unitario per diverse caratteristiche di alveo torrentizio sono tabulati in base alla pendenza dell'alveo e al materiale presente in alveo e in sponda in relazione

alle sue condizioni di stabilità (come da indicazioni contenute nella tabella a lato tratta dal lavoro dello stesso Hungry).

I valori sono stati quindi adottati in funzione di quanto rilevato in sito, pedonando l'asta torrentizia come di seguito descritto:

- per i settori più alti del bacino (sino alla quota di 845 m s.l.m.), dove l'incisione principale è impostata in roccia è stato stimato un apporto detritico unitario di 0,2 mc/ml (375 metri lungo l'incisione principale, 210 metri lungo l'asta tributaria posta più a nord e 270 metri lungo la Valle Forcella);

- nei tratti interessati da depositi detritici rimobilizzabili sono stati stimati 5 mc/ml per la Valle Scura (110 metri) e 1 mc/ml per la Valle Forcella (per una lunghezza del tratto in esame di 115 ml, il valore è più basso in ragione delle considerazioni espresse nel paragrafo 5);
- nel tratto regimato della Valle Scura non è stato stimato apporto.

In totale a monte dell'attraversamento della strada agro silvo pastorale (in corrispondenza del quale è stato osto il limite erodibile / non erodibile in ragione della presenza di substrato roccioso) risultano **mobilizzabili complessivamente 171 mc**, mentre nel tratto a valle è stato stimato un apporto di 115 mc dalla Valle Forcella e di 550 mc dalla Valle Scura, **per complessivi apporti da tale settore di 665 mc**.

Dai calcoli eseguiti è stato stimato un quantitativo complessivo massimo mobilizzabile **Magnitudo pari a 836 mc**, inferiore a quanto stimato dal metodo analitico di cui sopra, ma che si ritiene tuttavia raffrontabile con lo stesso e ugualmente cautelativo in ragione delle caratteristiche individuate in sito.

Relativamente al "picco della concentrazione volumetrica" della colata, per tempi di ritorno stimati di 100 anni, si può ritenere corretta, anche se forse fin troppo cautelativa per il caso in esame, l'applicazione della formula di Takahashi che vuole che, per pendenze medie dell'alveo superiori a 20° si utilizzi la relazione :

$$Q_{df} = 10 Q_i$$

dove Q_{df} è il massimo valore della portata della colata durante un evento.

Dati i valori di portata ricavati dalle analisi precedenti si deduce che i valori di portata della miscela liquido fangosa risultano di **57 mc/sec**, valore da intendersi complessivamente nel tratto a monte e a valle dell'attraversamento della strada agro silvo pastorale, senza considerare la possibile deposizione dei materiali trasportati in corrispondenza degli sghiaiatori presenti lungo la strada stessa sia in corrispondenza della Valle Scura che della Valle Forcella.

Da una prima analisi si evince che, trascurando che parte del materiale si possa depositare oltre che lungo la strada agro silvo pastorale anche a monte del tratto regimato, un valore di portata di picco della miscela liquido solida quale quello sopra calcolato troverebbe condizioni di criticità potenziale al passaggio della tubazione dell'acquedotto e all'attraversamento pedonale ancor prima di raggiungere il tratto tombinato.

In caso di ostruzione in questo punto e con potenziale tracimazione fuori alveo in direzione della strada che costeggia l'alveo in sponda sinistra idrografica, la stima della lunghezza della distanza percorsa dalla colata detritica può essere calcolata con il metodo di Rickenmann D. semplificato (1998) come:

$$L_{\max} = 30 * M^{0.33}$$

In considerazione di un valore di magnitudo pari a 665 mc/sec **si avrebbe una lunghezza percorsa dalla miscela detritica pari a 256 ml.**

Per distanza percorsa si intende tutta la distanza di esaurimento della deposizione della colata, pertanto sia i materiali più fini che la distanza percorsa dalle acque in deflusso con battenti tendenti a zero (questo implica la suddivisione in aree a differente grado di pericolosità da molto elevata a moderata, che si basa sulle analisi morfologiche condotte in sito come descritto nel paragrafo successivo).

10.0 Scenario di evento e individuazione delle condizioni di pericolosità

Adottando il valore di trasporto solido massimo mobilizzato durante un evento di piena, pari a 171 mc per il settore a monte dell'attraversamento della strada agro silvo pastorale e di 665 mc per il tratto a valle è stato ipotizzato uno scenario di evento e di deposizione del materiale in ragione delle caratteristiche peculiari dell'area in esame e delle opere presenti, verificate in sito in termini di interferenza con i manufatti antropici realizzati.

Dei 171 mc per il settore a monte, 54 mc fanno riferimento alla Valle Forcella che a

monte della strada agro silvo pastorale è interessata dalla vasca di contenimento in grado di contenere circa 30 mc di materiale.

La restante parte si arresterebbe lungo la strada stessa, data l'apertura del canale in direzione della strada (devono essere realizzati a breve interventi di regimazione del tratto del canale che si raccorda dal versante alla vasca di contenimento) o proseguirebbe a valle arrestandosi comunque nella zona a bassa pendenza presente a valle della strada stessa.

Relativamente alla Valle Scura, la vasca di dimensioni leggermente superiori (circa 50 mc) conterrebbe solo parte dei materiali potenzialmente mobilizzabili: circa 60 mc potrebbero fluitare a valle, lungo la condotta circolare o arrestarsi lungo la strada.

Nell'ipotesi che i 60 mc raggiungano il tratto a bassa pendenza dove è già stato rilevato un accumulo di detrito mobilizzabile, tali apporti si aggiungerebbero a quanto calcolato pari a 665 mc, ammontando a **725 mc** (complessivi della Valle Forcella nel tratto a valle della strada agro silvo pastorale).

Tali volumi possono depositarsi successivamente a partire dalla quota di 820 m s.l.m. poco prima che abbia inizio il tratto regimato, dove il fondo alveo ha bassa pendenza e la sezione un'ampiezza di oltre sei metri, per un'altezza di accumulo potenziale di circa 3 metri di sviluppo in lunghezza di 30 metri. In questo tratto e nel tratto immediatamente seguente caratterizzato dalle due briglie, potrebbero depositarsi oltre la metà dei volumi.

Nell'ipotesi che comunque i materiali raggiungano anche il tratto regimato costituito dalla serie di briglie e avente sezione utile media di circa 8 mq e sviluppo tra i due ponti carrale e pedonale di 100 metri, potrebbero essere contenuti quasi completamente all'interno del canale dove la presenza di briglie e di pendenza contenuta ne favorirebbe la deposizione.

Infine a valle del ponte carrale sono presenti le due vasche separate dalla briglia selettiva che, date le caratteristiche geometriche rilevate, possono indicativamente contenere 120 mc (la prima vasca) e 60 mc quella precedente il tratto tombinato, per complessivi 180 mc.

Nell'ipotesi quindi che tutto il materiale trasportato riesca a fluitare nel canale, il tratto regimato precedente la tombinatura e le due vasche realizzate poco a monte della stessa consentirebbero l'arresto e la deposizione dei materiali trasportati.

Nell'ipotesi tuttavia che il materiale arrivi ad intasare completamente il tombotto potrebbero comunque verificarsi fuoriuscite sia di detrito che di materiali liquido fangosi che si riverserebbero lungo la via Valle Scura andando ad interessare i fabbricati di civile abitazione posti lungo entrambi i lati della strada comunale.

E' infatti per la maggior parte lungo questa strada (foto 14) che si incanalerebbero le correnti di deflusso, con altezze dei battenti idrici di pochi decimetri, in quanto confinate lateralmente dai manufatti antropici e invitate allo scorrimento anche a velocità sostenuta dalla discreta pendenza del tratto di strada in esame.

Il trasporto solido residuo percorrerebbe la via Valle Scura arrestandosi contro i manufatti e gli ingressi alle proprietà private (come da riprese fotografiche): le correnti detritico fangose in questo tratto avrebbero comunque già perso gran parte del loro potere distruttivo, laminate soprattutto ad opera dei manufatti antropici.

A valle della strada, dove la stessa si unisce alla via Municipio è presente un'area prativa poco edificata che svolgerebbe un importante ruolo di laminazione e arresto delle correnti in deflusso (tale area può essere considerata gravata da pericolosità di grado basso H2).

Il fenomeno non sarebbe caratterizzato comunque da potere distruttivo in ragione della funzionalità delle opere di mitigazione realizzate a monte, in grado di ridurre la pericolosità dei fenomeni che possono accompagnare eventi idrologici intensi quali quelli in esame. In tale caso le acque e i detriti in trascinamento verrebbero laminate per la presenza degli ostacoli antropici presenti lungo la via perdendo via via velocità e disperdendosi a forma di ventaglio come ipotizzato nella figura 6 seguente.

Come già detto si tratterebbe di fenomeni a pericolosità moderata che interesserebbero tuttavia gran parte della via Valle Scura coinvolgendo più fabbricati che pertanto devono essere considerati comunque gravati da un basso rischio potenziale.



FOTO 14: via Valle Scura a valle del tombotto

Lo scenario più catastrofico può essere descritto supponendo che la colata in alveo venga ostacolata in corrispondenza della tubazione area dell'acquedotto o dell'attraversamento pedonale posti a monte del tratto regimato. In tal caso la colata fuoriuscirebbe presumibilmente in direzione della sponda sinistra idrografica dove è stata recentemente realizzata una strada che costeggia l'alveo e dove è ubicata la vasca di accumulo dell'acquedotto comunale (Foto 15).

La strada in virtù della pavimentazione in calcestruzzo e della pendenza, contribuirebbe ad accelerare le correnti detritico fangose fuori alveo in direzione dell'attraversamento. Il versante si stringe poi intorno alle vasche presenti a monte del tratto tombinato e in questo punto pertanto la colata potrebbe rientrare in alveo.

In base a quanto precedentemente calcolato come ipotesi di sviluppo della colata con il metodo di Rickenmann D. semplificato, la lunghezza di propagazione e di esaurimento della colata sarebbe pari a 256 metri, andando ad esaurirsi nell'area individuata dalla figura 6.

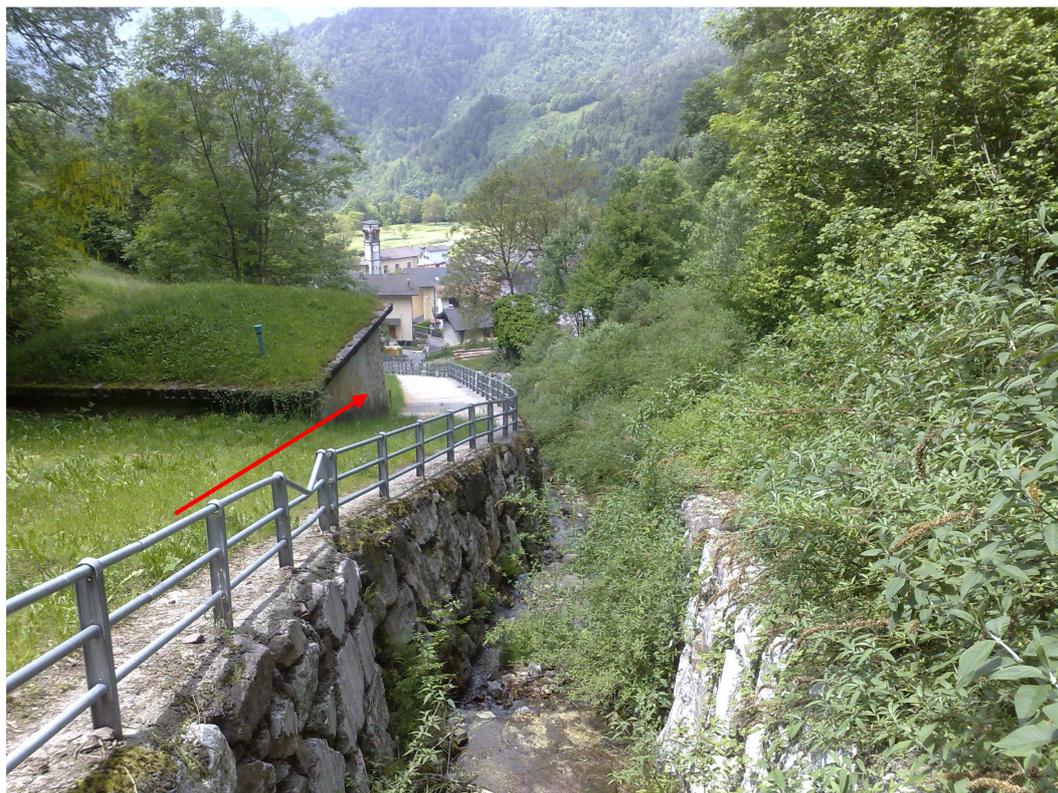


FOTO 15: la freccia indica il potenziale percorso della tracimazione fuori alveo in direzione della strada che costeggia l'alveo e in fregio alla vasca di accumulo dell'acquedotto

In sintesi per il corso d'acqua, inteso nell'ambito torrentizio attuale, possono essere individuate condizioni di pericolosità da elevata e molto elevata (la classificazione corrispondente PAI per le aree a rischio idraulico è quindi "Ee" e, associando la classificazione della pericolosità in termini di fenomeni di trasporto solido la corrispondenza è H4/H5).

Anche le aree a pericolosità elevata sono state incluse nella classe "Ee", in ragione dei due scenari sopra ipotizzati (contenimento della colata all'interno del canale sino al tratto tombinato o fuoriuscita a monte lungo la strada di accesso all'alveo).

Per le aree esterne all'ambito torrentizio e che insistono a valle del tratto tombinato, possono essere attribuite condizioni di pericolosità moderata o media (corrispondente in termini di rischio idraulico all'ambito "Em" del PAI e in termini di fenomeni di trasporto solido al grado di pericolosità "H3" in ragione dei fenomeni individuati nello scenario di evento e così descritti nell'allegato 2 della dgr 8/7374: *"pericolosità media (H3) area interessata nel passato da eventi alluvionali e da erosioni di sponda documentati su*

basi storiche; area con moderata probabilità di essere esposta a fenomeni alluvionali (esondazione) ed erosioni di sponda. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiali sabbioso - ghiaiosi".

Nella zona terminale di esaurimento della colata (cfr. figura 6) possono essere individuate condizioni di pericolosità di grado basso (H2) in termini di trasporto solido pur ricompresi nell'ambito della presente trattazione nella classificazione PAI "Em" in ragione della possibile manifestazione di deflussi di carattere prevalentemente liquido - fangoso.

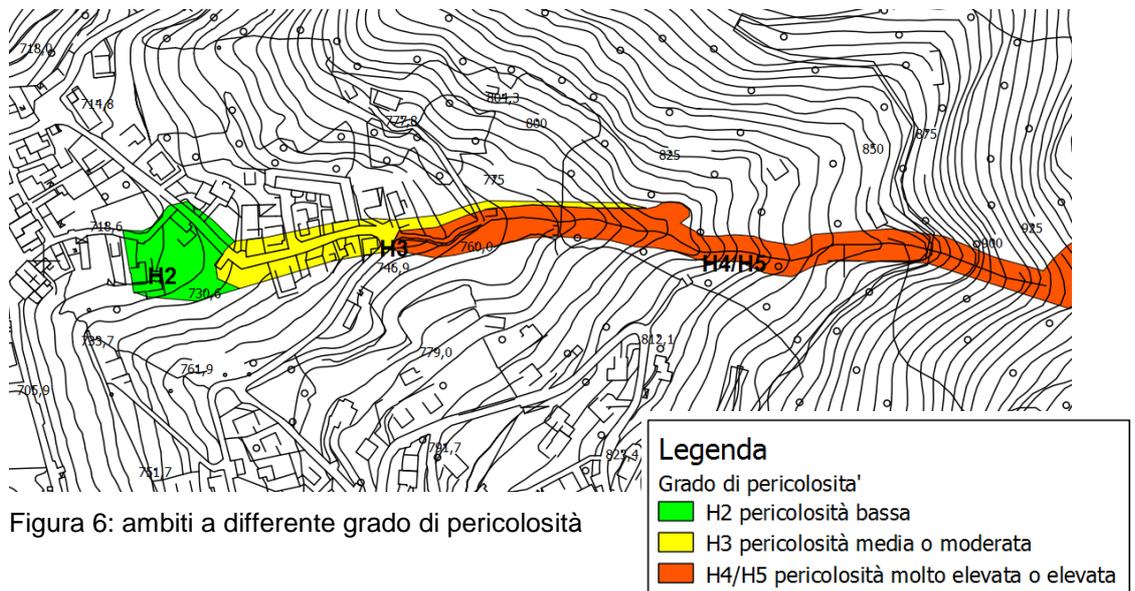


Figura 6: ambiti a differente grado di pericolosità

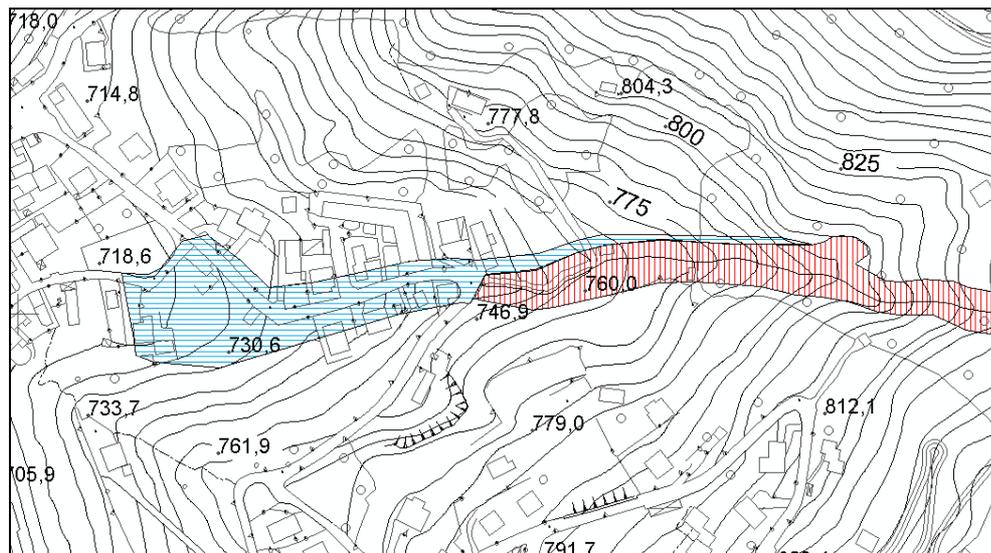


Figura 7: correlazione ambiti a differente grado di pericolosità e voci legenda PAI (pericolosità da elevata a molto elevata - barrato rosso - Ee del PAI, pericolosità media o moderata - barrato blu - Em del PAI)

11.0 Conclusioni

La presente analisi di dettaglio è stata redatta a supporto della proposta di definizione della pericolosità per fenomeni di esondazione della Valle Scura, coinvolta sia nel 1987 che nel 2002 da fenomeni di trasporto in massa con tracimazione (durante l'evento del 1987) in corrispondenza di un tratto tombinato posto lungo la via Valle Scura a monte del centro storico dell'abitato di Piazzolo. A seguito di quell'evento alluvionale sono stati realizzati importanti interventi per la mitigazione dei fenomeni.

Le analisi sono state eseguite seguendo il metodo analitico - morfologico contenuto nel documento *"criteri attuativi l.r. 12/2005 per il governo del territorio"* in riferimento all'allegato 2 e 4 tenendo comunque conto della tipologia del corso d'acqua in esame (caratterizzato da un piccolo bacino idrografico) e utilizzando oltre ai metodi analitici, soprattutto i dati ricavati dalle analisi di terreno condotte.

L'individuazione degli scenari di evento potenziale, descritti in paragrafo 10.0 e sintetizzati nelle figure allegate, ha consentito di formulare, alla luce delle analisi svolte, una proposta di definizione della pericolosità cui risulta soggetto attualmente parte dell'abitato di Piazzolo, come da figura 6.

La proposta è stata avanzata alla luce degli importanti interventi di mitigazione del rischio e di regimazione idraulica eseguiti lungo il corso d'acqua, la cui efficacia è stata anche recentemente dimostrata (evento alluvionale del luglio 2007).

La funzionalità e l'efficacia delle opere realizzate in termini di mitigazione dello stato di rischio dipende strettamente dalla manutenzione e dalla conservazione del buono stato in cui oggi si trovano tali opere, pertanto eventuali studi successivi al presente dovranno sempre verificare il buono stato di manutenzione e l'efficienza delle opere presenti lungo l'asta in esame.

Piazza Brembana, luglio 2014

Dott. Geol. Stefania Cabassi