

DOTT. GEOL. DANIELE MORO
Ordine dei Geologi della Lombardia A.P. n. 1723 sez. A

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE
GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A – RELAZIONE GENERALE

Parte I: Analisi del territorio e disamine cartografiche

PRIMA EMISSIONE: DICEMBRE 2024
REVISIONE: FEBBRAIO 2025
ADOTTATO CON D.C.C. N. 24 DEL 30-07-2025
APPROVATO CON D.C.C. N. 2 DEL 12-01-2026

INDICE

1. PREMESSA	3
2. PRINCIPALI NORMATIVE E FONTI DI RIFERIMENTO	11
2.1 Norme e strumenti di carattere pianificatorio.....	11
2.2 Norme di carattere geotecnico	12
2.3 Norme di carattere idraulico, idrogeologico ed ambientale	13
2.4 Indagini recuperate sul territorio, studi e progetti	14
2.5 Opere e studi di carattere locale.....	15
3. ANALISI GEOGRAFICA E GEOLOGICA DEL TERRITORIO	16
3.1 Contesto e caratterizzazione geografica.....	16
3.2 Elementi di climatologia locale	22
3.2.1 Generalità	22
3.2.2 Precipitazioni e regimi pluviometrici.....	23
3.2.3 Temperatura e vento	24
3.3 Caratteri geomorfologici	26
3.3.1 Dinamiche morfogenetiche generali del paesaggio di Gazzaniga	26
3.3.2 Elementi del paesaggio gravitativo e strutturale	29
3.3.3 Elementi del paesaggio fluviale e delle acque superficiali	34
3.3.4 Elementi del paesaggio carsico.....	35
3.3.5 Elementi del paesaggio a prevalente impronta antropica	37
3.3.6 Disamina delle fotografie aeree storiche	39
3.5 Caratteri geologici, litologici e pedologici	45
3.5.1 Sintesi dei litotipi costituenti il territorio gandinense	45
3.5.2 Caratteri pedologici di massima	50
3.6 Caratteri idrografici e idrogeologici	51
3.6.1 Idrografia generale del territorio.....	51
3.6.2 Criticità dei corsi d'acqua ed aree allagabili	56
3.6.3 Idrogeologia generale del territorio comunale.....	59
3.6.4 Idrogeologia degli ambiti carsici culminali e degli ambiti collinari intermedi	60
3.6.5 Idrogeologia degli altopiani intermedi e del fondovalle	61
3.6.6 Sorgenti, pozzi e derivazioni superficiali.....	62
3.6.7 Permeabilità dei terreni e delle rocce.....	63
3.7 Caratteri litotecnici di massima	67
3.7.1 Indagini geognostiche reperite nel territorio comunale.....	67
3.7.2 Caratteristiche geomeccaniche di massima di rocce e terreni valgandinesi	71
4. DISAMINA CRITICA DEGLI STRUMENTI PREVIGENTI	74
4.1 Lo studio geologico del P.G.T. (2012 – variante 2017)	74
4.2 Il Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.)	78
4.3 Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)	82
4.4 Il Piano di Emergenza Comunale vigente	87
4.5 Il Documento Semplificato del Rischio Idraulico	90
4.6 Gli studi geologici dei comuni limitrofi	94
4.7 Lo studio del Reticolo Minore e il Documento di Polizia Idraulica	96
4.8 Altri strumenti di supporto o collaterali	97
4.8.1 Inventario dei Fenomeni Franosì regionale.....	99
4.8.2 SIRVAL – C.L.P.V.....	101
4.8.3 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)	103
4.8.4 Piano di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A.)	104
4.8.5 Carta del Dissesto Idrogeologico e Pericolosità dei Territori Montani e Collinari	106
4.8.6 Catasto Speleologico Lombardo	108
4.8.7 Progetto Sinkhole – Database Nazionale Sinkhole	110
4.8.8 Progetto ITACHA – Catalogo delle Faglie Capaci	111
4.8.9 Dati di interferometria radar satellitare	112
4.8.10 Piano Cave provinciale e Carta delle cave cessate	116

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

4.8.11	Cartografia regionale delle opere di difesa del suolo	118
4.8.12	Dati relativi ai siti contaminati e bonificati	120
4.8.13	Banca Dati Geologica del Sottosuolo	122
4.8.14	Carta delle piccole derivazioni di acque	123
4.8.15	Carta degli scarichi autorizzati in corpo d'acqua superficiale	125
4.8.16	Carta delle aree di concessione delle acque minerali e termali	127
4.9	Excursus storico dei dissesti avvenuti	128
4.9.1	Alluvione del luglio 1972	132
4.9.2	Campo sportivo di Masserini (ottobre 2024)	136
4.9.3	Pendio a monte di Masserini (ottobre 2024)	137
4.9.4	Cadute massi sul versante nord del Monte Cedrina	138
4.9.5	Clacchei (19 settembre 2023)	142
4.9.6	Clacchei (2020)	145
4.9.7	Clacchei (30 maggio 2019)	147
4.9.8	Gó, sentiero Val Vertova (ottobre 2023)	149
4.9.9	Fianco est dell'altopiano di San Rocco (ottobre 2024)	151
4.9.10	Val Misma (novembre 2024)	152
4.9.11	Ospedale Briolini (10 luglio 1972)	153
4.9.12	Valle San Carlo, Via Galliano	154
4.9.13	Dissesti lungo la strada per la Val de Grü (aprile – maggio 2021)	155
4.9.14	Frana in Via San Rocco (27 ottobre 2020)	156
4.9.15	Trasporto solido in località Casli di Taà (19 maggio 2020)	158
4.9.16	Cadute massi a Piazzoli (Base Scout) del 6 marzo 2019	159
4.9.17	Smottamento lungo la strada per la Val de Grü (31 maggio 2018)	160
4.9.18	Tornante di Via Bossetti ad Orezzo (ottobre 2024)	161
4.9.19	Campo sportivo di Orezzo (14 giugno 2016)	164
4.12.20	Valletta sopra chiesa di Masserini (giugno 2016)	166
4.9.21	Valle Masserini (o Valle di Cincio) (giugno 2016)	167
4.9.22	Smottamento superficiale di Via Bossetti	168
4.9.23	Valli Masserini e San Carlo tombinate (giugno 2016)	169
4.9.24	Cadute massi in località Piazzoli (18 luglio 2014)	170
4.9.25	Frana Piazzoli (20 settembre 2010)	173
4.9.26	Frana di Roncliscione (9 maggio 2006)	174
4.9.27	Strada dei Grumei (frazione Masserini) (novembre 2014)	177
4.9.28	Strada per Mozzo (autunno 2024 – gennaio 2025)	180
4.10	Considerazioni generali sui dissesti	183

1. PREMESSA

Il Comune di Gazzaniga ha incaricato lo scrivente di redigere l'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.

DATI ESSENZIALI	
COMMITTENTE	Amministrazione Comunale di Gazzaniga
STUDIO	Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio
COMUNE	Gazzaniga (Bergamo)
TIPO DI STUDIO	Pianificazione territoriale
DATA	Dicembre 2024 (prima emissione) Febbraio 2025 (revisione)

L'aggiornamento si è reso necessario, in seno alla revisione complessiva del P.G.T., per ottemperare ad una serie di disposizioni normative, recepire una serie di nuovi strumenti pianificatori e, più in generale, adeguare lo studio geologico vigente anche alla luce di tutta una serie di informazioni di terreno precedentemente ignote o non considerate.

Lo studio geologico di Gazzaniga previgente, completo anche delle carte tematiche di base, è stato redatto dalla G.E.A. e risale al 2012, aggiornando un vecchio studio precedente del 1999 (Dott. Geol. Carlo Lurati di Parè) redatto all'epoca ai sensi della L.R. 41/1997. Esiste inoltre una variante di febbraio 2017, legata principalmente alla proposta di alcuni studi di dettaglio; tuttavia, secondo le informazioni fornite dall'Ufficio Tecnico, tale variante non ha mai completato l'iter di approvazione ed è quindi, di fatto, abbandonata.

Come nota a margine, si fa altresì presente che lo studio del Reticolo Idrico di Gazzaniga, redatto sempre dallo Studio G.E.A. e attualmente in fase di aggiornamento da parte dello scrivente, è ancora più vecchio e non ha mai avuto revisioni successive (risale precisamente al 2006); sebbene formalmente e fattivamente distinto dalla componente geologica del P.G.T., lo studio del Reticolo Idrico (oggi Documento di Polizia Idraulica comunale) ha evidentemente connessioni dirette con la stessa, poiché da una parte rappresenta anche le aree esondative dei corsi d'acqua traendole dalla componente geologica, e dall'altra entra a far parte della Carta dei Vincoli (oltre che nella cartografia di base) dello studio geologico comunale; ciò a maggior ragione se si considera che si sta procedendo anche alla redazione del Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale.

Per quanto attiene alle cartografie tematiche di base, occorre precisare che dal 2012 ad oggi sono emersi numerosissimi elementi che rendono più che mai opportuna una revisione completa. In particolare:

- la Carta Litologica previgente si basa sulle Cartografie Geoambientali regionali e forse parzialmente sulla Carta Geologica della Provincia di Bergamo; nel frattempo, però, è stata redatta la nuova Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG), notevolmente più accurata, anche sulla scorta delle conoscenze dirette dello scrivente; la nomenclatura stratigrafica delle unità quaternarie è peraltro pressoché completamente cambiata;
- la Carta Geomorfologica previgente necessita di aggiornamenti anche solo per via dei dissesti nel frattempo avvenuti;
- la Carta Idrografica e la Carta Idrogeologica richiedono aggiornamenti per via della diversa ubicazione delle sorgenti, nonché per i corsi d'acqua, da aggiornare (in modo molto consistente) coerentemente con la revisione del R.I.M.;
- la Carta Litotecnica va necessariamente aggiornata sulla scorta della nuova Carta Geologica e dei numerosissimi dati geognostici resisi nel frattempo disponibili sul territorio.

Per quanto concerne le cartografie di proposta (Carta P.A.I.-P.G.R.A., Carta dei Vincoli, Carta di Sintesi, Carta di Fattibilità Geologica), la componente sismica, le Norme Geologiche di Piano, e di riflesso ancora le cartografie tematiche di base, occorre precisare anche che dal 2011 e dal 2016 in avanti sono intercorse numerose novità normative e sono sorti nuovi elementi pianificatori che vanno necessariamente recepiti nel nuovo studio geologico. In particolare:

- lo Studio G.E.A. ha redatto il Piano di Emergenza Comunale, individuando una serie di rischi idrogeologici, che vanno analizzati uno ad uno al fine di comprendere se e come recepirli;
- nel 2015 è nato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, con tutti i suoi successivi aggiornamenti fino al 2023; il Piano indica aree esondative sia sui corsi d'acqua dell'ambito RSCM (derivanti in linea generale dalle aree P.A.I. di cui allo studio del 2012), sia sull'ambito RP del Fiume Serio;
- la contestuale redazione del Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale ha permesso di effettuare rilievi in campo con il Gestore Idrico (Uniacque), individuando una lunga serie di criticità legate a problematiche di cattivo drenaggio stradale o insufficienze delle reti di smaltimento delle acque meteoriche, nonché commistioni tra reticolo naturale e fognatura; si tratta di informazioni sostanziali che non possono essere ignorate nello studio geologico del P.G.T.; inoltre, il DOSRI ha altresì individuato una serie di possibili misure strutturali che andranno recepite nel Piano dei Servizi, nonché una serie di aree inadatte all'infiltrazione di acque nel suolo che devono essere considerate a livello di Norme Geologiche di Piano;
- la componente sismica del 2012 ha basato le proprie analisi di 2° livello su n. 15 misure geofisiche distribuite in varie aree del territorio, fornendo già un buon quadro della situazione; tuttavia, si ritiene opportuno integrare l'analisi con altri dati geofisici che è stato possibile recuperare nel frattempo grazie al materiale messo a disposizione dall'Ufficio Tecnico.

Inoltre, si rammenta che la D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738, al punto 3.2 (*Disposizioni relative al Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)*), dispone che *“entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell’Ortofoto AGEA 2015 (pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, d’intesa con l’Autorità regionale o provinciale competente in materia. L’intesa si intende raggiunta se le valutazioni vengono svolte secondo le metodologie riportate nell’Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/201121. La valutazione deve avere le finalità descritte al paragrafo 4. “Disposizioni relative all’edificio esistente esposto al rischio”. Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell’ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA. Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio è facoltà del Comune applicare, anche all’interno degli edifici esistenti, le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M (Aree Ee ed Eb) o richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che utilizzi come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA.”*

All’interno del territorio di Gazzaniga, aree a rischio R4 sono situate prevalentemente lungo il Fiume Serio, e secondariamente lungo corsi d’acqua secondari.

Si rende quindi necessario, nell’attuale revisione dello studio geologico del P.G.T., effettuare gli approfondimenti richiesti, ed in particolare:

- per le aree R4 lungo il Serio e i torrenti Rova e Rovaro, il Comune ha dato incarico direttamente ad altro Professionista (Dott. Geol. Alessandro Chiodelli di Mozzo), pertanto sono stati acquisiti i contenuti dei suoi studi;
- per le aree R4 minori, per lo più ricadenti lungo aree “Ee” perimetrate su corsi d’acqua secondari, si è tenuto conto a livello di Norme Geologiche di Piano, proponendo prescrizioni, accorgimenti tecnico-costruttivi e/o richieste di approfondimento sia per eventuali nuovi interventi (laddove consentiti dalla normativa), sia per interventi sull’edificio esistente; queste piccole aree finiscono comunque, di fatto, tutte in classe di fattibilità 4.

Gli approfondimenti relativi alle aree esondabili R4 sono contenuti in un apposito allegato alla relazione principale (→ Elaborato C).

Sono state inoltre perimetrate, su basi geomorfologiche e sulla scorta dei dati storici a disposizione e dei rilievi di terreno, la conoide dei torrenti Valle Masserini e Valle San Carlo sul centro storico (in precedenza non riconosciuta come conide), e la conoide della Valle Misma (già riconosciuta come conoide ma con morfologia approssimativa).

È altresì utile tener presente che, dal 2012 ad oggi, il territorio di Gazzaniga è stato ovviamente interessato da numerosi interventi edificatori, sia pubblici che privati, per alcuni dei quali sono disponibili i dati di terreno, principalmente di carattere geologico-geotecnico (stratigrafie, indagini dirette e indirette, parametri geomeccanici dei terreni, ecc.), idrogeologico (permeabilità dei terreni, soggiacenza della falda, ecc.) e sismico, forniti dall'Ufficio Tecnico. Si tratta di informazioni circostanziate e preziose, che apportano elementi innovativi spesso sostanziali, permettendo di ridefinire in modo significativo determinate aree di criticità geologica (si pensi, per esempio, alle “aree con caratteristiche geotecniche scadenti” e via dicendo).

Nella redazione del presente studio (e dei contestuali Documento di Polizia Idraulica e Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale), lo scrivente, pur partendo in linea di massima dai dati preesistenti, ha effettuato un nuovo rilevamento “a tappeto” del territorio comunale, facilitato naturalmente anche della propria conoscenza pregressa dei luoghi. Ciò ha permesso di revisionare numerose situazioni, aggiungere elementi innovativi sostanziali (specie di carattere geomorfologico) ed elevare il grado di dettaglio dello studio, anche per esempio con la compilazione di schede descrittive per i dissesti modificati e per le sorgenti. Il lavoro di campagna ha costituito in effetti una parte preponderante fra le attività di redazione del presente studio, ma è stato ritenuto necessario proprio al fine di correggere incongruità, controllare la validità dei nuovi dati pianificatori ed apportare elementi di aggiornamento rilevanti. In particolare, un grosso lavoro di revisione è stato fatto sui dissesti, perimetrati in gran numero nello studio precedente ma, secondo quanto si è potuto verificare

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

e verrà descritto poi nel dettaglio (→ Elaborato A.2), spesso derivanti semplicemente dall'Inventario Fenomeni Franosi e privi di riscontri concreti sul terreno, oppure effettivamente esistenti ma molto differenti rispetto a quanto prospettato.

In questo solco si è inserita anche la consultazione di varie opere di carattere locale, che hanno apportato elementi conoscitivi utili su alcune tematiche specifiche.

Sono infine pervenute alcune osservazioni/proposte/segnalazioni di carattere geologico da parte di cittadini, che lo scrivente ha preso in considerazione, operando scelte conseguenti nello studio sulla scorta del proprio giudizio.

In definitiva, il nuovo aggiornamento della componente geologica del P.G.T. sostituisce *de facto* tutti gli elaborati precedenti, sia tematici che di proposta.

Nel complesso, i nuovi elaborati sono riassunti nella seguente tabella.

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

ELABORATO	TITOLO	DESCRIZIONE
A.1 – A.3	Relazione Generale <i>suddivisa in tre volumi per maggior facilità di consultazione</i>	Descrive le caratteristiche geologiche di Gazzaniga, descrive tutte le cartografie, i metodi e criteri di redazione del nuovo studio geologico, contiene l'analisi sismica di 2° livello e la descrizione delle modifiche effettuate al Quadro Dissesti, al P.G.R.A., alla vincolistica ed alla fattibilità geologica <i>Sostituisce la Relazione Tecnica del 2012</i>
B	Norme Geologiche di Piano	Costituisce il corpus normativo geologico del P.G.T., separato per comodità di consultazione dalla Relazione Generale <i>Sostituisce la parte normativa degli studi precedenti</i>
C	Approfondimento Aree R4	Descrive dettagliatamente l'analisi delle aree R4. <i>Non presente negli studi precedenti</i>
D	Allegato – Schede Sorgenti e Pozzi	Descrizione delle sorgenti e dei pozzi. <i>Sostituisce l'equivalente allegato dello studio precedente</i>
-	Studio di dettaglio conoide Torrente Rovaro	Studio di dettaglio con relative tavole (incluse nella relazione). <i>Non presente negli studi precedenti</i> A firma del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli
-	Studio di dettaglio conoide Torrente Rova	Studio di dettaglio con relative tavole (incluse nella relazione). <i>Non presente negli studi precedenti</i> A firma del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli
-	Approfondimento relativo alle aree esondabili del Fiume Serio	Analisi di dettaglio delle aree esondabili sul Fiume Serio <i>Non presente negli studi precedenti</i> A firma del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli
Tavola 1	Carta Corografica con Elementi Toponomastici	Carta geografica d'insieme del territorio, su base CTR in scala 1:5000 <i>Non presente negli studi precedenti</i>
Tavola 2	Carta degli Elementi Conoscitivi	Evidenzia le fonti da cui derivano i dati utilizzati per costruire lo studio <i>Non presente negli studi precedenti</i>
Tavola 3	Carta Geomorfologica e Clivometrica	Rappresenta gli elementi morfologici del territorio, inclusi i dissesti e i corsi d'acqua, ed evidenzia la pendenza dei versanti <i>Sostituisce la Carta Geomorfologica precedente</i>

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Tavola 4.1	Carta Geolitologica	Rappresenta le unità stratigrafiche del substrato roccioso e dei depositi superficiali, le giaciture e gli elementi tettonici; comprende anche una sezione geologica <i>Sostituisce la Carta Litologica precedente</i>
Tavola 4.2	Carta Geopedologica	Suddivide il territorio in base alle caratteristiche dei suoli <i>Non presente negli studi precedenti</i>
Tavola 5	Carta Idrografica e Idrogeologica	Rappresenta i corsi d'acqua, le sorgenti e i pozzi, la soggiacenza della falda, la permeabilità dei terreni ed ogni altro elemento inerente all'idrografia e idrogeologica <i>Sostituisce la Carta Idrografica e la Carta Idrogeologica precedenti</i>
Tavola 6	Carta Litotecnica	Suddivide il territorio in base alle caratteristiche geomeccaniche delle rocce e dei terreni; riporta le ubicazioni dei dati geognostici recuperati <i>Sostituisce la Carta Litotecnica precedente</i>
Tavola 7	Carta P.A.I.-P.G.R.A.	Rappresenta le aree di dissesto P.A.I. e le aree esondative del P.G.R.A.; la sua redazione è richiesta dalla D.G.R. X/6738 in sostituzione della vecchia Carta del Dissesto con Legenda P.A.I. <i>Sostituisce la Carta del Dissesto P.A.I. precedente</i>
Tavola 8	Carta della Pericolosità Sismica Locale	Suddivide il territorio in base agli scenari di amplificazione sismica locale; riporta le ubicazioni delle indagini sismiche eseguite e recuperate <i>Sostituisce la Carta della Pericolosità Sismica Locale precedente</i>
Tavola 9	Carta dei Vincoli Geologici	Rappresenta i vincoli geologici secondo quanto disposto dalla D.G.R. 2616/2011 (aree in dissesto P.A.I., aree P.G.R.A., geositi, vasche di laminazione, vincolo di polizia idraulica, aree di salvaguardia di captazioni idropotabili) <i>Sostituisce la Carta dei Vincoli precedente</i>
Tavola 10	Carta di Sintesi	Suddivide il territorio in base alle tipologie ed entità delle criticità geologiche <i>Sostituisce la Carta di Sintesi precedente</i>
Tavola 11	Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	Suddivide il territorio in classi e sottoclassi di fattibilità geologica <i>Sostituisce la Carta di Fattibilità Geologica precedente</i>
Allegato	Dichiarazione sostitutiva atto di notorietà	Dichiarazione richiesta dalla normativa

2. PRINCIPALI NORMATIVE E FONTI DI RIFERIMENTO

2.1 Norme e strumenti di carattere pianificatorio

- Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po
- Piano di Gestione del Rischio Idraulico (P.G.R.A.), aggiornamento 2020
- D.G.R. 30.XI.2011 n. IX/2616 – Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”
- L.R. 12 ottobre 2015 n. 33 – Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche
- D.G.R. 30.III.2016 n. X/5001 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- D.G.R. 19.VI.2017 n. X/6738 – Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po
- D.G.R. n. 470 del 2018 – Semplificazione delle procedure per le varianti di adeguamento al PAI e PGRA
- D.G.R. n. 6314 del 2022 – Modifica delle procedure per l'approvazione degli aggiornamenti ai piani di bacino proposte dai Comuni
- D.G.R. n. 6702 del 2022 – Dati e studi di riferimento per la componente geologica dei PGT
- D.G.R. n. 7564 del 2022 – Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT relativa al tema degli sprofondamenti (sinkhole)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

- Primo studio geologico comunale ai sensi della L.R. 41/1997 – Dott. Geol. Carlo Lurati, 1999
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Studio G.E.A., 2012 (primo studio geologico comunale coerente con i criteri della L.R. 12/2005)
- Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Variante n. 1 – Studio G.E.A., 2017 (iter non completato)
- Studio del Reticolo Idrico Minore previgente – Studio G.E.A., 2006
- Nuova Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG
- Progetto ITACHA sul Geoportale ISPRA (Catalogo delle faglie capaci)
- Inventario dei Fenomeni Franosi sul Geoportale regionale e sul Geoportale ISPRA
- Progetto Sinkhole sul Geoportale ISPRA
- Carta Geologica della Provincia di Bergamo – 2001
- Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe sul Geoportale regionale
- Portale Cartografico Nazionale
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)
- Atlante dei Dissesti P.A.I.
- Cartografia Geoambientale della Lombardia

2.2 Norme di carattere geotecnico

- DECRETO MINISTERIALE 17.01.2018 – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (“N.T.C. 2018”) e Circolare Esplicativa 2019
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008
- UNI ENV 1997-1(2002): Eurocodice 7 – “Progettazione Geotecnica”
- UNI ENV 1998-5(2001): Eurocodice 8 – “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”

2.3 Norme di carattere idraulico, idrogeologico ed ambientale

- R.D. n. 523 del 25 luglio 1904 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
- D.G.R. n. 4439 del 30 novembre 2015
- L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 – Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua
- D.G.R. n. 7581 del 18 dicembre 2017 – Riordino reticolo idrici e revisione canoni di polizia idraulica e determinazione percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica
- Delibera n. 5714 – Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica – aggiornamento della D.G.R. 14 dicembre 2020 n. XI/4037 e dei relativi allegati tecnici
- R.R. n. 7 del 2017 – Criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica
- R.R. n. 8 del 2019 – Modifiche al R.R. 7/2017
- D.Lgs. 152/2006 – Testo Unico Ambientale
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni aggiornamento 2023 (P.G.R.A.)
- Piano di Tutela e Uso delle Acque regionale (P.T.U.A.)

2.4 Indagini recuperate sul territorio, studi e progetti

Lo scrivente ha avuto modo di recuperare, grazie alla fattiva collaborazione dell'Ufficio Tecnico, numerose indagini geologico-geotecniche eseguite negli ultimi vent'anni nel territorio di Gazzaniga; si tratta di importanti fonti d'informazione sia per la caratterizzazione geologica e litotecnica del territorio, sia ancor più per la caratterizzazione sismica. Per l'elenco delle indagini recuperate, si rimanda al § 3.7.1.

Si elencano inoltre di seguito alcuni progetti eseguiti da vari Professionisti sul territorio, che a vario titolo sono stati consultati:

- Recupero ambientale e messa in sicurezza di due tratti della strada comunale del Roncliscione – Geom. Camillo Bertocchi, 2002
- Progetto degli interventi di stabilizzazione del movimento franoso in località Roncliscione – Studio G.E.A., 2007
- Interventi di sistemazione del dissesto idrogeologico in località Masserini (progetto preliminare) – Dott. Geol. Amadio Poloni, aprile 2015
- Intervento di ripristino tratto di strada franato in Val di Gru località Clacchei (progetto esecutivo) – Ing. Stefano Imberti, 2019
- Lavori di ampliamento e sistemazione strada provinciale SP41 nel territorio di Gazzaniga (progetto esecutivo) – elaborati geologici a cura del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli, marzo 2024
- Interventi di ripristino della viabilità e di mitigazione del rischio in località Clacchei (progetto di fattibilità tecnico-economica) – elaborati geologici a cura del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli, marzo 2024
- Piano di rischio idrogeologico della Valle Vertova – Ing. Alberto Frassoni e Dott. Geol. Marco Maggi, ottobre 2024

2.5 Opere e studi di carattere locale

Al fine di analizzare più compiutamente alcune particolari situazioni del territorio con potenziali riflessi geologici, sono state consultate opere locali di carattere storico, scientifico e geografico. Tra di esse meritano citazione e particolare rilievo:

- *I dissesti prodotti dal nubifragio del 10 luglio 1972 nella bassa Valle Seriana*, parte del *Bollettino dell'Associazione Mineraria Subalpina – anno XVIII numero 1-2* (Govi e Mortara, 1981). Il testo contiene una relazione e documentazione fotografica circa il nubifragio occorso nel 1972 in media e bassa Val Seriana, con particolare interessamento del territorio di Gazzaniga.
- Documentazione fotografica sull'alluvione del 1972 reperibile liberamente in vari siti web (Araberara, Valseriana News, Storylab, ecc.)

3. ANALISI GEOGRAFICA E GEOLOGICA DEL TERRITORIO

3.1 Contesto e caratterizzazione geografica

Il territorio comunale di Gazzaniga si colloca interamente sulla sponda idrografica destra della media Val Seriana.

La superficie complessiva del territorio è pari a circa 14,5 km², con quote variabili tra i circa 360 m s.l.m. del fondovalle e i 1539 m s.l.m. del Monte Suchello.

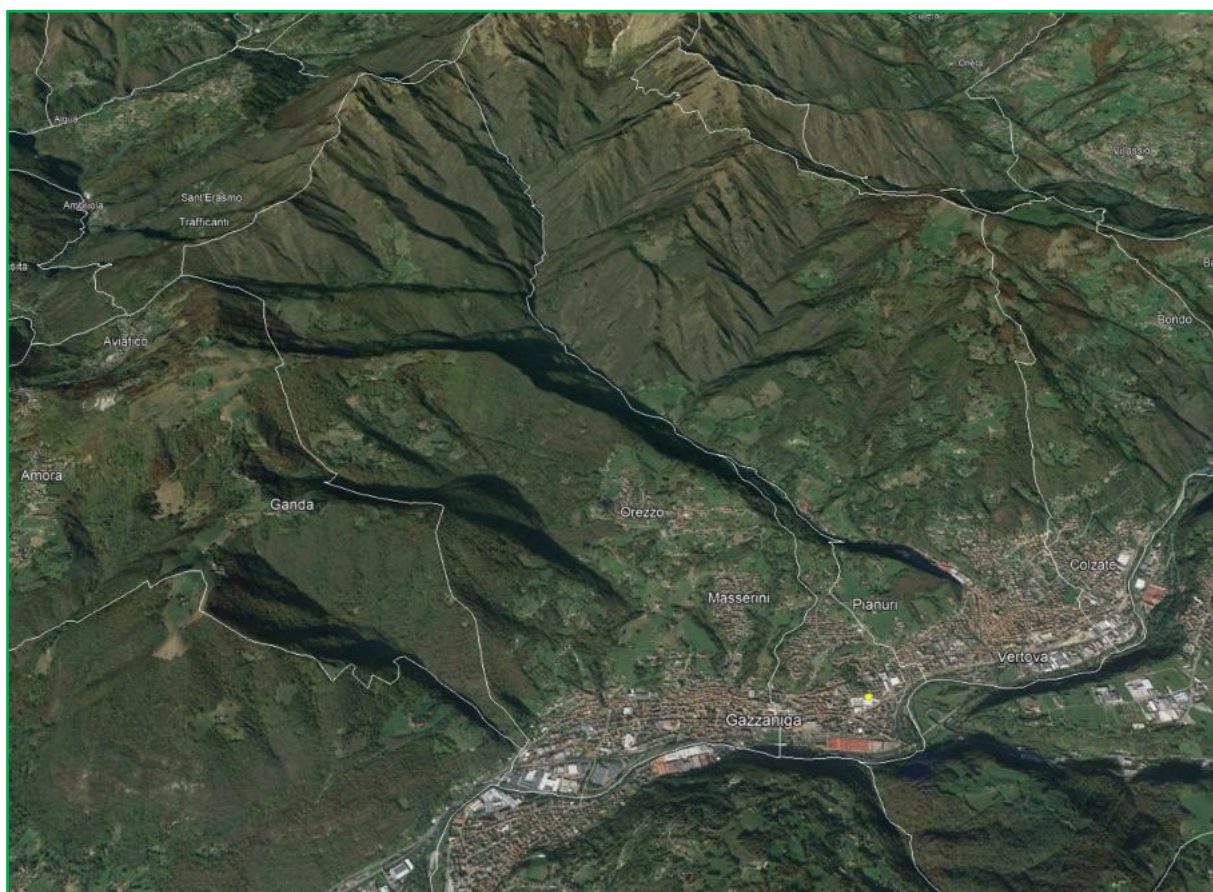


Figura 1 – Inquadramento del territorio di Gazzaniga in 3D (da Google Earth)

Al pari di altri comuni del fondovalle seriano, Gazzaniga evidenzia alcuni caratteri tipici, che si possono così riassumere:

- presenza di tre comparti morfologici ben distinti in base all'altitudine: rilievi di alta collina o media montagna calcarei o calcareo-dolomitici, con morfologie abbastanza aspre, ad eccezione della zona di Orezza che presenta forme più dolci e pendenze meno importanti; altopiani di mezza quota diffusamente abitati ed antropizzati, divisi tra loro da profondi valloni, poggiati su depositi alluvionali antichi (conglomerati) sovrastati da imponenti coltri alteritiche; fondovalle subpianeggiante pressoché completamente urbanizzato, costituito da depositi alluvionali del Serio;
- intensa antropizzazione, pur rimanendo ancora ampie aree con discreti o buoni gradi di naturalità, specialmente nelle zone alte;
- presenza di torrenti piuttosto rilevanti, tra cui spiccano il Vertova (marginale), il Rovaro ed il Rova, dotati di numerosi affluenti minori.

Il comparto alto di Gazzaniga, che può definirsi di alta collina e media montagna, è costituito dai rilievi che fanno da spartiacque ad ovest tra la Val Seriana e la Val Serina, a confine con Costa di Serina, a sud-ovest con Aviatico, a nord con Vertova attraverso il solco vallivo della Val Vertova. Questo comparto è occupato in larga misura da boschi di latifoglie, interrotti da isolate aree pascolive, fra cui spiccano quella della Val de Grù e quella di Platz con i relativi agglomerati. I segni morfologici di spicco di questo comparto sono le morfologie carsiche superficiali sviluppate ad ogni scala (paesaggio a dossi e depressioni, doline anche con inghiottitoi, pinnacoli rocciosi, uvala), i grandi e profondi valloni, le contropendenze e gli sdoppiamenti di cresta dovuti alle ampie deformazioni gravitative dei pendii. Più dolci sono le zone di Orezza e di Ganda Lunga, dove i rilievi prevalentemente prativi, esposti a sud, digradano con pendenze più moderate verso il comparto degli altopiani intermedi. Il rilievo più alto è il Monte Suchello, 1539 m s.l.m.; altro importante rilievo è il monte Cedrina, allungato a cresta in direzione ovest-est, caratterizzato da fitte cadute massi sul versante esposto a nord verso la Val Vertova.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 2 - Il comparto montano di Gazzaniga visto da est, con l'ampio bacino della Val Vertova e, a sinistra nell'immagine, il più piccolo bacino della Val Roa con l'abitato di Orezza



Figura 3 - Scorci del versante nord del Monte Cedrina dalla Val de Grù (a sinistra) e di Orezza (a destra)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 4 – Il bacino alto della Val Rova in direzione del Passo di Ganda e del Monte Poieto

Il comparto intermedio è caratterizzato da tre altopiani divisi tra loro da profonde incisioni vallive: l'altopiano di San Rocco (il più ampio) a sud-ovest, quello di Masserini in posizione centrale, e quello di Mozzo, più piccolo, ad est. Gli altopiani hanno ossatura in conglomerato pleistocenico sovrastato in genere da alteriti limoso-argillose di ingente spessore; i valloni che ne hanno inciso i margini sono spesso interessati da dissesti. Possono essere ascritte a questo comparto anche le zone pascolive del Gruppo Cerete e di Via Pascoli a sud-ovest, sebbene abbiano caratteri leggermente diversi e non siano dei veri e propri altopiani. Le valli che dividono gli altopiani tra loro sono, da sud-ovest verso nord-est, rispettivamente: il Torrente Rova (che divide il Gruppo Cerete da San Rocco), la Valle Masserini (che divide San Rocco da Masserini), la Valle San Carlo (che separa Masserini da Mozzo) ed infine la

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Valle Misma (che separa Mozzo da San Fermo). Pressoché ubiquitaria in questo comparto la presenza dell'uomo, con abitazioni, caschine storiche ed aziende agricole, nonché con l'abitato di Masserini, che è una vera e propria frazione.



Figura 5 – Scorcio dell'altopiano di San Rocco al Lago

Nel comparto di fondovalle si concentra l'agglomerato urbano principale. Si tratta di un vasto pianoro sviluppato da nord-est (in continuità con Fiorano al Serio) a sud-ovest (in continuità con Albino), costituito da più terrazzi alluvionali divisi tra loro da scarpate di minore entità, comunque abbastanza percepibili. Le piane alluvionali seriane originarie sono per ampie aree coperte dai corpi di conoide del Rovaro, del Rova, della Valle Masserini e della Val

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Misma; particolarmente percepibili le prime due conoidi, coalescenti tra loro, che hanno determinato anche una deviazione del Serio. Caratteristica importante del fondovalle di Gazzaniga è la diffusa copertura dei corsi d'acqua secondari, quasi tutti tombinati al di sotto dell'abitato per lunghi tratti, con tutte le criticità del caso.

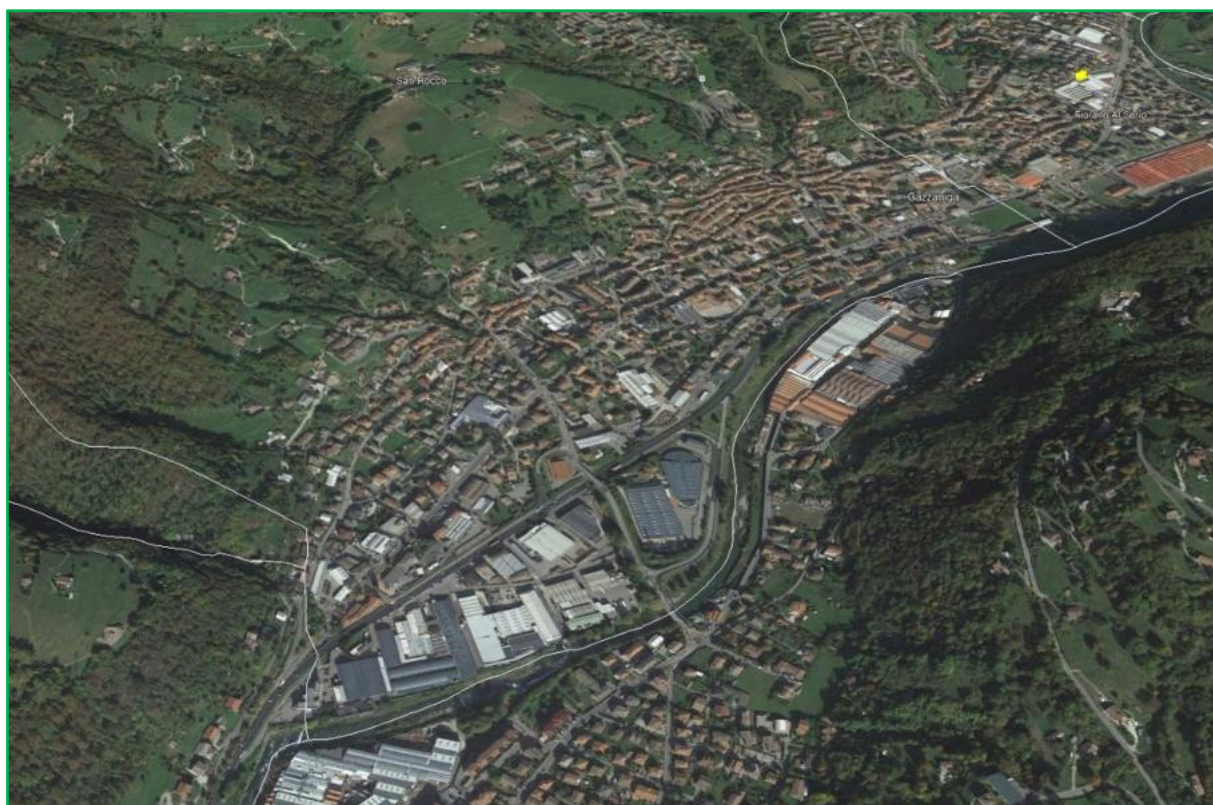


Figura 6 – Il fondovalle seriano di Gazzaniga

Nella porzione di fondovalle si concentrano, oltre all'abitato, anche la maggior parte degli insediamenti artigianali ed industriali, in particolare nella zona di Via Salici, a sud della superstrada; si tratta di aree che presentano rischi di esondabilità dovuti sia al Serio, sia alle conoidi del Roa e del Rovaro.

3.2 Elementi di climatologia locale

3.2.1 Generalità

Gazzaniga ricade nel settore prealpino delle Orobie. il clima è direttamente influenzato dal contesto geografico circostante, ed in particolare:

- dalla vicinanza del Mediterraneo, fonte di masse di aria umida e mite;
- dalla vicinanza dell'area atlantica, fonte di masse di aria umida e relativamente mite, ma generalmente più fredda di quella che staziona sul Mediterraneo;
- dalla vicinanza della massa continentale europea, che nella stagione invernale è fonte di masse d'aria fredda il cui ingresso nella pianura padana è favorito dalla conformazione a catino con apertura verso est;
- dalla presenza dell'arco alpino ed appenninico settentrionale, barriere in grado di creare notevoli discontinuità nelle masse d'aria;
- dalla presenza dei laghi prealpini italiani con peculiari effetti mesoclimatici;
- dalla presenza di una delle principali valli alpine con direzione est – ovest (la Valtellina) e di alcune grandi valli con direzione nord - sud (Ticino, Val Chiavenna, Val Camonica) in grado di influenzare la circolazione nella bassa e media troposfera.

Tutto questo conferisce caratteri di elevata stabilità alle masse d'aria della pianura, il che risulta particolarmente evidente nel periodo invernale ed in quello estivo. In inverno, in particolare, si riscontra un'elevata frequenza di nebbie e di gelate associate a fenomeni di inversione termica nei bassi strati, condizioni queste peraltro favorevoli all'accumulo di inquinanti nelle porzioni di atmosfera più vicine al suolo.

In estate il tempo è caratterizzato dalla distribuzione relativamente uniforme della pressione (campi a debole gradiente o campi livellati). In questa stagione assistiamo ad elevati accumuli di energia nei bassi strati in forma di vapore per effetto dell'intenso soleggiamento. Tali accumuli, favoriti dalla presenza di una fitta rete idrica superficiale e di vaste aree a colture irrigue, fanno sì che instabilizzazioni di entità relativamente modesta (per esempio

irruzioni di aria più fredda nella media troposfera) possano dar luogo ad attività temporalesca, accompagnata da vento forte, rovesci e grandinate; tali fenomeni sono divenuti sempre più intensi negli ultimi anni a causa del global warming e del conseguente incremento di energia nell'atmosfera.

Prescindendo dall'attività temporalesca estiva, possiamo osservare che le principali strutture meteorologiche responsabili delle situazioni di tempo perturbato sull'area sono le saccature (depressioni a forma di V), alimentate dal flusso perturbato atlantico, ed i minimi isolati sul Mediterraneo (fra cui rientrano le depressioni del Golfo di Genova). In particolare, il maggior contributo alle precipitazioni della Lombardia deriva da condizioni di flusso perturbato meridionale, di norma associate a saccature che nel loro transito da ovest verso est interessano il Mediterraneo centro-occidentale.

In tali condizioni è frequente assistere all'isolarsi di minimi depressionari sul Golfo di Genova, che esercitano un caratteristico "effetto volano", determinando il protrarsi delle condizioni di tempo perturbato sulla nostra area; infatti, la traiettoria di tali sistemi, di norma verso oriente, fa sì che essi transitino sulla pianura padana influenzandone le condizioni meteorologiche prima di esaurirsi in Adriatico.

Un certo effetto sul quadro delle precipitazioni della Lombardia è poi dovuto agli altri tipi di depressioni isolate presenti sul Mediterraneo (ad esempio le depressioni africane).

3.2.2 Precipitazioni e regimi pluviometrici

La Val Seriana, come gran parte delle valli alpine, si contraddistingue per quanto attiene alla pluviometria per la presenza di un massimo più elevato in primavera (maggio) ed uno secondario in autunno, nonché di un minimo ben definito in inverno.

I valori talvolta elevati delle precipitazioni estive collocano l'ambito di studio in una situazione transizionale fra il regime sublitoraneo padano e quello continentale alpino.

I totali di gennaio e febbraio si mantengono solitamente inferiori a quelli di dicembre; giugno presenta in generale valori superiori a quelli di luglio e agosto. Significativo il comportamento di agosto che, in casi eccezionali, assume valori di precipitazione che si collocano fra i più elevati dell'anno.

I dati della Regione Lombardia, riferiti ad un intervallo temporale significativo (1891-1990), attribuiscono all'ambito della Valgandino valori pluviometrici massimi di circa 2.500 mm/anno, valori medi di circa 1.500 mm/anno e valori minimi di circa 700 mm/anno (Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia – Ceriani/Carelli). Tuttavia, è bene sottolineare che negli ultimi anni si sono acuiti i fenomeni estremi, a partire dai quantitativi di pioggia annuali, elevatissimi nel 2014 (oltre 2.000 mm), scarsissimi nel 2015 (1.100 mm). In particolare, nei periodi estivi si sviluppano fenomeni particolarmente intensi e che negli ultimi anni sono stati identificati comunemente con il nome di “bombe d’acqua”; si tratta di fenomeni temporaleschi particolarmente violenti che si generano dallo scontro di masse d’aria contrastanti (calde e fredde). Oltre alle piogge rilevanti si verifica la fenomenologia tipica degli eventi temporaleschi, accompagnati da tuoni e fulmini, talvolta da grandine, come ad esempio nel luglio 2016. Tali fenomeni possono mettere in crisi il sistema di drenaggio per occlusione delle caditoie con conseguenti allagamenti diffusi, come occorso per esempio a Leffe nel luglio 2016, e nel 2019 in altri comuni della Valgandino e della media Val Seriana. Le precipitazioni nevose sono piuttosto frequenti in inverno, ma determinano solitamente scarsi accumuli, anche per i frequenti sbalzi termici. Nel gennaio 1985 si sono verificate copiose nevicate, che hanno determinato accumuli al suolo rilevanti (anche superiori a 50 cm).

3.2.3 Temperatura e vento

La temperatura dell’aria presenta una variabilità spaziale elevata, in gran parte legata agli effetti topoclimatici connessi alla presenza dei rilievi. In particolare, l’isoterma dei 12 °C delimita l’area pedemontana e si incunea profondamente nel massiccio alpino attraverso i principali solchi vallivi, mentre l’isoterma dei 2 °C delimita le zone di vetta. Il mese mediamente più freddo è gennaio, mentre quello più caldo è luglio con un tipico effetto di sfasamento rispetto ai minimi ed ai massimi di radiazione solare. Ondate di calore particolarmente intense e prolungate si sono verificate in estate negli anni 2003, 2015 e 2019 (anno in cui è stato registrato un picco di temperatura estivo di 35,9°C).

Le temperature medie annue sono costantemente in lieve crescita negli ultimi anni.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

La ventilazione lungo il fondovalle non è quasi mai accentuata, complice l'effetto di riparo esercitato dalla conca montana. Più sostenuta risulta essere invece sui crinali montani con venti in prevalenza settentrionali, talvolta variabili, a regime di brezza (di monte o di valle). Tuttavia, è bene non trascurare situazioni estreme che si possono presentare come i venti frontali antecedenti le bombe d'acqua estive oppure la tempesta VAIA dell'ottobre 2018 che ha prodotto in Val Seriana venti con raffiche di 100 Km/h (con record sulle creste delle Orobie, 227 Km/h al rifugio Capanna 2000 sul Monte Arera).

3.3 Caratteri geomorfologici

3.3.1 Dinamiche morfogenetiche generali del paesaggio di Gazzaniga

Come già diffusamente accennato al § 3.1, il territorio di Gazzaniga può essere convenientemente suddiviso in tre comparti morfologici principali:

1. un settore di alta collina / media montagna caratterizzato in generale da rilievi calcarei e calcareo-dolomitici piuttosto aspri, talora dislocati e spezzati da deformazioni gravitative profonde di versante (“Sackungen”), oltre che solcati da profondi e selvaggi valloni; fa eccezione la zona di Orezzo, esposta a sud e con pendenze più blande;
2. un settore intermedio, prevalentemente rurale, caratterizzato altopiani con abitazioni isolate, aziende agricole e centri abitati veri e propri, solcati da profondi e dissestati impluvi;
3. un settore di fondovalle, fortemente urbanizzato, caratterizzato da terrazzi alluvionali pleistocenici e piane alluvionali recenti del Serio, parzialmente coperti dalle conoidi alluvionali dei torrenti.

L'evoluzione morfologica del territorio è strettamente connessa da una parte alla natura litologica dei suoi depositi, dall'altra alla sua storia tettonica, paleogeografica e paleoclimatica, specialmente dal Miocene in avanti. Evitando di addentrarsi eccessivamente in dettagli scientifici che esulerebbero dagli scopi del presente studio, e per i quali si rimanda comunque all'ampia letteratura esistente, è conveniente riassumere in breve i presupposti geologici, gli elementi e le dinamiche morfogenetiche salienti, che hanno maggiormente contribuito a modellare il paesaggio gandinense e valgandinense attuale:

- l'ossatura dei rilievi è costituita essenzialmente da rocce carbonatiche triassiche e giurassiche (cfr. § 3.5 per maggiori dettagli), in massima parte calcaree e calcareo-dolomitiche, subordinatamente calcareo-marnose e argillitiche; si tratta in larga misura di formazioni facilmente carsificabili, che hanno fornito il presupposto

litologico per lo sviluppo dei fenomeni carsici e dei conseguenti paleosuoli rossi, spesso di imponente spessore;

- le formazioni sedimentarie sono occasionalmente tagliate da filoni porfiritici legate al magmatismo eoalpino, con dicchi anche di spessore plurimetrico; queste rocce, in alterazione, danno spesso luogo a sabbioni biancastri dotati di scarse caratteristiche geomeccaniche, talvolta all'origine di piccoli dissesti;
- la Crisi di Salinità Messiniana e la conseguente repentina diminuzione del livello del Mediterraneo hanno costretto i corsi d'acqua, per un periodo relativamente breve, ad accelerare la propria erosione di fondo, creando il presupposto (insieme ad altri fattori) per la formazione di imponenti valloni sovra-escavati;
- i rilievi sono localmente interessati da D.G.P.V. (Sackungen) non particolarmente pronunciate;
- dal Miocene in avanti, con fasi alterne a seconda dell'andamento climatico, il territorio è stato interessato dallo sviluppo di un carsismo tropicale sotto copertura, che tuttavia non evidenzia, a differenza di altre zone della media Val Seriana (in particolar modo ad esempio la Valgandino), morfologie particolarmente diffuse o eclatanti;
- Gazzaniga non è mai stato interessato dal passaggio dei ghiacciai quaternari, che non sono mai stati in grado di superare la strettoia del Ponte del Costone; il paesaggio non è quindi mai stato direttamente influenzato dai ghiacciai e non si rilevano morfologie glaciali, quali morene e similari;
- infine, l'azione dell'uomo costituisce a sua volta un processo morfogenetico importante, sia nel comparto urbano, dove l'intensa antropizzazione ha inevitabilmente cancellato una serie di forme naturali del paesaggio, sia nel comparto rurale, dove le frequenti azioni di terrazzamento agricolo hanno modificato l'andamento naturale dei pendii.

L'attuale configurazione morfologica di Gazzaniga è il risultato finale di tutte le dinamiche sopra descritte; ne consegue che tali dinamiche sono direttamente responsabili anche di tutti i fenomeni geologici che hanno influenza sulla pericolosità, sull'uso e sulla pianificazione del territorio: le caratteristiche dei corsi d'acqua e, di conseguenza, della loro

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

capacità erosiva ed esondativa; le pendenze, le forme e le litologie dei rilievi e dei versanti e, quindi, la loro propensione alla destabilizzazione ed al dissesto, anche dal punto di vista sismico; i caratteri geomeccanici delle rocce e dei terreni e, dunque, la loro risposta alle sollecitazioni sismiche e geotecniche, nonché la loro permeabilità e capacità di ospitare o meno l'acqua; le forme carsiche superficiali ed il corrispondente circuito carsico sotterraneo, con le ovvie e dirette influenze sulle sorgenti, i pozzi, i corsi d'acqua.

Tutti questi elementi, rilevati ed analizzati nel loro complesso, concorrono a formare la base di dati geologica, convenientemente riassunta nelle cartografie tematiche di base, da cui devono necessariamente discendere le valutazioni di sintesi, vincolo e proposta, direttamente influenti sulle scelte del Piano di Governo del Territorio.

Nella Carta Geomorfologica e Clivometrica di nuova redazione, sono stati dunque individuati i principali elementi morfologici che, nel loro insieme, descrivono il paesaggio e forniscono un quadro della sua stabilità. Gli elementi individuati, suddivisi per tipologie, sono di seguito riassunti.

3.3.2 Elementi del paesaggio gravitativo e strutturale

Si tratta di forme ed elementi la cui genesi e natura riconducono prevalentemente a processi connessi alla gravità ed alla tettonica.

ORLI DI SCARPATA DI ORIGINE GRAVITATIVA O COMPLESSA

Si tratta di evidenti discontinuità morfologiche lineari nei versanti, ovvero rotture di pendenza ben tracciabili, la cui genesi può essere ascritta prevalentemente alla gravità o ad una complessità di fattori, ma generalmente non derivanti dall'azione diretta dei corsi d'acqua.

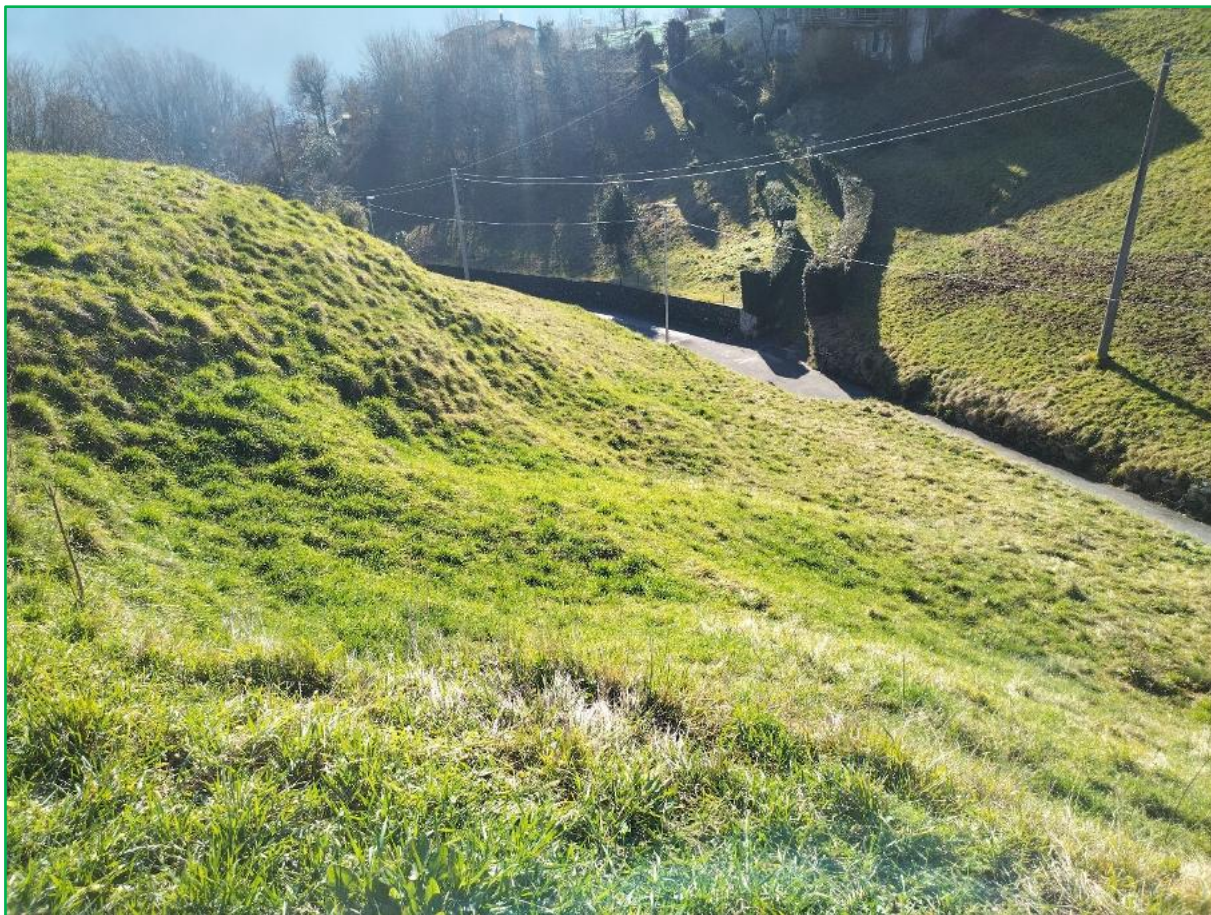


Figura 7 - Orli di scarpata di origine gravitativa o complessa lungo l'altopiano di San Rocco

PALEOFRANE E FRANE STABILIZZATE

Le paleofrane, dette anche frane relitte, sono fenomeni di dissesto avvenuti nel passato (anche eventualmente molto distante nel tempo), in condizioni ambientali differenti da quelle attuali, e sostanzialmente ormai esauriti. Molto frequenti in tutta la Val Seriana, si tratta generalmente di scivolamenti rotazionali-traslativi, caratterizzati da tutti gli elementi tipici di questo tipo di frane: una corona o nicchia di distacco, un settore di transito e un corpo di accumulo alla base (unghia), che spesso è assente o molto limitato in quanto ridotto o rimosso nel tempo dai corsi d'acqua, dall'erosione ed eventualmente dall'azione dell'uomo. Nel territorio di Gazzaniga sono state rilevate alcune paleofrane non indicate negli studi geologici precedenti. Sebbene le frane relitte possano occasionalmente riattivarsi (in genere parzialmente), solitamente sono caratterizzate da un sostanziale esaurimento della propria attività, e sono pertanto le tipologie di frane con il livello di pericolosità più basso. Rientrano invece nelle "frane stabilizzate" sia le paleofrane, sia le frane che sono state stabilizzate dall'uomo mediante opere di messa in sicurezza; a Gazzaniga esistono diversi casi di questo tipo, sparsi sul territorio.



Figura 8 – Piccola paleofrana a Platz

FRANE QUIESCENTI

Si tratta di frane, generalmente di scivolamento, caratterizzate da un momentaneo stato di equilibrio limite (quiescenza), che potrebbe tuttavia riattivarsi. Secondo le indicazioni del P.A.I., si considerando in genere quiescenti le frane che non hanno più subito movimenti o riattivazioni (neppure parziali) negli ultimi 30 anni. Non sono fenomeni particolarmente diffusi a Gazzaniga; inoltre, sono di difficile valutazione per la mancanza di evidenze e di dati storici.

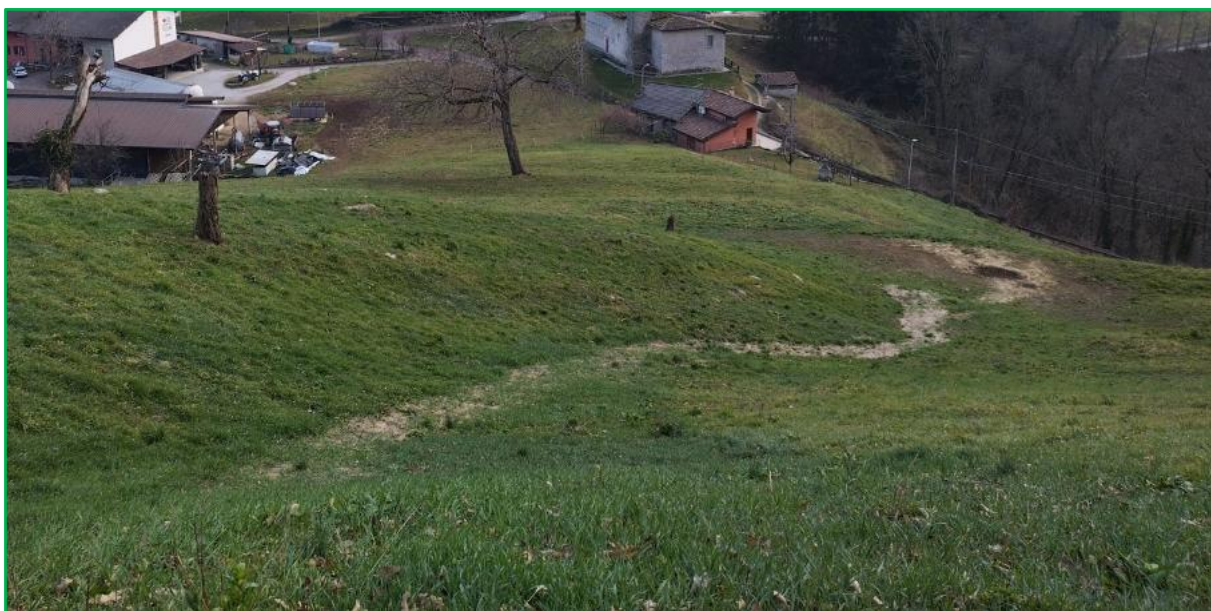


Figura 9 – Modesta frana classificata come quiescente sul pendio a monte dell'altopiano di San Rocco

FRANE ATTIVE

Le frane attive rappresentano, ovviamente, i fenomeni franosi con il maggior grado di criticità. Si tratta di processi attivi negli ultimi 30 anni, o attivi attualmente; possono essere di ogni tipologia, sebbene le più frequenti siano le frane da scivolamento, le erosioni superficiali e le cadute massi (queste ultime sono sempre attive per definizione, a parere dello scrivente). Nel territorio di Gazzaniga sono presenti diversi ambiti di franosità attiva, specialmente lungo le scarpate più pendenti e nelle valli più incassate. Significative inoltre sono le cadute massi sul versante nord del Monte Cedrina.



Figura 10 – Frana lungo la strada per la Val de Grù in località Clacchei, avvenuta nell'autunno 2023

CROLLI DA PARETI ROCCIOSE

Sono segnalate le pareti rocciose e gli affioramenti, talora anche relativamente modesti, che sono potenziali sorgenti di fenomeni di crollo, per lo più di carattere puntuale. Vengono indicati con una freccia che evidenzia la direzione indicativa di possibile crollo.

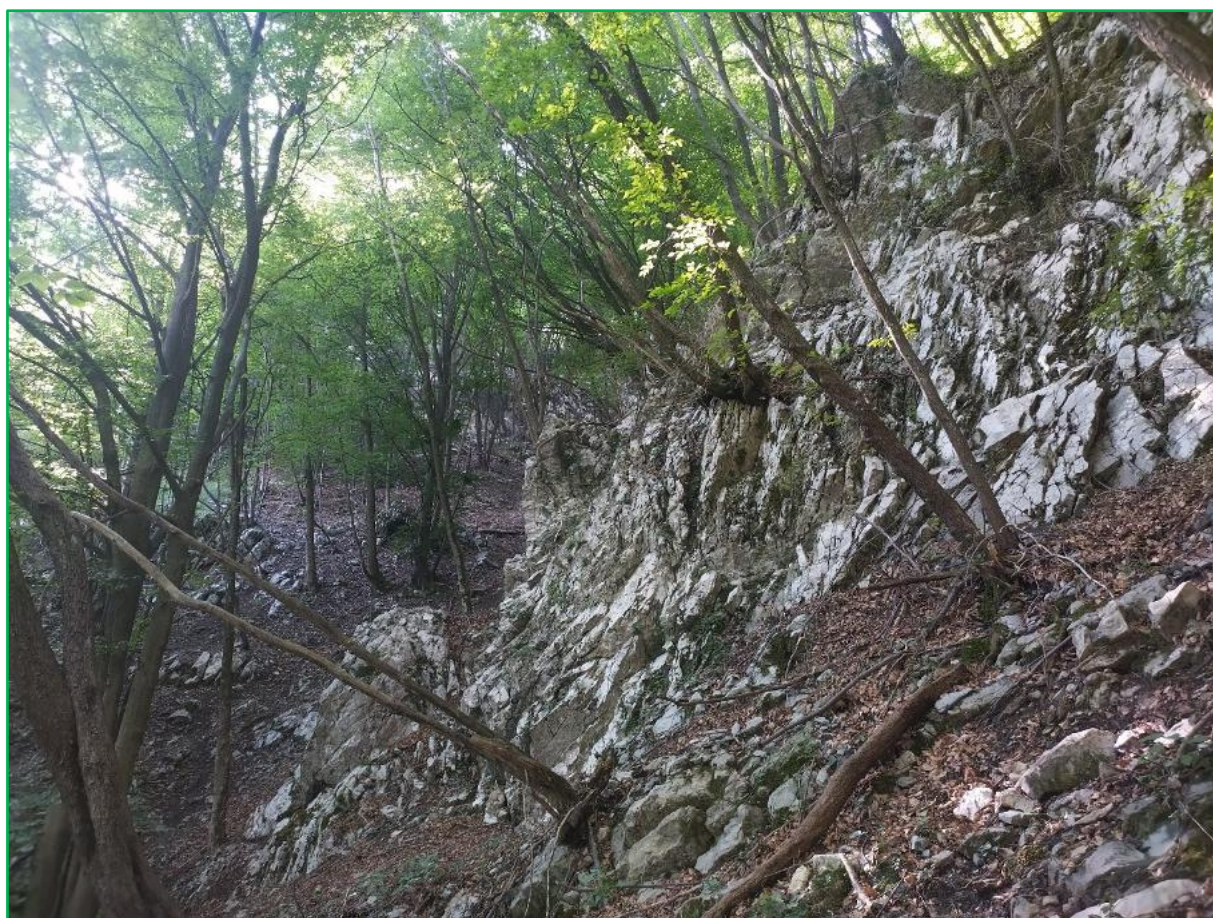


Figura 11 - Le pareti nord del Monte Cedrina (in alto nella foto), sorgenti di diffusi crolli in roccia verso la fascia boscata sottostante, la strada per la Val de Grù e la Val Vertova

3.3.3 Elementi del paesaggio fluviale e delle acque superficiali

Si tratta di forme ed elementi la cui genesi e natura riconducono prevalentemente a processi fluviali, torrentizi e legati al ruscellamento superficiale antico, recente ed attuale.

RETICOLO IDROGRAFICO

Per completezza e immediatezza di lettura, nella Carta Geomorfologica viene riportato anche il reticolo idrografico, che coincide con il Reticolo Idrico Minore e Principale.

RUSCELLAMENTO

Aree nelle quali si riscontrano ruscellamenti superficiali diffusi, non necessariamente formanti corsi d'acqua; può semplicemente trattarsi di pendii con morfologie tali da favorire deflussi superficiali in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi o prolungati, senza che però vi siano configurazioni torrentizie vere e proprie.

CONOIDE DETRITICO-TORRENTIZIO

Le conoidi alluvionali, o “di deiezione”, sono corpi sedimentari configurati a ventaglio, costituiti da depositi fluviali o misti fluviali-detratici (tecnicamente “depositi di conoide”), che si formano allo sbocco di una valle a seguito di fenomeni di trasporto in massa (debris flow). Possono essere antichi ed ormai consolidati, oppure ancora attivi. La dimensione di una conoide alluvionale è solitamente proporzionale all'importanza del corso d'acqua (intesa anche come superficie del bacino) ed alla disponibilità di materiale mobilizzabile (detrito) nel bacino idrografico. Per quanto attiene a Gazzaniga, vi sono importanti conoidi parzialmente già riconosciute nel Quadro del Dissesto P.A.I., soggette in questa fase a rilevanti revisioni ed aggiornamenti; ci si riferisce, in particolare, alle conoidi dei torrenti Rova, Rovaro, Valle Masserini e Valle San Carlo, Valle Misma. Le morfologie sono poco riconoscibili a causa della pervasiva urbanizzazione. Altre conoidi di dimensioni trascurabili si trovano lungo corsi d'acqua minori, in aree impervie.

3.3.4 Elementi del paesaggio carsico

Si tratta di forme ed elementi la cui genesi e natura riconducono prevalentemente al carsismo.

DOLINE O UVALA

Si tratta di forme carsiche negative (depressioni), di varia forma e dimensione, isolate oppure raggruppate in piccoli bacini. Possono svilupparsi sia direttamente in roccia, sia in coperture detritiche. Si tratta di elementi di scorrimento preferenziale delle acque verso il circuito carsico ipogeo, con tutte le conseguenze in termini di vulnerabilità idrogeologica. Occasionalmente, possono dare luogo a veri e propri sprofondamenti, tuttavia non segnalati a Gazzaniga per quanto noto allo scrivente. La dolina più significativa è probabilmente quella sull'altopiano di San Rocco al Lago, il cui nome deriva proprio dal piccolo specchio d'acqua che si sviluppa entro la depressione carsica durante eventi meteorici importanti.



Figura 12 – Dolina di San Rocco al Lago

GROTTE

Sui rilievi di Gazzaniga esistono diverse grotte, che sono state riportate per completezza nella Carta Geomorfologica sulla scorta di quanto indicato nel Progetto TUPACA del Catasto Speleologico Lombardo.



Figura 13 – Grotta appena a monte dell'altopiano di San Rocco

3.3.5 Elementi del paesaggio a prevalente impronta antropica

Si tratta di forme ed elementi la cui genesi e natura riconducono prevalentemente all'azione dell'uomo.

CAVE INATTIVE O ABBANDONATE

Nel territorio di Gazzaniga non risultano ambiti estrattivi inseriti nel Piano Cave della Provincia di Bergamo (2015). In passato, vi sono state varie attività estrattive, ad oggi completamente dismesse, ma di cui è talora rimasta traccia morfologica; Gazzaniga era in particolare famosa per il “marmo nero”, ed in particolare la Cava di Platz è rimasta in attività sino al 1960.



Figura 14 – Cava di Platz, da tempo abbandonata, in una foto storica (fonte: viverebergamo.it)

PENDII CON TERRAZZAMENTI AGRICOLI DIFFUSI

Non è possibile riportare in cartografia tutti i terrazzamenti agricoli presenti nel territorio di Gazzaniga, ma si ritiene utile quanto meno segnalare quei pendii dove i terrazzamenti costituiscono l'elemento morfologico fondamentale ed immediatamente percepibile. I terrazzamenti sono quasi sempre privi di muri a secco.



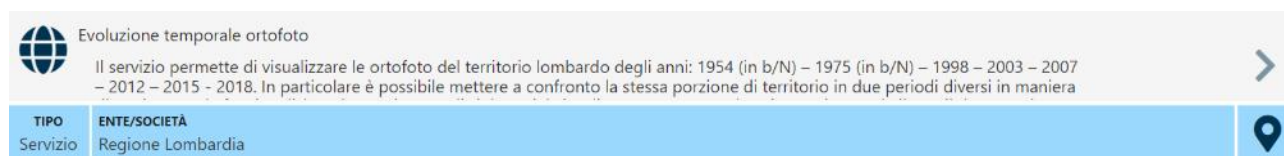
Figura 15 – Pendii terrazzati in Orezzo, a monte di Cattabione

OPERE PARAMASSI

Sono state riportate le opere paramassi già esistenti e rilevate o note allo scrivente; si tratta sia di difese passive (barriere paramassi), sia di difese attive (reti in aderenza e similari), non molto diffuse.

3.3.6 Disamina delle fotografie aeree storiche

Per comprendere la geomorfologia di Gazzaniga in relazione alla sua evoluzione urbanistica, è interessante disaminare in ordine cronologico le fotografie aeree, partendo dal Volo G.A.I. del 1954 sino ad arrivare alle ortofoto attuali. Il Geoportale regionale mette peraltro a disposizione un applicativo “Evoluzione temporale ortofoto” che consente di porre a confronto foto aeree scattate in differenti anni.



Vengono in particolare riportate di seguito:

- Ortofoto del volo G.A.I. (Gruppo Aereo Italiano) del 1954
- Ortofoto 1975
- Ortofoto 1998
- Ortofoto 2007
- Ortofoto 2018

Le ortofoto 2007, 2012 e 2015, pur se disponibili, non vengono riportate in quanto non evidenziano cambiamenti significativi rispetto all'intervallo complessivo 2003-2018.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

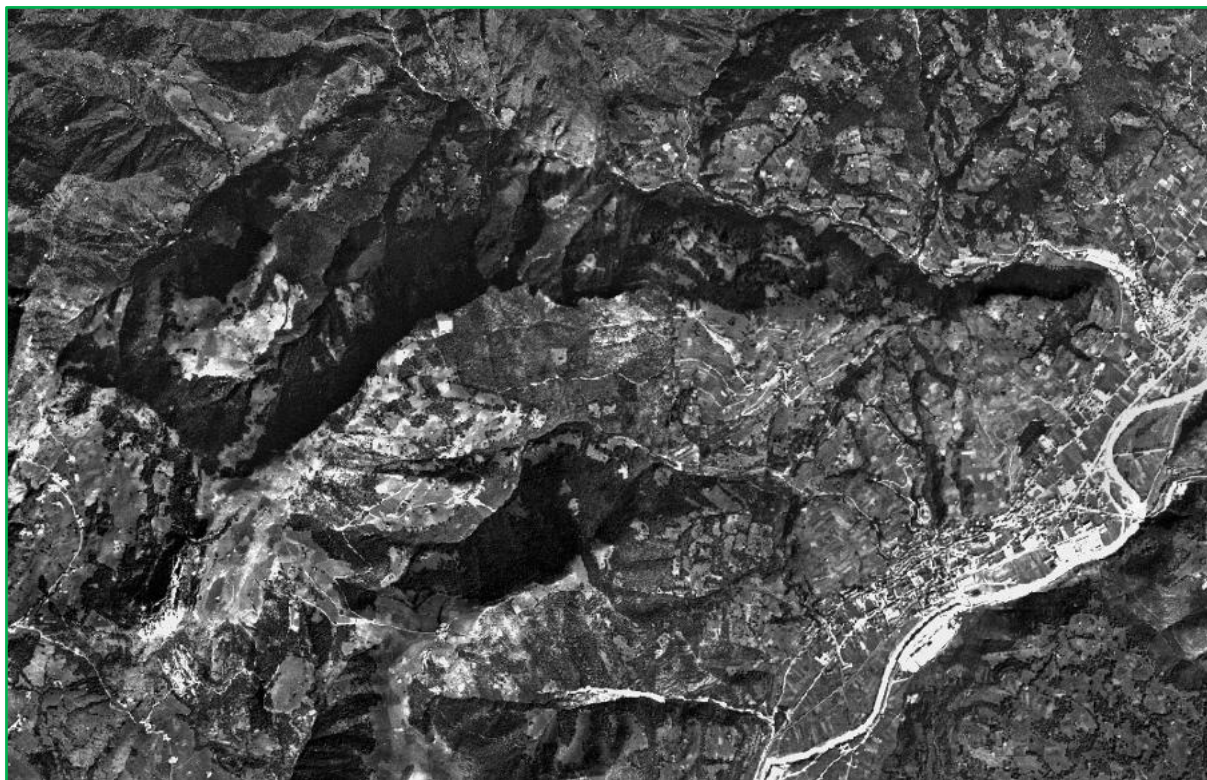


Figura 16 - Ortofoto 1954

L'ortofoto del 1954 evidenzia un territorio caratterizzato da un grado di urbanizzazione nettamente inferiore all'attuale. In particolare, la frazione di Orezza è molto più piccola dell'attuale, e gli altopiani del comparto intermedio hanno un grado di urbanizzazione quasi irrilevante. La porzione più meridionale del fondovalle, oggi occupata da un'ampia area industriale, era interamente agricola.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

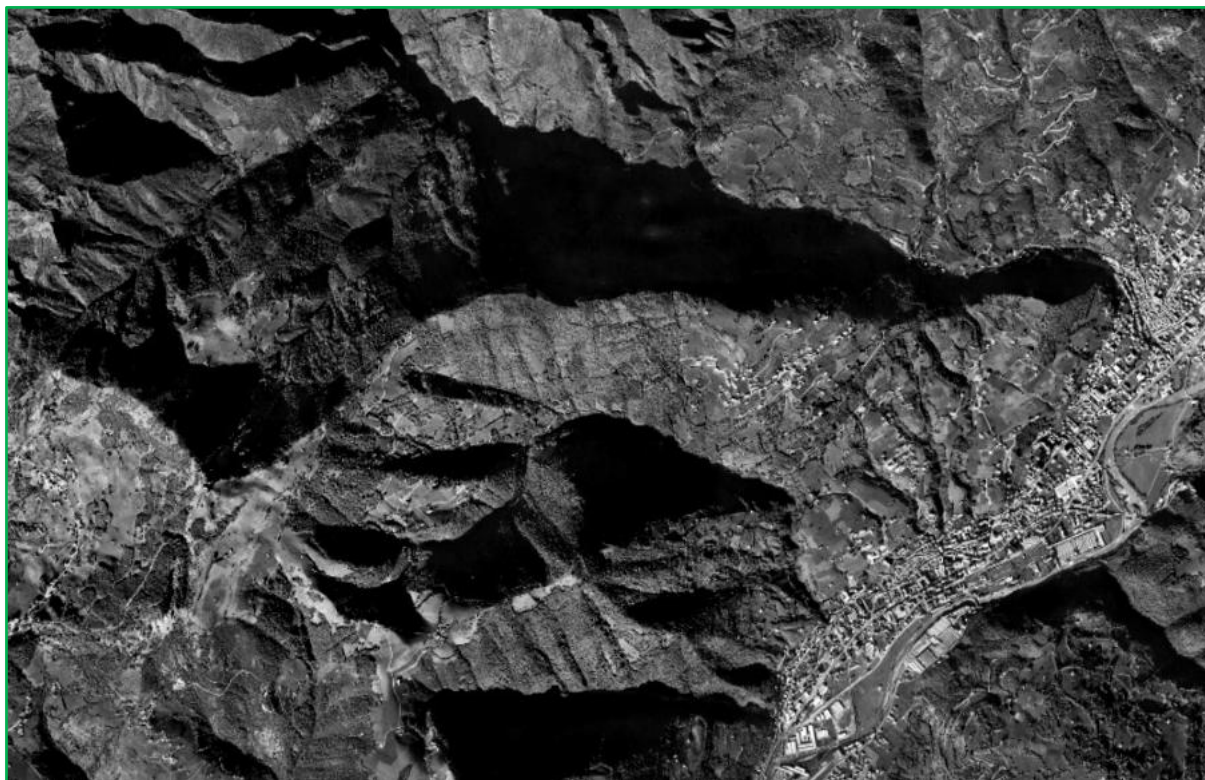


Figura 17 - Ortofoto del 1975

Nel 1975, con gli anni del boom economico, il grado di urbanizzazione ed il conseguente consumo di suolo aumentano in maniera eclatante rispetto agli anni '50, specialmente nel fondovalle, con l'impostazione del comparto industriale a sud. Gli altopiani intermedi, tuttavia, sono ancora piuttosto liberi, sebbene la frazione di Masserini inizi a conformarsi.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

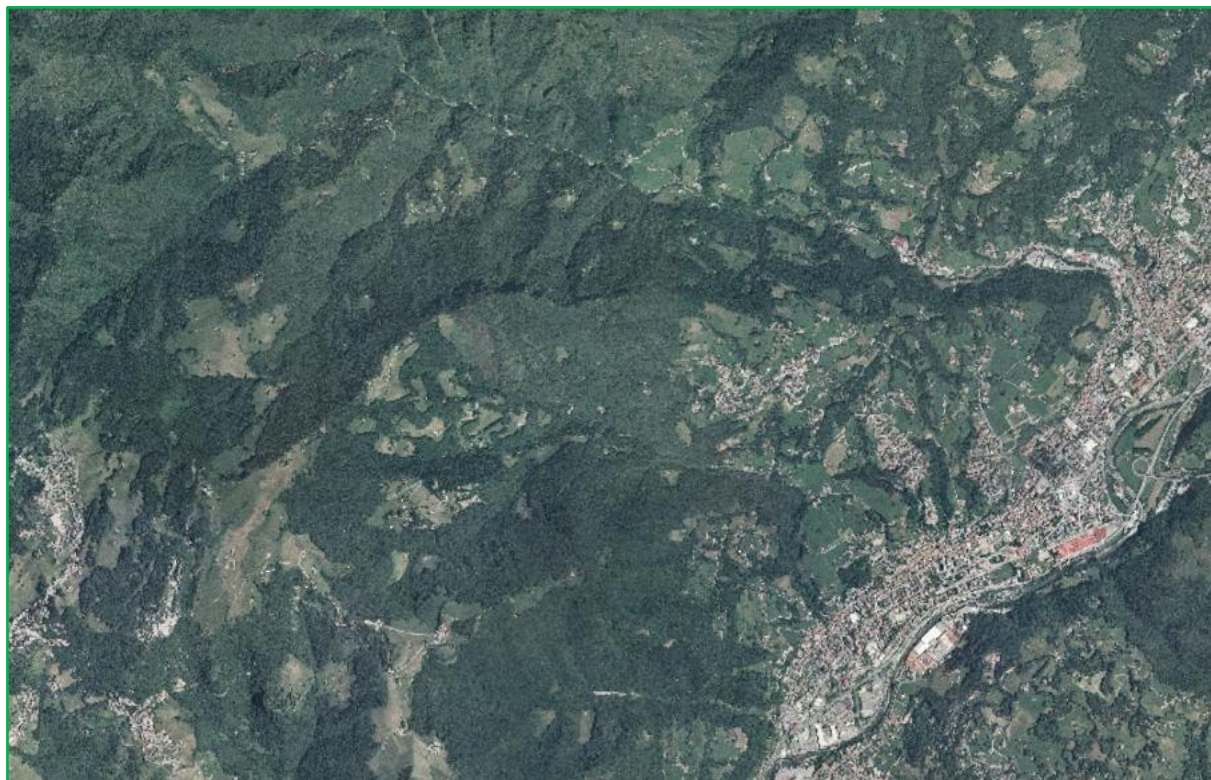


Figura 18 - Ortofoto del 1998

Nel 1998, la situazione complessiva dell'urbanizzato è sostanzialmente già paragonabile a quella odierna. Gli altopiani intermedi, in particolare quelli di Masserini e di Mozzo, sono oramai urbanizzati, e Orezza è notevolmente ampliato.

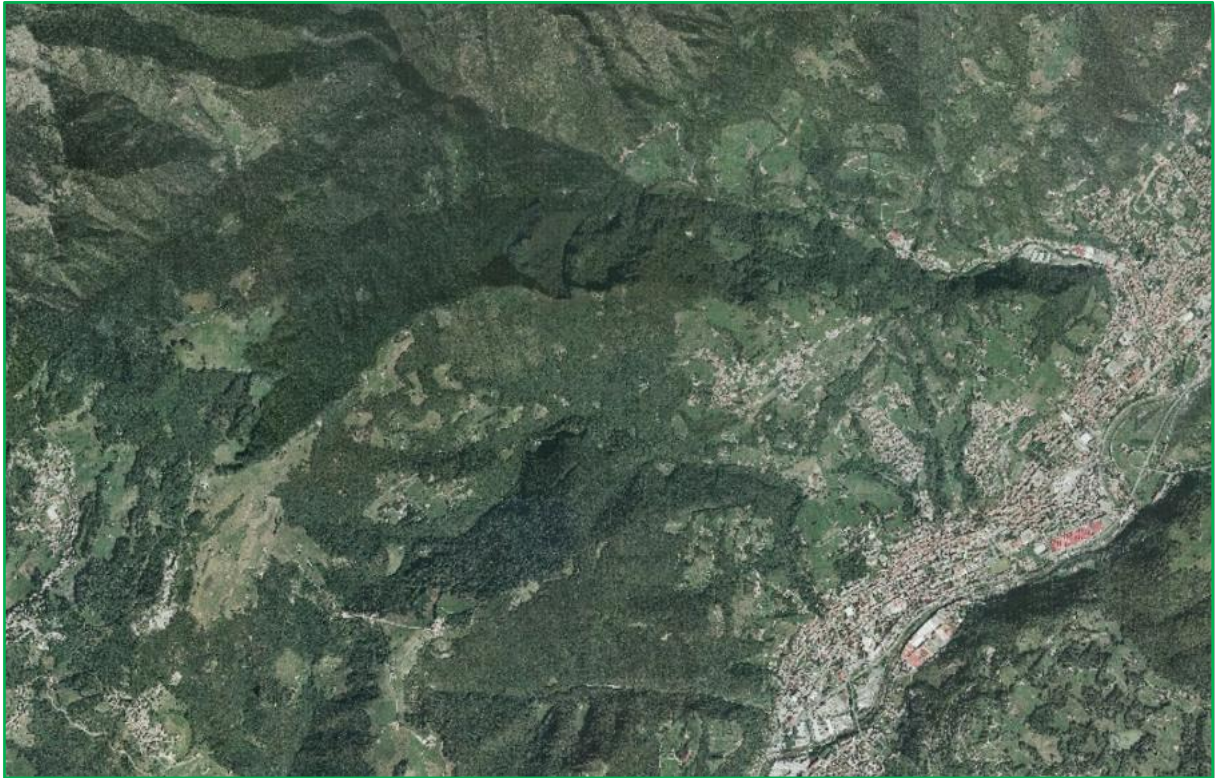


Figura 19 - Ortofoto del 2003

Nel 2003 non si registrano cambiamenti particolari.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 20 - Ortofoto del 2018

La situazione dell'urbanizzato nel 2018 è pressoché identica a quella attuale (2024), ma presenta di fatto poche differenze rispetto al 1998, dove la configurazione urbana complessiva odierna era già, di fatto, sostanzialmente consolidata.

Dalla disamina effettuata, ai fini geologici è possibile trarre le seguenti considerazioni:

- sebbene l'urbanizzato si sia considerevolmente espanso dal 1954 ad oggi, le aree collinari e montane del comparto alto sono sempre rimaste relativamente vergini, fatta eccezione per la zona di Orezza;
- gli altopiani del comparto intermedio e il fondovalle seriano sono le aree che hanno maggiormente subito l'impatto dell'espansione edilizia; in particolare, nel fondovalle non si è residuata praticamente nessuna area agricola.

3.5 Caratteri geologici, litologici e pedologici

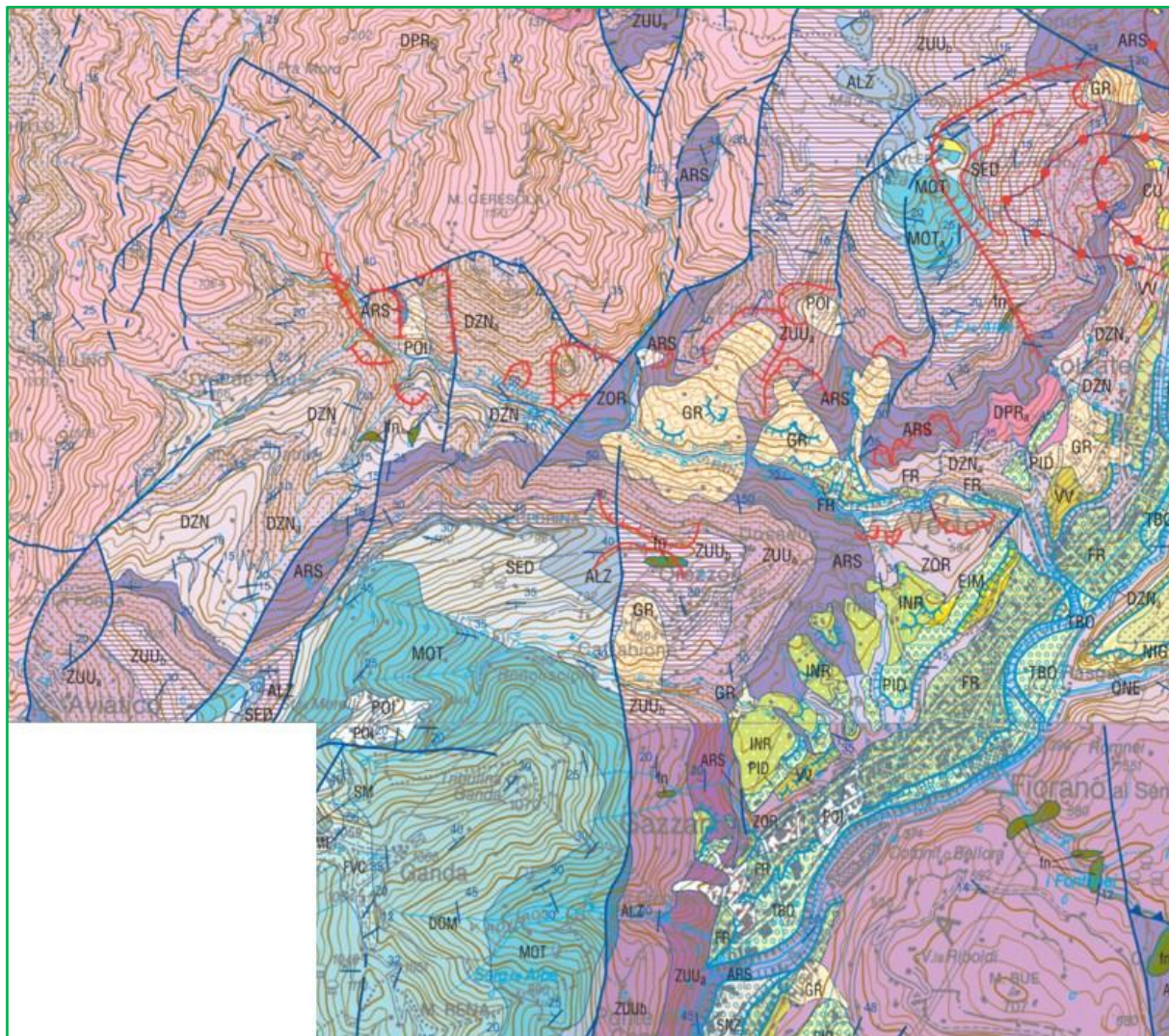
3.5.1 Sintesi dei litotipi costituenti il territorio gandinense

L'ossatura dei rilievi è carbonatica e terrigena, con una netta prevalenza delle formazioni triassiche e giurassiche note come Dolomia Principale, Dolomie Zonate, Calcare di Zorzino, Argillite di Riva di Solto, Calcare di Zu, Formazione dell'Albenza, Calcare di Sedrina, Calcare di Moltrasio e Calcare di Domaro. Occasionalmente, la successione sedimentaria triassica è intersecata da stock e dicchi porfiritici (oggi classificati nel CARG come “filoni porfiritici terziari”), localmente noti, quando si presentano alterati, come *sabbiù 'véna* (“sabbioni di vena”).

Al di sopra del substrato roccioso, si riscontrano poi diffusi ed estesi depositi quaternari di varia natura, ascrivibili alle unità oggi note come Sintema del Po (ex Unità Postglaciale), Gruppo di Prato Grande, Conglomerato di Semonte, Formazione di Masserini, Supersintema di Fiorano, Sintema di Piodera e Gruppo di Vertova. Queste unità comprendono i conglomerati pleistocenici costituenti l'ossatura degli altopiani di mezza quota, la coltre alteritica degli stessi conglomerati, ed infine i depositi alluvionali e di conoide del fondovalle.

La Carta Geolitologica, basata sulla nuova cartografia CARG (fogli “Clusone” e “Bergamo”) con controllo di massima sul terreno da parte dello scrivente, rappresenta la distribuzione delle unità stratigrafiche sul territorio comunale e sui territori immediatamente limitrofi, evidenziando inoltre anche gli affioramenti più significativi, i lineamenti strutturali (pieghe, faglie) e le giaciture rilevate; la tavola contiene altresì una sezione geologica orientata nord-sud, che rappresenta uno spaccato geologico del sottosuolo.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Moro Dott. Daniele – geologo (O.G.L. A.P. n. 1723 sez. A)

UNITÀ DELLA SUCCESSIONE QUATERNARIA RAPPRESENTATE IN CARTA dalla legenda CARG

	SINTEMA DEL PO Diamicton e ghiaie con clasti spigolosi (depositi di versante, di frana e di <i>debris-flow</i>); ghiaie e sabbie stratificate (depositi alluvionali); limi laminati, argille, torbe (depositi lacustri e di torbiera); diamicton massivi a blocchi (depositi glaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da alterazione assente e morfologie ben conservate o ancora in evoluzione. PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE
	GRUPPO DI PRATO GRANDE Diamicton massivi con clasti spigolosi; ammassi rocciosi disarticolati e coperture di blocchi accatastati <i>in situ</i> alla sommità di ammassi disarticolati (depositi di versante e di frana). Superficie limite superiore erosionale, alterazione variabile. PLEISTOCENE
	SUPERSINTEMA DI FIORANO Ghiaie in corpi stratoidi, con clasti arrotondati, ben selezionati (depositi alluvionali). Profilo di alterazione troncato, decarbonato sino a 2.5 m, morfologia conservata. PLEISTOCENE MEDIO
	GRUPPO DI VERTOVA Conglomerati a supporto clastico e clasti arrotondati; cementazione da buona ad ottima (depositi alluvionali). Diamicton massivo a supporto di matrice pedogenizzato, decarbonato sino a 10 m, clasti silicei arenizzati, colore 7.5YR-5YR (alterite su depositi alluvionali). PLEISTOCENE MEDIO - OLOCENE
	SINTEMA DI PIODERA Ghiaie pedogenizzate per spessori superiori ai 10 metri, supporto di matrice argillosa di colore 5YR, clasti a disco (depositi alluvionali). Litologie carbonatiche assenti, vulcaniti acide da arenizzate a argillificate, Verrucano Lombardo arenizzato; patine di ossidi di Fe-Mn. CALABRIANO TERMINALE?
	FORMAZIONE DI MASSERINI Diamicton a supporto di matrice argillosa di colore 5YR con sparsi clasti residuali a disco, carbonati assenti, vulcaniti arenizzate, decolorate e con cortex di ossidi di Fe-Mn, Verrucano arenizzato e decolorato (alterite su depositi alluvionali). CALABRIANO
	CONGLOMERATO DI SEMONTE Conglomerati stratificati a supporto di matrice arenacea grossolana o a supporto clastico, arenarie grossolane (depositi alluvionali). Cementazione spinta sino a completa litificazione, alterazione preferenziale dei clasti rispetto alla matrice, sparsi clasti a nucleo disciolto. TERZIARIO

Nota: il Foglio “Clusone” del CARG riporta anche limitate placche del “Gruppo del Culmine”, unità quaternaria di versante. Tuttavia, nella Carta Geolitologica si è al momento preferito raggruppare tutti questi corpi sedimentari recenti ed attuali entro il Sintema del Po.

UNITÀ DEL SUBSTRATO ROCCIOSO RAPPRESENTATE IN CARTA dalla legenda CARG



FILONI ANDESITICI

Andesiti a struttura porfirica con fenocristalli fino a centimetrici di plagioclasio ed orneblenda, con più rara biotite e localmente quarzo; tra i minerali accessori apatite, zirconio, ilmenite, titanite, magnetite e pirite; massa di fondo in genere a grana molto minuta ("Porfiriti" Auct.). **TERZIARIO**



CALCARE DI DOMARO

Calcarei marnosi, selciferi, grigio chiari, in strati piano-paralleli o ondulati, da medi a spessi, con interstrati marnoso-argillosi grigi, a bivalvi, ammonoidi, rari crinoidi, associati a coppie calcarenite-marna con liste di selce grigia, gradate e laminate, in strati piano-paralleli, da sottili a molto spessi, talora interamente laminati e *slump*. Talora alla base calcilutiti grigie, rosate o rosse, in strati sottili, piano-paralleli; interstrati di marne argillose rosse o verdognole con struttura *flaser*-nodulare. Sono presenti livelli di bioclastiti a bivalvi, ammonoidi, belemniti, crinoidi ("Membro di Botta" Auct.). Localmente si associano lenti di paraconglomerati intraclastici, a matrice argilloso-marnosa rossa, litocalciruditi ed ortoconglomerati fini, a litoclasti calcarei ed intraclasti. Spessore complessivo dell'unità: 0-400 m. Alto strutturale, pendio e bacino *sin-rift*.

CARIXIANO p.p. - DOMERIANO



CALCARE DI MOLTRASIO

Calcarei micritici grigio-scuri o neri con intercalazioni di marne laminate, in strati decimetrici spesso bioturbati. Nella parte basale lenti sino a decametriche di paraconglomerati e calcareniti ("Brecce Liassiche", MOT_a). Superiormente si intercalano anche calcareniti fini con intraclasti e *clay chip* (torbiditi carbonatiche diluite) localmente con noduli di selce. Rari bioclasti di bivalvi a guscio sottile, echinidi e ammonoidi. Pendio e bacino. Spessore massimo superiore a 150 m. **SINEMURIANO**



CALCARE DI SEDRINA

Calcarei grigi micritici e peloidali, localmente con oncoidi, bioturbazioni, laminazioni parallele. Strati medio-spessi amalgamati con giunti marnosi e noduli decimetrici di selce nera. Alla base sono presenti calcari bioclastici con fossili silicizzati (bivalvi, brachiopodi, gasteropodi, echinidi). *Shelf* subtidale a sedimentazione carbonatica. Spessore massimo circa 100 m. **HETTANGIANO MEDIO - SUPERIORE**



FORMAZIONE DELL'ALBENZA

Calcarei nocciola - grigio chiaro e calcari dolomitici talora saccaroidi, in banchi e strati amalgamati. Alla base calcareniti fini (ooliti, intraclasti, bioclasti e oncoidi) e calcilutiti peloidali. Al tetto sono presenti alternanze cicliche di calcilutiti e calcareniti fini bioclastiche, in strati amalgamati. Piattaforma carbonatica non marginata subtidale di tipo *shelf* bahamiano sottovento. Spessore costante di circa 80-90 m.

HETTANGIANO INFERIORE



CALCARE DI ZU

Litozona superiore (ZUU_b): alternanze cicliche di calcari grigi fini bioturbati o finemente laminati, calcareniti bioclastiche in banchi amalgamati, calcari marnosi e marne scure; più raramente argilliti nere. Sono diffusi i bivalvi; nella parte alta sono presenti coralli coloniali, oncoidi e megalodontidi (*Protocardia rhaetica*). Rampa carbonatica prossimale. Spessore massimo circa 500 m. Alla sommità affiorano calcilutiti in strati sottili (formazione di Malanotte, potente circa 25 m) che documentano una trasgressione marina con carbonati di rampa distale.

Litozona inferiore (ZUU_a): alternanze cicliche di spessore sino a decametrico di marne argillose, calcari marnosi e calcari grigi fini laminati, raramente bioturbati e con dispersi bivalvi (*Rhaetavicula contorta*). La parte superiore è costituita da 40-50 m di calcari fini intra-bioclastici con brachiopodi (*Rhaetina gregaria*), oncoidali ed oolitici in banchi e strati amalgamati metrici, associati a *patch reef* a coralli e organismi incrostanti ("Banco a coralli" Auct.). Rampa carbonatica intermedia. Spessore fino a 200-300 m.

RETICO



ARGILLITE DI RIVA DI SOLTO

Argilliti e marne argillose nere, laminate o fogliettate, con intercalazioni o alternanze cicliche di calcilutiti nere in strati sottili con bactrilli; localmente sono presenti *slumping*. Presenza di biocalcareni ricche in piccoli bivalvi (tempestiti). Rampa carbonatica distale a sedimentazione prevalentemente argillosa. Spessore massimo fino a circa 350 m (Bracca). **NORICO SUPERIORE**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

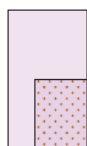
GRUPPO DELL'ARALTA



ZOR

CALCARE DI ZORZINO

Calcolutiti grigio-scure in strati planari di 10-30 cm, con laminiti nere ricche di sostanza organica e calcareniti intra-bioclasiche gradate, raramente con laminazioni parallele o *ripple* da corrente (torbiditi carbonatiche). Alla base sono presenti calcari dolomitici. Sono diffusi *slumping* e breccie a supporto di matrice (*debris flow*). Al tetto sono presenti livelli con pesci e frammenti di rettili. Bacino intrapiattaforma. Spessore da nullo fino a 800 m in Val Gandino - Val Borlezza. **NORICO MEDIO**



DZN

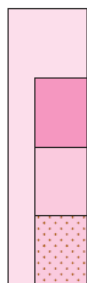
DZN_a

DOLOMIE ZONATE

Dolareniti spesso laminate e granoclassate (torbiditi carbonatiche), di colore nerastro, in strati planari sottili e medi. Localmente sono presenti lenti di breccie (*debris-flow*) con clasti spigolosi da centimetrici sino a metrici intraformazionali e dei margini della Dolomia Principale. Porzioni marginali di bacini intrapiattaforma. Lo spessore varia da poche decine di m a oltre 100 m. Sono distinte cartograficamente breccie carbonatiche poligeniche, ("Breccie di pendio", DZN_a) spesso a supporto di matrice, in banchi amalgamati, con base erosionale. I clasti derivano sia dalle facies di margine della Dolomia Principale sia dalle dolomie zonate. Pendio prossimale-medio di piattaforma carbonatica. Spessore fino a qualche decina di metri.

NORICO MEDIO

DOLOMIA PRINCIPALE



DPR

DPR_a

DPR_b

DPR₅

Facies di piattaforma marginale (DPR_a): dolomie ricristallizzate saccaroidi, massive o in banchi plurimetrici amalgamati, con *mound* microbialitici, oncoidi microbialitico-algali, serpulidi e bivalvi (*megadontidi*, *Modiolus* sp.). Presenza di breccie intraformazionali e filoni sedimentari. Margine della piattaforma carbonatica norica e pendio superiore. Spessore massimo oltre 300 m. **NORICO INFERIORE-MEDIO**

Dolomie stratificate ciclotemiche peritidali (facies tipica, DPR_b): dolomie microcristalline e saccaroidi, in banchi sino a plurimetrici spesso organizzati in cicli *shallowing upward* con alla sommità orizzonti stromatolitici con *fenestrae*. Dolareniti intraclastiche e bioclastiche con dasycladacee (*Griphoporella* sp.), bivalvi e gasteropodi (*Worthenia* sp.). Piattaforma interna a bassa energia. Spessore massimo: 500-600 m.

NORICO INFERIORE-MEDIO

Membro inferiore (DPR₅): dolomicriti con subordinate dolareniti grigio scure intraclastico-bioclastiche con laminazioni o bioturbazioni. Stratificazione decimetrica-metrica. Abbondanti laminazioni microbialitiche planari e domiformi associate a breccie intraformazionali in strati lenticolari decimetrici. Ambiente lagunare. Spessore massimo: 200-300 m.

CARNICO SUPERIORE - NORICO

Per la descrizione dettagliata delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche, geocronologiche e sedimentologiche delle unità, si rimanda alle Note Illustrative del CARG ed al Catalogo Italiano delle Formazioni Geologiche.

3.5.2 Caratteri pedologici di massima

In accompagnamento alla Carta Geolitologica, è stata prodotta anche una Carta Geopedologica, che suddivide il territorio in base ai principali caratteri dei suoli. La cartografia non segue criteri di classificazione pedologica rigorosi (FAO, USDA, ecc.), ma ha piuttosto un taglio litologico e litotecnico, basata cioè sulle caratteristiche granulometriche, cromatiche e mineralogiche più evidenti dell'alterite di ciascuna unità stratigrafica del substrato o quaternaria. In sostanza, sono stati distinti:

- *aree ad elevata pendenza con sviluppo minimo o scarso di suoli*: zone collinari e montane con prevalenza di substrato roccioso affiorante o subaffiorante e spessore limitato della coltre alteritica; non è comunque esclusa la presenza di suoli, localmente anche di spessore rilevante, ma è trascurabile dal punto di vista cartografico;
- *depositi attuali privi di suoli o con suoli estremamente sottili*: zone occupate da depositi alluvionali o detritici attuali, la cui età molto recente (Olocene) non ha permesso lo sviluppo di profili d'alterazione significativi; localmente possono essere presenti Inceptisuoli di spessore inferiore al metro;
- *suoli poco evoluti su depositi colluviali, alluvionali e di frana recenti*: aree con suoli di limitato spessore e alterazione non eccessivamente spinta su depositi di versante ed alluvionali recenti (indicativamente pleistocenici superiori);
- *paleosuoli rossi profondi su substrato alluvionale pleistocenico*: zone caratterizzate dalla presenza di potenti coltri alteritiche sviluppate sui conglomerati alluvionali antichi degli altopiani del comparto morfologico intermedio;
- *sabbioni e limi sabbiosi porfirritici*: alteriti limoso-sabbiose o sabbiose biancastre sviluppate in corrispondenza di dicchi porfirritici (localmente note come “sabbìù ‘véna”).

3.6 Caratteri idrografici e idrogeologici

3.6.1 Idrografia generale del territorio

Il corso d'acqua principale di Gazzaniga è il Fiume Serio. I due affluenti più rilevanti del Serio sono il Torrente Rovaro (sito prevalentemente in Aviatico e Albino), ed il Torrente Rova, che condivide il toponimo con l'omonima frazione. Importante è anche il Torrente Vertova, che tuttavia per Gazzaniga è marginale, segnando il confine nord-est con Vertova senza di fatto interferenze significative. Altri tre corsi d'acqua rilevanti, non tanto in termini di dimensioni ma per la loro posizione critica, sono la Valle Masserini, la Valle San Carlo (largamente tombinate al di sotto del centro storico e confluenti tra loro) e la Valle Misma (a confine con Fiorano, anch'essa ampiamente tombinata). Infine, vanno segnalate vallecicole minori, totalmente o parzialmente tombinate, quali il Torrente Comel, la Valle Briolini, la Valle della Fontana. Più esterne al centro abitato si rilevano la Valle Squadrù (in località Ganda Lunga) e gli affluenti del Vertova nel comparto montano, fra cui spicca la Val de Grü.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 22 - Quadro d'insieme dei corsi d'acqua ricadenti entro il territorio di Gazzaniga
(elaborato a partire dal nuovo Documento di Polizia Idraulica)

I corsi d'acqua sono per lo più caratterizzati da forte stagionalità, con un pattern che, nel suo complesso, può essere definito subparallelo o dendritico. Le incisioni sono profonde, talora configurate a forra. Infatti, come già accennato nel § 3.3, la maggior parte dei corsi d'acqua è caratterizzata da una forte sovra-escavazione dovuta sia a motivi litologici e strutturali, sia alla Crisi di Salinità Messiniana.

Provenendo da rilievi carsici caratterizzati da quasi totale assenza di sorgenti a quote elevate, i corsi d'acqua sono pressoché sempre asciutti nei loro tratti iniziali, prevalentemente asciutti nei tratti intermedi (dove possono iniziare ad apparire le prime sorgive), mentre deflusso idrico abbastanza costante inizia ad apparire nei tratti medio-bassi o bassi.

Considerando l'idrografia di Gazzaniga nel suo complesso, conviene dunque osservare in sintesi quanto segue:

- Il Fiume Serio segna il confine sud-est con Cene; l'interazione con l'abitato è significativa soprattutto per quanto attiene alla zona del campo sportivo e a quella industriale di Via Salici;
- il Torrente Vertova, principale, segna il confine nord-est con Vertova ed è sostanzialmente irrilevante dal punto di vista delle interferenze idrauliche, sebbene il suo bacino vallivo costituisca circa metà del territorio comunale;
- il Torrente Rovaro, principale, parzialmente tombinato, è posto all'estremità sud-ovest, a confine con Aviatico ed Albino; corso d'acqua con un importante bacino molto dissestato, rappresenta una criticità in termini di fenomeni di trasporto solido;
- il Torrente Rova, principale, è forse il più rappresentativo di Gazzaniga, e il suo bacino idrografico occupa una larga parte del territorio comunale tra i monti Ganda e Cedrina; caratterizzato da profonda incisione, notevoli portate e trasporto solido, sviluppa un'imponente conoide a partire dalla frazione di Rova, dove viene tombottato (in Piazza San Mauro) in direzione del Serio; all'ingresso del tombotto esiste un sistema di monitoraggio;
- la Valle Masserini e la Valle San Carlo hanno bacini molto più limitati, discendendo dai contrafforti meridionali di Orezza e tagliando gli altopiani di mezza quota; si sono tuttavia resi protagonisti, durante l'alluvione del 1972, di importanti fenomeni di esondazione e trasporto solido, favoriti dalla propensione al dissesto dei loro ripidi fianchi; le due valli vengono tombinate al di sotto del centro storico, unendosi e proseguendo fino al Serio, in una situazione di notevole criticità;

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

- la Valle Misma presenta una situazione analoga, con una tombinatura al di sotto del centro abitato, in particolare in prossimità del Centro Anziani, della scuola superiore ITIS, del municipio; tra l'altro la valle, pur avendo un bacino limitato, evidenzia portate abbastanza significative anche in assenza di forti precipitazioni; il suo tombotto d'ingresso alla sommità di Via Valle Misma è potenzialmente critico e la via stessa è praticamente una trincea;
- la valletta alla Strada della Fontana è interamente tombinata al di sotto del centro abitato e ormai quasi completamente obliterata dall'urbanizzazione, oltre che in commistione con la fognatura, ma è esistente e potenzialmente critica;
- il Torrente Comel, pur avendo un bacino idrografico molto limitato, presenta forti portate in caso di precipitazioni intense (probabilmente per via di una sorgente carsica alla base del Monte Ganda), il suo tombotto d'ingresso in Via Pascoli è in situazione di forte criticità, disordine, scarsa accessibilità e presenza di manufatti discutibili entro le fasce di rispetto; tuttavia, il tratto tombinato fino alla confluenza nel Rovaro risulterebbe idraulicamente verificato;
- altre vallette discendenti dalla Via dei Broli sono completamente tombinate al di sotto del centro abitato e in probabile commistione fognaria.

Come accennato, le commistioni tra corsi d'acqua naturali, reti di drenaggio di acque bianche e vere e proprie fognature sono numerose e diffuse; alcune di queste situazioni vengono evidenziate in particolare nel Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale (si rimanda per ulteriori dettagli al Capitolo 4).

Per quanto attiene ai fenomeni di trasporto solido (debris flow e relative conoidi di deiezione), Gazzaniga presenta, come già accennato, alcune situazioni degne di particolare attenzione. I bacini vallivi più critici da questo punto di vista sono senza dubbio quelli della Val Rovaro e della Val Rova (si noti che entrambi i fluvionimi sono da voce mediterranea *rova*, *rava* che significano “detrito”, “frana”, da cui anche le voci bergamasche *röéra* che significa “ghiaione”, “frana” e *rùina*, “frana”); in seconda battuta sono soggette a trasporto solido la Valle Masserini, la Valle Orezzo e la Val Misma.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

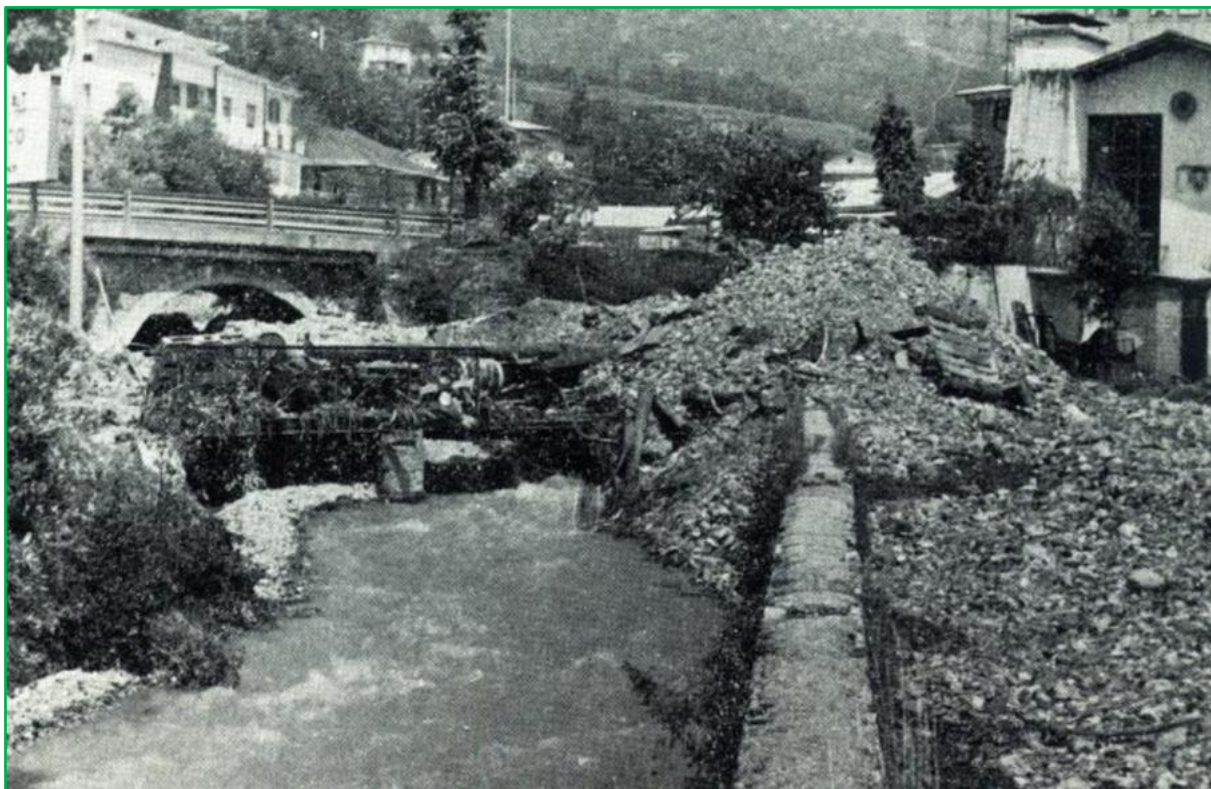


Figura 23 – Trasporto solido del Torrente Rovaro durante l'alluvione del 10 luglio 1972

Va altresì osservato come la gran parte dei bacini vallivi sia caratterizzata da boschi abbandonati e malgovernati, con abbondanza di materiale vegetale mobilizzabile in alveo; ciò costituisce un elemento critico non indifferente, perché può aumentare il rischio di trascinamento di tronchi e ramaglie a valle, con conseguente ostacolo al deflusso idrico ed occlusione di ponti e tombotti già spesso sottodimensionati; non è peraltro infrequente, purtroppo, anche la presenza di rifiuti solidi urbani negli alvei. Situazioni di questo tipo sono state riscontrate e rilevate dallo scrivente in modo quasi sistematico.

Per ulteriori informazioni, si rimanda anche al Documento di Polizia Idraulica e al Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale.

3.6.2 Criticità dei corsi d'acqua ed aree allagabili

Al pari di molti altri corsi d'acqua della media Val Seriana, anche quelli di Gazzaniga sono caratterizzati da elementi di criticità, che a tratti determinano fenomeni esondativi anche abbastanza rilevanti, alcuni storicamente noti, altri ipotizzati sulla scorta di studi idraulici e considerazioni geomorfologiche. Di seguito, si riassumono i principali elementi critici:

- **ELEVATA ANTROPIZZAZIONE.** Tutti i corsi d'acqua nel fondovalle sono stati pesantemente urbanizzati sia nelle aree immediatamente adiacenti (casce di espansione), sia direttamente al di sopra degli alvei, mediante lunghi tombottamenti. Va da sé che molte di queste aree hanno un livello di rischio intrinsecamente elevato, anche considerando le frequenti commistioni fognarie.
- **TOMBOTTI FACILMENTE OSTRUIBILI.** Numerosi tombotti, sia dei torrenti più rilevanti che di quelli più modesti, presentano sezioni critiche, con insufficienze idrauliche e/o facilmente ostruibili dal trasporto solido. Lo scrivente ha personalmente rilevato diverse situazioni di tombotti potenzialmente ostruibili durante i sopralluoghi di terreno.
- **BACINI CON ELEVATE QUANTITÀ DI DETRITI MOBILIZZABILI.** Alcuni dei sottobacini vallivi interni a Gazzaniga presentano estese coperture detritiche (detriti sciolti, colluvi e brecce di versante), che potrebbero essere prese in carico dai corsi d'acqua e trasportate a valle, con maggiori rischi di ostruzione dei tombotti. I due principali sottobacini con queste caratteristiche sono quelli della Val Rovaro e della Val Rova, ma anche altre valli, quali quella di Masserini, quella di San Carlo e la Misma, pur non avendo bacini particolarmente ricchi di detriti sciolti, possono comunque sviluppare fenomeni di trasporto solido in caso di franamenti delle potenti coltri alteritiche lungo i ripidi ed instabili fianchi, eventi che peraltro si verificano piuttosto frequentemente.
- **BACINI DISSESTATI.** Come già accennato, oltre a presentare diffuse coperture detritiche (sebbene non proprie di tutti i sottobacini), i bacini vallivi sono spesso caratterizzati da dissesti quali frane ed erosioni superficiali.

- **MALGOVERNO DEI BOSCHI.** I boschi presentano diffuse situazioni di malgoverno e di abbandono, specie nelle zone più impervie, che spesso si traducono in alvei ostruiti dalla vegetazione infestante o morta. La possibilità che, durante eventi meteorici intensi, si verifichi il trasporto di tronchi e ramaglie verso valle, con conseguente ostruzione di ponti e tombotti, è un dato oggettivo.
- **RIFIUTI NEGLI ALVEI.** Abbastanza diffusa è purtroppo la presenza di rifiuti ed altri materiali antropici negli alvei. Oltre a costituire una problematica ambientale, i rifiuti possono contribuire all'ostruzione di ponti e tombotti.
- **SCARICHI NEGLI ALVEI E GESTIONE NON OTTIMALE DELLE ACQUE METEORICHE.** Numerosi sono gli scarichi di acque meteoriche (e verosimilmente anche fognarie) all'interno dei corsi d'acqua. Ciò aumenta significativamente le portate in casi di eventi meteorici intensi, oltre ad ingenerare problemi di ordine ambientale. È stato inoltre riscontrato che alcune valli tombottate sono in commistione diretta con la fognatura mista.

L'insieme di questi elementi e fattori critici determina una certa propensione sia all'esondabilità dei corsi d'acqua naturali – per lo più in aree strettamente adiacenti agli alvei – sia all'allagamento di porzioni di territorio non strettamente connesse ai corsi d'acqua, come già accennato. Ciononostante, per quanto attiene al comune di Gazzaniga, sino ad oggi – almeno per quanto noto allo scrivente – nessuno studio idraulico rilevante è stato mai redatto sul territorio, fatta eccezione per la recente verifica del Torrente Comel e per l'individuazione delle aree di allagabilità sul Serio condotta nell'ormai lontano 2004 a livello di bacino. Infatti, lo studio geologico del P.G.T. del 2012 conteneva soltanto perimetrazioni qualitative (ovvero dedotte su base morfologica) delle aree a pericolosità di esondazione torrentizia e delle conoidi, senza studi di dettaglio e probabilmente appoggiandosi almeno in parte anche al GeolFFI. Come verrà opportunamente precisato nel § 5.4, diverse delle aree esondative relative alle zone montane definite nello studio geologico 2012 si sono rivelate ampiamente sovradimensionate ad una analisi cartografica e in terreno di maggior dettaglio; di contro, aree prima non considerate esondabili, lo sono risultate a seguito delle nuove conoscenze acquisite in campagna.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

In seno al presente studio, che prevede tra l'altro la redazione della Carta P.A.I.-P.G.R.A., tutti gli strumenti preesistenti sono stati consultati in modo critico, ma soprattutto si è proceduto a ridefinire le aree allagabili sulla scorta di:

- perimetrazioni del P.G.R.A. sul Fiume Serio (ambito RP);
- approfondimenti R4 sul Fiume Serio condotti dal Geol. Chiodelli;
- studi di dettaglio delle conoidi Rovaro e Rova condotti dal Geol. Chiodelli;
- rilevamenti e considerazioni di terreno operate dallo scrivente, anche contestualmente alla redazione del DOSRI e del nuovo Documento di Polizia Idraulica, sui corsi d'acqua del comparto collinare e di fondovalle, anche con ridefinizione su base geomorfologica delle conoidi delle valli Masserini, Orezza e Misma;
- informazioni fornite da Uniacque, anche con sopralluoghi di terreno.



Figura 24 - Perimetrazioni esondative del P.G.R.A. vigente sul territorio di Gazzaniga

3.6.3 Idrogeologia generale del territorio comunale

Il territorio di Gazzaniga presenta caratteri idrogeologici molto variegati.

L'ossatura dei rilievi è costituita in prevalenza da rocce carbonatiche che hanno subito carsificazione dal Miocene in avanti, con lo sviluppo di superfici carsiche in quota, prevalentemente esterne al comune (Aviatico, Albino). Le zone culminali, pertanto, agiscono da bacini carsici assorbenti, specialmente in corrispondenza dei pianalti del Monte Rena, del Monte Ganda, del Monte Poieto e, secondariamente, del Monte Cedrina. Le emergenze idriche avvengono in genere in corrispondenza di contrasti di permeabilità, a mezzo versante o in prossimità del fondovalle, più raramente in alto (e, in tal caso, con portate molto più modeste); tipiche superfici di contrasto sono contatti tettonici oppure il tetto di formazioni meno permeabili (calcari marnosi ed argilliti rispetto a calcari dolomitici e dolomie). Definire l'esatto andamento del circuito carsico sotterraneo è molto difficile, tuttavia, è possibile fare alcune affermazioni di massima:

- i rilievi che sovrastano Gazzaniga non alimentano soltanto le sorgenti del comune, ma molto probabilmente anche quelle dei comuni esterni, in Val Vertova, Val Serina e nella Valle dell'Albina.
- le sorgenti idropotabili di Gazzaniga in Val Vertova appartenenti ai gruppi Go e Merlezza sono alimentate dai bacini carsici del Monte Cedrina, e probabilmente in parte del Monte Poieto attraverso le sottostanti vallate;
- le sorgenti idropotabili di Gazzaniga in Val Vertova più alte, appartenenti al gruppo Borleda, sono alimentate invece dai bacini carsici dei rilievi più alti attorno al Monte Suchello;
- le sorgenti idropotabili sul versante nord e sud del Monte Cedrina, appartenenti al gruppo Cà de Spì, sono alimentate dal bacino carsico dello stesso Monte Cedrina.
- le sorgenti poste in posizione di fondovalle (non idropotabili) sono alimentate direttamente dalle falde contenute nei conglomerati pleistocenici degli altopiani alluvionali antichi di mezza quota, pertanto, hanno un livello intrinseco di vulnerabilità maggiore.

3.6.4 Idrogeologia degli ambiti carsici culminali e degli ambiti collinari intermedi

Gli ambiti carsici culminali, residui di antiche superfici carsiche subpianeggianti, fungono da bacini di ricarica degli acquiferi profondi in roccia, veicolando le acque meteoriche nel circuito carsico sotterraneo attraverso vie preferenziali di infiltrazione; fra queste, spiccano in particolar modo le doline, localmente presenti sui rilievi, anche se in misura minore rispetto ad altri contesti della Val Seriana.

Per quanto noto allo scrivente, non esistono, ad oggi, studi accurati del sistema carsico di Gazzaniga. Si ritiene auspicabile che venga effettuato, in futuro, uno studio idrogeologico di maggior dettaglio, che permetta di comprendere, eventualmente anche attraverso prove con traccianti, stendimenti geoelettrici e quant'altro, le connessioni tra i principali ambiti carsici (Monte Poieto, Monte Cedrina, Monte Ganda, ecc.) e le sorgenti idropotabili sia di Gazzaniga che dei comuni circostanti; ciò permetterebbe, tra l'altro, di perimetrare le aree di salvaguardia delle captazioni mediante criteri idrogeologici anziché geometrici, o comunque di elaborare forme di tutela più mirate e specifiche, oltre che di acquisire dati di notevole rilevanza scientifica.

Nelle zone culminali di altopiano carsico, sono naturalmente molto rare le sorgenti, limitate per lo più a modeste scaturigini poste in corrispondenza di discontinuità nella roccia o lineamenti tettonici. Trattandosi di sorgenti alte, e quindi caratterizzate da bacini di alimentazione limitati, risentono fortemente dell'andamento stagionale.

Le sorgenti aumentano mano a mano che si procede verso il basso, negli ambiti collinari intermedi, laddove le pendenze più elevate dei versanti tendono a ridurre il carsismo; queste zone possono considerarsi "di transito" tra i bacini carsici sommitali di alimentazione e le aree del fondovalle vero e proprio. Si rinvencono dunque numerose scaturigini, talora anche con portate discrete, più costanti nel tempo e meno affette da variazioni stagionali. Fra queste si possono citare le sorgenti dei gruppi Cà de Spì, Borleda, Gó e Merlezza.

3.6.5 Idrogeologia degli altopiani intermedi e del fondovalle

Le acque raccolte nei rilievi e pianori carsici in quota tendono in parte a fuoriuscire a quote medie e medio-basse, alimentando i corsi d'acqua minori, in parte a raggiungere gli altopiani alluvionali di mezza quota ed il fondovalle, dove vengono sostenute dalle formazioni più impermeabili del substrato roccioso, quale l'Argillite di Riva di Solto. Appartengono a questa categoria, ad esempio, le sorgive attorno all'altopiano di San Rocco e nella zona di Masserini e Mozzo. Nella zona di San Rocco è stata perimetrata anche un'area ad elevata vulnerabilità idrogeologica in corrispondenza di una blanda ma ampia dolina.

Nella zona di fondovalle non è possibile definire linee isopiezometriche, data l'assenza di dati sufficientemente estesi, tuttavia, praticamente tutto il fondovalle è caratterizzato da soggiacenza della falda relativamente prossimale al piano campagna, con valori dedotti da alcuni pozzi che oscillano tra -2,00 m e -5,00 m circa. Anche per questo motivo, nel fondovalle seriano sono presenti numerosi pozzi ad uso privato, già segnalati nello studio geologico precedente.

Un importante tema idrogeologico nel fondovalle è quello legato alla presenza, nella zona di Via Crispi, dell'ex insediamento industriale "Masserini – Riporti Industriali", non più esistente ma a tutt'oggi segnalato come sito contaminato. Nello studio geologico precedente era stata perimetrata per questo motivo una sottoclasse di fattibilità geologica *ad hoc* ("aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica"), che si è deciso di mantenere anche nel presente aggiornamento, visto che l'area è indicata come sito contaminato anche nel Geoportale regionale. Una problematica analoga è riscontrabile anche presso l'insediamento industriale "Riporti Industriali srl – Via Salici", nella zona industriale: anche questo è considerato sito contaminato e indicato nel Geoportale regionale; in questo caso, l'area di vulnerabilità idrogeologica è stata perimetrata a ricomprendere tutto l'ambito produttivo a sud della superstrada, non perché il sito contaminato sia così esteso, ma perché la zona presenta una somma di fattori che la rendono particolarmente fragile dal punto di vista idrogeologico (bassa soggiacenza della falda, presenza di comparto industriale esposto a rischio alluvionale seppur basso, presenza del sito contaminato).

3.6.6 Sorgenti, pozzi e derivazioni superficiali

Nel territorio di Gazzaniga e nelle immediate adiacenze sono note numerose sorgenti di qualche significato, per la maggior parte non captate, molte delle quali storicamente ben conosciute a livello locale. Esistono poi sicuramente altre scaturigini minime sparse in aree impervie del territorio, che si riattivano solo durante eventi meteorici eccezionali. Vi è poi da rilevare la presenza dei già citati pozzi nel fondovalle.

Le schede delle sorgenti e dei pozzi sono contenute nell'Allegato D – “Schede Sorgenti e Pozzi”.

Il SITER provinciale indica la presenza di alcune sorgenti e pozzi ad uso privato; anche queste vengono riportate, per completezza, nell'Allegato, con le relative schede.

Come già accennato nei precedenti paragrafi, le sorgenti di Gazzaniga sono accomunate da alcune caratteristiche fondamentali:

- sono concentrate per lo più nel comparto collinare intermedio e nel comparto di fondovalle;
- presentano portate molto variabili;
- mostrano in generale una marcata variabilità stagionale.

3.6.7 Permeabilità dei terreni e delle rocce

Definire a livello pianificatorio la permeabilità dei terreni e – ancor più – delle rocce è un'operazione inevitabilmente affetta da un certo grado di approssimazione. È, infatti, gioco forza basarsi in prevalenza sui dati litologici, associando classi di conducibilità idraulica alle varie tipologie di rocce e di terreni rilevati sul territorio; tuttavia, questo approccio non permette sempre di tener conto di fattori quali il grado di fratturazione e carsificazione locale degli ammassi rocciosi (estremamente variabile da zona a zona), lo spessore della coltre alteritica (anch'esso soggetto a forti variazioni laterali, ancor più nei contesti carsici caratterizzati da organi geologici), la presenza di riporti antropici. I valori di permeabilità forniti nella Carta Idrogeologica sono dunque puramente indicativi e non devono mai essere utilizzati per definire puntualmente la conducibilità idraulica a livello progettuale (per esempio, per progetti di invarianza idraulica oppure per dimensionare trincee di subirrigazione), ma solo come termini di riferimento per ragionamenti di carattere generale. La conducibilità idraulica di terreni e rocce va sempre definita puntualmente in sito, mediante prove di permeabilità, allorquando si abbia una necessità progettuale.

Al netto di questa necessaria premessa, per la definizione delle classi di permeabilità nella Carta Idrogeologica è stato seguito questo criterio:

- ai depositi alluvionali e di versante attuali e recenti, nonché alle brecce carbonatiche, è stata associata la classe con la permeabilità più alta;
- ai calcari, alle marne, alle dolomie, alle alluvioni più antiche (generalmente coperte da suoli abbastanza sviluppati), ai colluvi ed ai conglomerati è stata associata la classe con permeabilità da media a bassa;
- alle porfiriti, alle alteriti più sviluppate e alle formazioni argillitiche è stata infine associata la classe con la permeabilità più bassa.

PERMEABILITÀ INDICATIVA DELLE ROCCE E DEI TERRENI

Substrato roccioso



Rocce con permeabilità da alta a media (brecce carbonatiche)



Rocce con permeabilità da media a bassa (calcari, marne, dolomie)



Rocce con permeabilità bassa (porfiriti)

Depositi superficiali quaternari



Depositi con permeabilità da alta a media (alluvioni recenti, detriti di versante)



Depositi con permeabilità da media a bassa (colluvi, conglomerati, alluvioni antiche)



Depositi con permeabilità da bassa a nulla (alteriti potenti, argille e limi lacustri)

Le rocce sono state distinte dai terreni con simbologie leggermente diverse.

Osservando la cartografia della permeabilità nel suo complesso, si osserva quindi come la gran parte del territorio montano e collinare sia caratterizzato da valori di permeabilità medi o medio-alti, fatta eccezione le aree con formazioni argillitiche. Localmente, la permeabilità in roccia viene comunque aumentata dalla carsificazione, ed è massima in corrispondenza di elementi quali doline, uvala e polje, percorsi di drenaggio preferenziale delle acque meteoriche verso il circuito carsico sotterraneo; si tratta di permeabilità secondaria ed è legata alla fratturazione, tettonizzazione ed alterazione degli ammassi, piuttosto che alla loro conducibilità idraulica intrinseca (permeabilità primaria). Le paleosuperfici carsiche principali sono state perimetrate con apposito retino; in tal senso va sottolineato tuttavia che, a differenza di altri comuni della Val Seriana (ad esempio Gandino), le superfici carsiche in quota di Gazzaniga sono molto più limitate e caratterizzate da espressioni morfologiche molte blande; sono per esempio assenti, in sostanza, i bacini di doline, i polje, gli inghiottitoi, gli uvala, presenti invece in abbondanza in altre realtà. Per questo motivo si è deciso di non istituire una sottoclasse di fattibilità specifica per il carsismo, anche se all'interno di tutte le

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

sottoclassi afferenti agli ambiti montani sono state inserite alcune indicazioni *ad hoc* nelle Norme Geologiche di Piano.

Gli altopiani alluvionali intermedi sono invece caratterizzati da valori di permeabilità generalmente bassi, a causa delle potenti coltri di terre rosse limoso-argillose pressoché impermeabili.

Il fondovalle seriano presenta infine valori disomogenei; la piana alluvionale è tendenzialmente permeabile in virtù delle litologie prevalentemente limoso-argillose, tuttavia, vi sono ampie aree con substrato roccioso argillitico e coperture medio-fini che diminuiscono decisamente la conducibilità idraulica.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

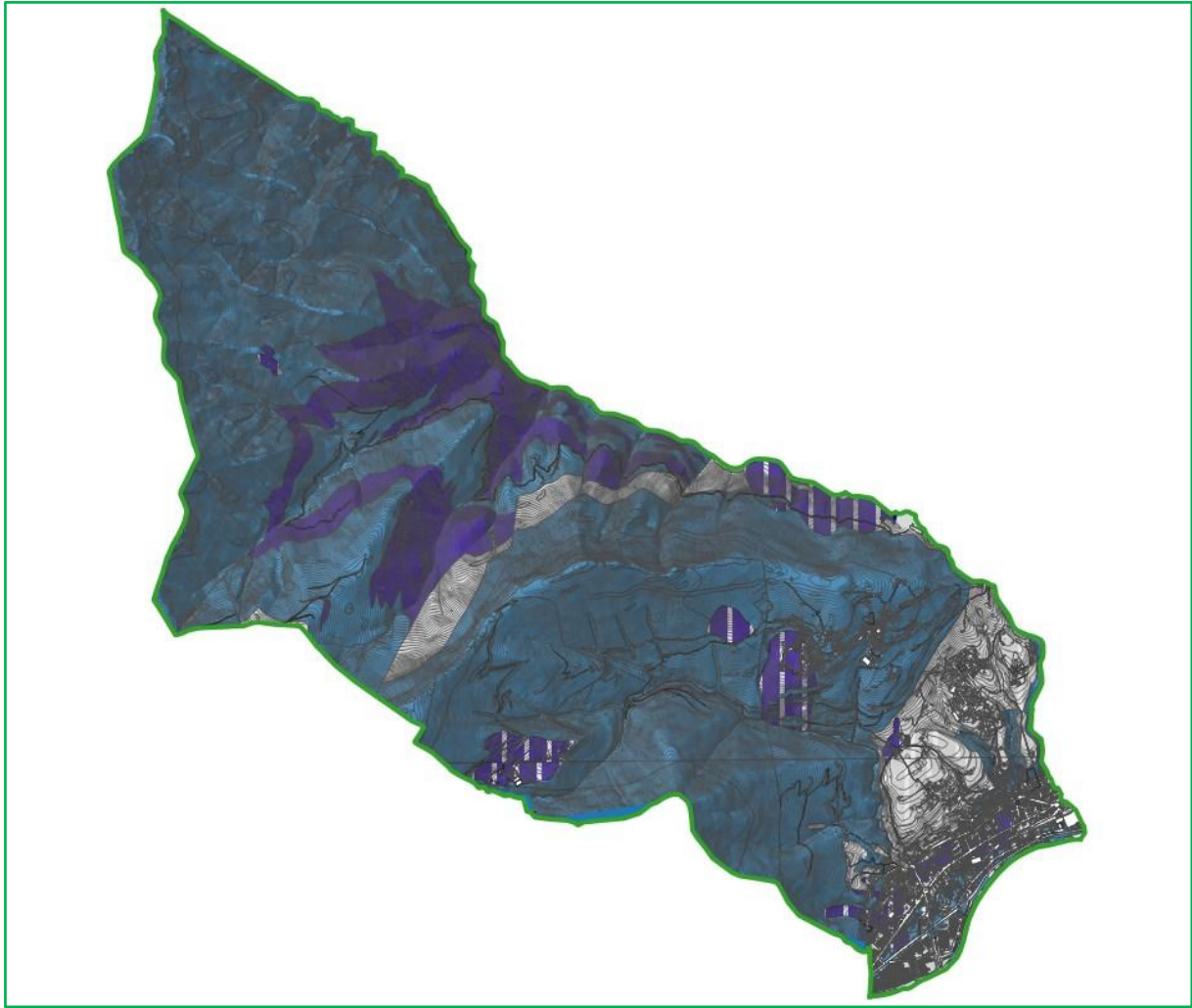


Figura 25 - Classi di permeabilità identificate sul territorio di Gazzaniga

3.7 Caratteri litotecnici di massima

3.7.1 Indagini geognostiche reperite nel territorio comunale

Sono state reperite varie indagini geognostiche eseguite nel corso degli ultimi dieci anni circa sul territorio comunale. Nel loro complesso, le indagini reperite consistono in:

- Sondaggi meccanici a carotaggio continuo, anche con esecuzione di prove S.P.T. in foro e/o posa di piezometri
- Prove penetrometriche dinamiche, anche con posa di piezometri
- Scavi esplorativi
- Rilevamenti geomeccanici di ammassi rocciosi
- Indagini geoelettriche
- Indagini sismiche multicanale (MASW / ReMi)
- Indagini sismiche a rifrazione
- Indagini sismiche passive a stazione singola (HVSR)

Le indagini vengono riportate nella Carta Litotecnica come elementi puntuali; la base di partenza è la Carta Geologica. Scopo della Carta Litotecnica è quello di suddividere il territorio in rocce e terreni di differente qualità geomeccanica.

Di seguito si elencano i lavori che è stato possibile consultare, omettendo, nel caso di interventi privati, il nome del committente e il titolo edilizio esatto.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

TIPO DI INDAGINE	LOCALITÀ INTERVENTO	SONDAGGI	PROVE PENETROMETRICHE	PIEZOMETRI	SCAVI ESPLORATIVI	PROVE DI LABORATORIO	GEOELETTRICA	SISMICA	RILIEVI GEOMECCANICI	STUDI IDRAULICI
Edilizia pubblica	Zona Ospedale									
Edilizia privata	Via Manzoni									
Edilizia privata	Via per Orezza									
Edilizia privata	Via Bordogni									
Edilizia privata	Via Gusmini									
Edilizia privata	Ganda Lunga									
Edilizia privata	Via Galliano									
Edilizia pubblica	S.P. 41 tra Gazzaniga e Orezza									
Edilizia pubblica	Cimitero									

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

TIPO DI INDAGINE	LOCALITÀ INTERVENTO	SONDAGGI	PROVE PENETROMETRICHE	PIEZOMETRI	SCAVI ESPLORATIVI	PROVE DI LABORATORIO	GEOLETTRICA	SISMICA	RILIEVI GEOMECCANICI	STUDI IDRAULICI
Edilizia privata	Via Angeletti									
Edilizia privata	Mozzo (vari interventi)									
Dissesto	Strada dei Gromei									
Dissesto	Roncliscione									
Dissesto	Clacchei									
Edilizia privata	Lenté (vari interventi)									
Edilizia privata	Roset									
Edilizia privata	Coldré									
Edilizia privata	Cedrina									

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

TIPO DI INDAGINE	LOCALITÀ INTERVENTO	SONDAGGI	PROVE PENETROMETRICHE	PIEZOMETRI	SCAVI ESPLORATIVI	PROVE DI LABORATORIO	GEOELETTRICA	SISMICA	RILIEVI GEOMECCANICI	STUDI IDRAULICI
Edilizia privata	Via Leone XIII									
Edilizia privata	Via Don Bossetti									

Non si è ritenuto necessario allegare i materiali relativi a tutti gli interventi citati, tuttavia, a margine della Carta Litotecnica vengono ripresi alcuni stralci delle indagini (diagrammi delle prove penetrometriche, tomografie elettriche, ecc.), con particolare riferimento a quelle per opere pubbliche o comunque di una certa rilevanza.

3.7.2 Caratteristiche geomeccaniche di massima di rocce e terreni valgardinesi

Dal punto di vista geomeccanico, le rocce e i terreni del territorio comunale possono essere così schematizzabili:

- ROCCE CON CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE GENERALMENTE BUONE O INTERMEDIE. Si tratta di rocce massive o in banchi potenti, caratterizzate da gradi di fratturazione e/o alterazione modesti o limitati. Si possono annoverare in questa categoria le dolomie massive e stratificate, le marne, i conglomerati, i calcari stratificati nelle porzioni poco tettonizzate e poco carsificate.
- ROCCE CON CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE GENERALMENTE MEDIOCRI. Si annoverano in questa categoria rocce quali breccie carbonatiche e conglomerati fessurati.
- ROCCE CON CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE GENERALMENTE SCADENTI. Si annoverano in questa categoria rocce per lo più stratificate o laminate, caratterizzate da gradi di fratturazione e/o alterazione spinti: le argilliti e le porfiriti (che sono quasi sempre molto alterate).
- TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE GENERALMENTE BUONE O INTERMEDIE. Appartengono a questa categoria terreni prevalentemente granulari grossolani, caratterizzati da coperture alteritiche limitate o assenti, per esempio detriti di falda sciolti e sedimenti alluvionali recenti o attuali.
- TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE GENERALMENTE MEDIOCRI O ETEROGENEE. Appartengono a questa categoria terreni granulari e coesivi a granulometria mista, caratterizzati da coperture alteritiche ben sviluppate, per esempio colluvi, diamicton, alluvioni antiche alterate.
- TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE GENERALMENTE SCADENTI. Si tratta di terreni prevalentemente coesivi, fini, di natura limoso-sabbiosa, limoso-argillosa o argillosa. Appartengono a questa categoria le potenti coltri alteritiche tipo “Terre Rosse” che ricoprono diffusamente i conglomerati quaternari, le coltri colluviali di analoga natura ed eventuali riporti antropici.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Non è possibile definire parametri geomeccanici univoci per le rocce ed i terreni, essendo sempre caratterizzati da una considerevole variabilità. Sono in particolare gli ammassi rocciosi a presentare forti disomogeneità da zona a zona e persino nell'ambito di brevissime distanze, in funzione del grado di carsificazione (che spesso è ad organi geologici) e delle discontinuità (sia primarie che secondarie). È tuttavia possibile presentare, **a titolo puramente indicativo**, alcuni range di variabilità per le rocce e i terreni di Gazzaniga, basati su consolidati valori di letteratura e soprattutto sulle indagini geognostiche eseguite nel corso del tempo.

In nessun caso questi valori possono sostituire le indagini geognostiche e le elaborazioni geotecniche sito-specifiche previste dalle N.T.C. 2018.

ROCCE

LITOTIPO	PESO DI VOLUME [kN/m ³]	ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO [°]	MODULO DI YOUNG [kN/m ²]
Con caratteristiche buone	20-22	35-40	50000-60000
Con caratteristiche mediocri	20-21	32-40	30000-50000
Con caratteristiche scadenti	19-21	28-35	20000-40000

TERRENI

NATURA	PESO DI VOLUME [kN/m ³]	ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO [°]	COESIONE NON DRENATA [kN/m ²]	MODULO DI YOUNG / EDOMETRICO [kN/m ²]
Con caratteristiche buone	18-20	25-30	-	6000-15000
Con caratteristiche mediocri	17-19	21-25	20-60	3000-10000
Con caratteristiche scadenti	16-18	21-23	20-60	3000-5000

Nella Carta Litotecnica sono stati tracciati anche i lineamenti tettonici che possono localmente diminuire per tettonizzazione la qualità degli ammassi rocciosi.

4. DISAMINA CRITICA DEGLI STRUMENTI PREVIGENTI

4.1 Lo studio geologico del P.G.T. (2012 – variante 2017)

La prima versione della componente geologica e idrogeologica del P.G.T. è stata redatta dallo Studio G.E.A. tra il 2006 e il 2012, mentre nel 2017 sempre la G.E.A. ha effettuato una variante puntuale che tuttavia, secondo le informazioni fornite dall'Ufficio Tecnico, non ha mai completato il proprio iter di approvazione.



Il piano comprende i seguenti elaborati:

- Relazione Generale
- Norme Geologiche di Piano
- Allegato Captazioni
- Corografia
- Carta Litologica
- Carta Geomorfologica
- Carta Idrografica
- Carta Idrogeologica
- Carta Litotecnica
- Carta del Dissesto P.A.I.
- Carta della Pericolosità Sismica Locale
- Carta dei Vincoli
- Carta di Sintesi
- Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano

Si tratta di una revisione generale del vecchio studio del P.R.G., con redazione *ex novo* delle carte tematiche di base e con tutti i contenuti all'epoca richiesti dalla D.G.R. 2616/2011. Per quanto risulta allo scrivente, non furono prodotti studi di dettaglio di dissesti secondo gli allegati alla D.G.R.

Per quanto attiene alla fattibilità geologica, lo studio proponeva una suddivisione in sottoclassi che ricalca sostanzialmente l'abaco previsto dalla D.G.R. 2616/2011, al netto

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

della sottoclasse “4 er” per le zone ripide e/o in erosione accelerata (priva di dirette corrispondenze con l’abaco regionale) e della sottoclasse “3 idrg” per vulnerabilità idrogeologica, anch’essa priva di diretta corrispondenza con l’abaco regionale.

La componente sismica conteneva già l’analisi di 1° e di 2° livello, implementando una serie di misure HVSR sparse sul territorio. Tale analisi aveva permesso di delimitare alcune aree in cui il fattore di amplificazione calcolato era superiore a quello di soglia comunale. Tale criterio è stato abbandonato in questo nuovo aggiornamento, preferendo un’indicazione puntuale, anziché areale, del superamento o meno del valore soglia. Questo perché la variabilità e complessità geologica del territorio, anche su brevi distanze, è tale da impedire, a parere dello scrivente, una vera e propria zonizzazione areale del fattore di amplificazione, a maggior ragione considerando che quella dell’epoca era basata su poche misure HVSR non sempre appoggiate a dati stratigrafici (presupposto di base per elaborazioni HVSR credibili).

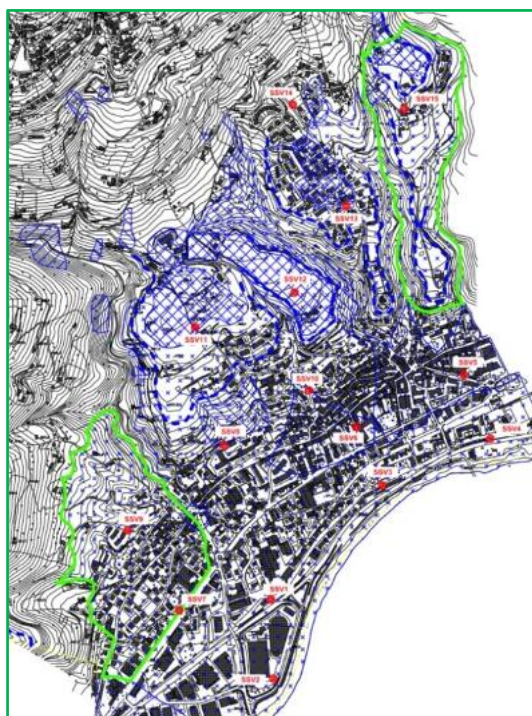


Figura 26 - Perimetrazione (in verde) delle aree con $F_{ac} > F_{as}$ nello studio geologico precedente

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Venendo, infine, alla variante G.E.A. del 2017 (Variante n. 1), si sottolinea come si trattasse di una variante parziale, limitata a quattro piccoli ambiti P.A.I. e di fattibilità geologica. Le proposte di modifica erano state supportate da tre studi di dettaglio: uno in Val de Grù, uno in località Platz, uno in località Piazzoli, tutti e tre su dissesti P.A.I. di tipo franoso. Una quarta proposta di modifica riguardava solo la fattibilità geologica tra il cimitero ed il centro storico di Gazzaniga ed era supportata da osservazioni di dettaglio in campo. Stando alle informazioni fornite dal Comune, questa variante non avrebbe mai completato l'iter di approvazione, e, pertanto, nessuna delle modifiche proposte è mai stata introdotta. Infatti, l'unica componente geologica presente nel portale regionale PGTWEB è quella del 2012, mentre non vi è traccia alcuna di quella del 2017.

Procedimenti: in verde vigenti

ID	Comune	Tipo di piano	Descrizione	Procedimenti	Fase	Stato PGT	N. atto approvazione	Data approvazione	Data BURL approvazione
121847	GAZZANIGA	Variante al PGT (art. 13, comma 13, l.r. 12/2005)	Variante al PGT del COMUNE DI GAZZANIGA: MODIFICA NORMATIVA AL PIANO DI RECUPERO 1 DENOMINATO PIAZZA XXV APRILE /VIA SAN CARLO. VARIANTE 1 AL PGT.	PR	Approvazione	Vigente	48	09/11/2020	21/07/2021
31936	GAZZANIGA	Nuovo Documento di piano Nuovo PGT (art. 13, l.r. 12/2005)	Piano di Governo del Territorio - COMUNE DI GAZZANIGA	DP PS PR CG	Approvazione	Vigente	30	31/07/2012	19/12/2012



Esporta Ricerca

Esporta Dati Sintesi

1 / 2 - Righe totali 2 1

Una modifica era stata apportata anche alle Norme Geologiche di Piano, introducendo la sottoclasse “3 Fq” derivante da uno dei tre studi di dettaglio.

Considerando che la variante non è stata finalizzata e che, almeno per il momento, per i tre studi di dettaglio dell'epoca non sono state fornite le asseverazioni dell'estensore originario, né sono state fornite versioni aggiornate (per esempio, in termini di disamina delle foto aeree, di nuovi sopralluoghi nel caso fossero intercorse modifiche tra il 2017 ed oggi, in

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

termini normativi, ad esempio considerando le N.T.C. 2018 per le verifiche di stabilità – entrate in vigore successivamente al 2017, ecc.), né è stata espressa la volontà di riproporli, lo scrivente non ha ritenuto di introdurre le relative modifiche. Fa eccezione la zona del cimitero (non P.A.I.), dove lo scrivente ha comunque introdotto una variazione simile (ma non identica) a quella proposta nello studio del 2017, tuttavia si sottolinea che tale variazione discende da considerazioni in campo, del tutto autonome e non direttamente connesse, ma al limite solo confermate, da quanto espresso nello studio 2017 a firma G.E.A.

4.2 Il Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Il Piano Assetto Idrogeologico è un insieme di documenti e cartografie elaborati a scala di bacino dall'Autorità di Bacino del Po, volti ad individuare in una dimensione sovraordinata le criticità esondative e più in generale le situazioni di dissesto nell'intero territorio afferente al bacino idrografico del Po, delineando anche delle Norme Tecniche di Attuazione per regolamentare interventi edilizi e indirizzi urbanistici all'interno delle aree critiche. Il P.A.I. comprende dunque sia perimetrazioni di esondabilità connesse ai fiumi maggiori (le cosiddette "Fasce Fluviali", non presenti a Gazzaniga), sia perimetrazioni di dissesto di elevata gravità e di notevole rilevanza (le cosiddette "aree a rischio idrogeologico molto elevato" ed "aree 267"), sia infine perimetrazioni di dissesto "normali", suddivise per tipologie e stati di attività. Il P.A.I. comprendeva degli elaborati originari, risalenti ai primi anni duemila, contenenti alcune perimetrazioni critiche di larga massima e spesso caratterizzate da geometrie molto approssimative, ma in Lombardia è stato popolato soprattutto mediante gli studi geologici comunali, già dai primi anni duemila e con maggior vigore dal 2005 in avanti. Infatti, l'obbligo di redigere la Carta del Dissesto P.A.I. ha permesso di riversare all'interno dell'atlante dei dissesti tutti quei fenomeni individuati a scala locale dai comuni, che in precedenza rimanevano tendenzialmente soltanto all'interno dei singoli studi geologici comunali. Grazie a questo *modus operandi*, si è gradualmente passati da un Quadro del Dissesto P.A.I. Originario, povero di dati e/o con dati piuttosto approssimativi, ad un nuovo Quadro del Dissesto P.A.I. Aggiornato, teoricamente molto più ricco e preciso in quanto costituito dalle migliaia di perimetrazioni provenienti da tutti i singoli comuni mano a mano che procedevano gli aggiornamenti degli studi geologici. È tuttavia da rilevare come le operazioni di costruzione delle cartografie comunali del dissesto, specie nei primi anni, allorquando effettuate in modo superficiale e/o ricorrendo sistematicamente a strumenti quali il GeoIFFI senza le opportune controverifiche di terreno, abbiano frequentemente condotto all'introduzione di dissesti in realtà inesistenti, fortemente sovradimensionati o estremamente differenti rispetto alla reale situazione di terreno. Poiché le aree in dissesto P.A.I., specialmente quelle a maggior pericolosità, sono gravate da forti limitazioni d'uso, è evidente come tale operazione abbia comportato la nascita di vincoli geologici (e,

conseguentemente, urbanistici) di discutibile origine eppure vigenti e fortemente limitanti, peraltro spesso trascinati da una variante all'altra senza mai venire affrontati, e difficili da rimuovere o modificare per via della necessità di analizzarli – in linea generale – mediante studi di dettaglio onerosi e complessi (poiché giustamente pensati per situazioni reali e correttamente individuate).

In linea con quanto detto, si è già osservato come il Quadro del Dissesto P.A.I. Aggiornato di Gazzaniga sia stato definito nel suo assetto attuale principalmente in seno alla redazione della componente geologica del P.G.T. effettuata dallo Studio G.E.A. tra il 2006 e il 2012. Ciò ha comportato l'introduzione di alcune perimetrazioni abbastanza sovradimensionate, errate o non coerenti con la realtà dei luoghi, tratte direttamente dalle Carte Geoambientali o dall'Inventario dei Fenomeni Franosi. In seno al presente studio, vengono pertanto proposti corposi e diffusi aggiornamenti al quadro del dissesto, sulla scorta di studi di dettaglio, approfondimenti R4 e rilevamenti di terreno con osservazioni *ex novo*, anche in aree remote; si rimanda a tal proposito all'Elaborato A.2.

Per quanto attiene alle tipologie di perimetrazioni P.A.I., possono essere sintetizzate secondo il seguente schema di massima:

- FASCE FLUVIALI: A, B, C e B di progetto (riguardano di solito i fiumi maggiori).
- AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO (RME): si distinguono in zona 1, zona 2, zona I e zona B-Pr, e possono essere di qualsiasi tipologia, a seconda del fenomeno che ne ha determinato l'individuazione (frane, esondazioni, conoidi, valanghe).
- DISSESTI NORMATI DALL'ART. 9: frane, esondazioni e dissesti torrentizi, trasporto in massa su conoidi, valanghe. Comprendono quindi:
 - frane attive (Fa);
 - frane quiescenti (Fq);
 - frane stabilizzate (Fs);
 - aree a pericolosità molto elevata di esondazione (Ee);
 - aree a pericolosità elevata di esondazione (Eb);

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

- aree a pericolosità media o moderata di esondazione (Em);
- aree di conoide attivo non protette (Ca);
- aree di conoide attivo parzialmente protette (Cp);
- aree di conoide completamente protette o non recentemente attivatosi (Cn);
- aree a pericolosità molto elevata o elevata di valanga (Ve);
- aree a pericolosità media o moderata di valanga (Vm).

Per quanto concerne, nella fattispecie, il comune di Gazzaniga:

- non sono presenti le Fasce Fluviali;
- non sono presenti aree a rischio idrogeologico molto elevato;
- sono presenti aree esondative, frane e conoidi con ogni stato di attività;
- sono presenti limitate aree valanghive.

In seno al presente studio, il Quadro del Dissesto P.A.I. viene ulteriormente modificato ed aggiornato, con:

- l'introduzione di nuovi dissesti precedentemente non segnalati in quanto probabilmente mai rilevati oppure avvenuti dopo il 2012;
- lo stralcio, la ridefinizione o la modifica di dissesti inesistenti o molto diversi da come attualmente individuati, sulla scorta di nuovi rilievi effettuati dallo scrivente;
- la ridefinizione delle conoidi dei torrenti Rova e Rovaro, oggetto di studio di dettaglio da parte del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli;
- la ridefinizione in estensione delle aree esondative e di trasporto solido (conoidi) dei torrenti Masserini, San Carlo e Misma, oggetto di rilevamento di dettaglio da parte dello scrivente;
- la ridefinizione delle aree esondative lungo il Fiume Serio, a seguito di analisi di dettaglio R4 da parte del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli;
- la ridefinizione delle aree esondative lungo il Torrente Vertova, coinvolgenti seppur marginalmente anche il territorio di Gazzaniga (specialmente nella zona del Roset),

a seguito del nuovo studio geologico del P.G.T. di Vertova (redatto da Geoter), anche sulla scorta di analisi idrauliche di dettaglio;

- una serie di aggiustamenti e adattamenti topografici di dissesti preesistenti su elementi morfologici certi, per lo più di entità minimale.

Alcuni di questi aggiornamenti riguardano parallelamente anche il P.G.R.A., per il quale si rimanda al § 4.4. In particolare, incidono sulle perimetrazioni P.G.R.A. (sia di tipo RP che di tipo RSCM) le riperimetrazioni e le modifiche sulle aree di conoide e sulle aree esondative dei torrenti e del Fiume Serio.

4.3 Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Introdotta con la Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, il P.G.R.A. individua sia cartograficamente, sia in termini di norme d'uso con risvolti urbanistici, le aree a pericolosità e rischio idraulico presenti sul territorio, a livello nazionale. Il P.G.R.A. suddivide i fenomeni esondativi in quattro distinti ambiti:

- RP: Reticolo Principale, comprende i fiumi maggiori (ad esempio, in Val Seriana, il Fiume Serio);
- RSCM: Reticolo Secondario Collinare e Montano, riguarda i torrenti (anche piuttosto rilevanti, quali il Romna ed il Rino) e le conoidi alluvionali;
- RSP: Reticolo Secondario di Pianura, comprende corsi d'acqua naturali e rogge in contesto di pianura;
- ACL: Aree Costiere Lacuali, riguarda gli allagamenti dovuti all'esondazione dei laghi.

Nel caso di Gazzaniga, le aree esondative P.G.R.A. presenti sono tutte inquadrabili nell'ambito RSCM (Reticolo Secondario Collinare e Montano) e nell'ambito RP (Reticolo Principale di pianura e fondovalle).

Per ambedue gli ambiti, vengono distinti tre scenari a differente grado di pericolosità:

- P3/H: scenario frequente (equivalente alle aree "Ee" e "Ca" del P.A.I.)
- P2/M: scenario poco frequente (equivalente alle aree "Eb" e "Cp" del P.A.I.)
- P1/L: scenario raro (equivalente alle aree "Em" e "Cn" del P.A.I.)

In più, il P.G.R.A. introduce un ulteriore livello di approfondimento, incrociando gli scenari di pericolosità con l'uso del suolo (basandosi sul DUSAF), e perimetrando quindi anche il rischio. Nelle aree edificate RSCM classificate a rischio R4, la normativa richiede l'esecuzione di approfondimenti di carattere idraulico. Nel caso di Gazzaniga, tali aree sono presenti lungo il Serio, e in misura minore presso altri corsi d'acqua secondari sia in centro abitato che in zone esterne allo stesso.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

La prima versione del P.G.R.A. in Lombardia risale al 2013 ed è stata costruita principalmente partendo dai perimetri P.A.I. di tipo esondativo già esistenti (Ee, Eb, Em e Ca, Cp, Cn), almeno per l'ambito R.S.C.M. Nel caso di Gazzaniga, il P.G.R.A. 2013 conteneva dunque gli scenari RSCM corrispondenti alle equivalenti aree P.A.I. di esondazione torrentizia e di conoide.

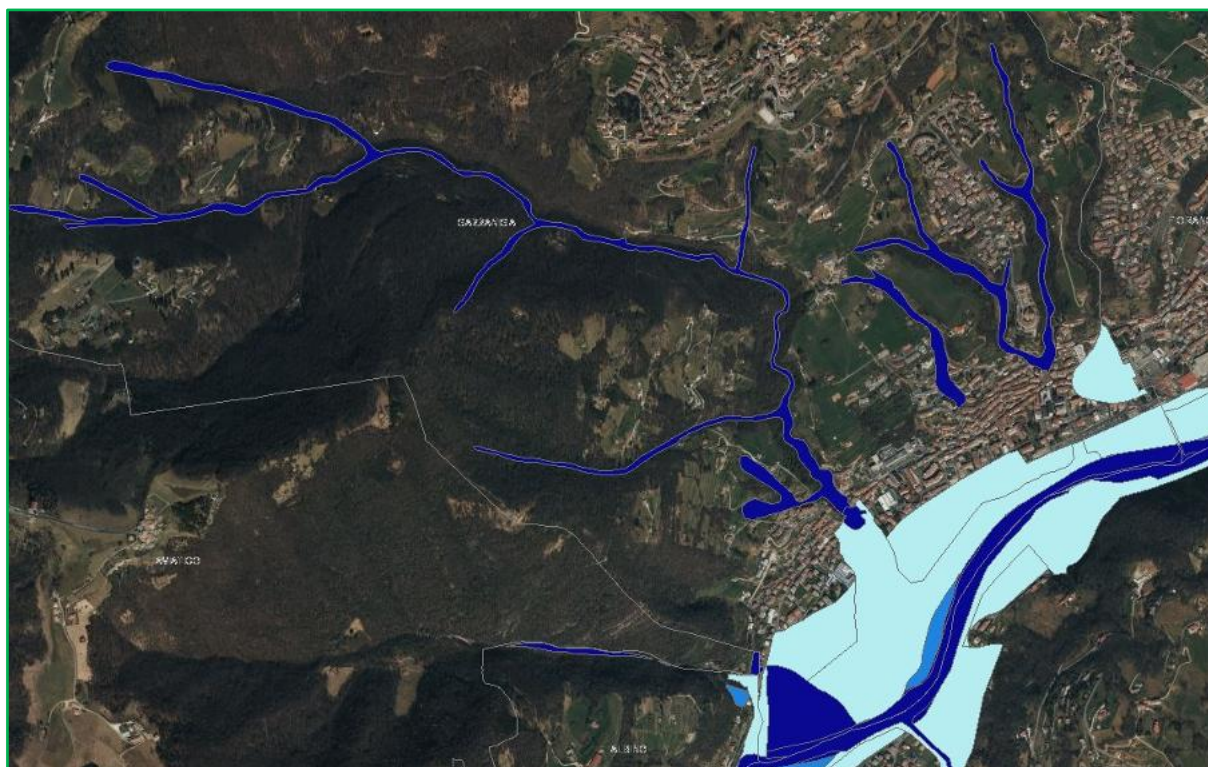


Figura 27 – Prime perimetrazioni P.G.R.A. del 2013

Vi è poi un aggiornamento del 2015, indipendente dallo studio geologico del P.G.T., che modifica le aree esondative del Fiume Serio introducendo un'ampia perimetrazione P2/M tra Fiorano al Serio e Gazzaniga.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 28 –Perimetrazioni P.G.R.A. del 2015

La successiva versione di aggiornamento del P.G.R.A., risalente al 2019, contiene ulteriori modestissime modifiche, quasi irrilevanti, rispetto al 2015.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 29 - Perimetrazioni P.G.R.A. del 2019

Negli aggiornamenti P.G.R.A. successivi (2020 e 2022) nulla è variato su Gazzaniga rispetto alla versione del 2019.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 30 - Perimetrazioni P.G.R.A. del 2022

In seno al presente studio, il P.G.R.A., e contestualmente il P.A.I. per i dissesti di tipo esondativo/conoide, vengono modificati ed aggiornati con:

- la ridefinizione/introduzione delle conoidi dei torrenti Rova, Rovaro, Masserini, San Carlo e Misma;
- l'eliminazione o ridefinizione di alcune aree esondative ritenute non coerenti con la situazione sul territorio;
- l'introduzione di alcune nuove aree esondative;
- la ridefinizione delle aree esondative lungo il Fiume Serio a seguito dell'approfondimento R4;
- la ridefinizione delle aree esondative lungo il Torrente Vertova in sponda idrografica destra, conformemente al nuovo studio geologico del P.G.T. di Vertova.

4.4 Il Piano di Emergenza Comunale vigente

Il primo Piano di Emergenza Comunale di Gazzaniga è stato redatto dallo Studio G.E.A. nel 2021, aggiornando e sostituendo il vecchio Piano di Protezione Civile redatto nei primi anni duemila a livello di Comunità Montana Valle Seriana.

Il P.E.C. contiene una serie di elaborati, fra cui i più significativi ai fini dell'aggiornamento della componente geologica del P.G.T. sono quelli relativi agli scenari di rischio idraulico e idrogeologico; tali scenari devono essere considerati nella redazione del nuovo studio geologico comunale, così come, allo stesso modo, nuove perimetrazioni di pericolosità idraulica e idrogeologica del P.G.T. dovranno ulteriormente aggiornare il Piano di Protezione Civile Comunale.

Lo scenario di pericolosità idraulica è unico e riguarda le aree esondative del Fiume Serio. Poiché tali aree sono quelle del P.G.R.A., vengono già considerate nel presente aggiornamento. Non vengono introdotte aree nuove o differenti.

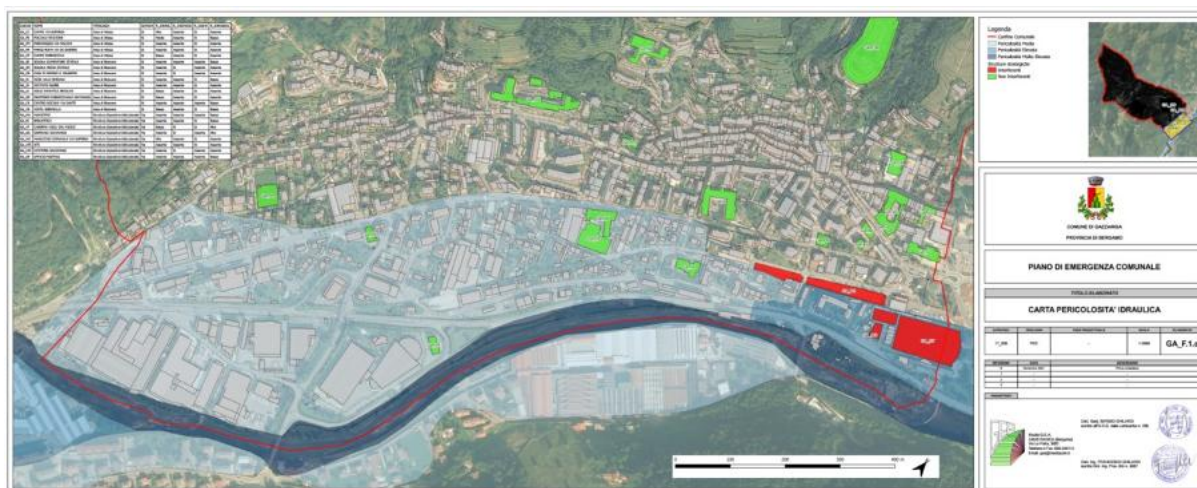


Figura 31 – Carta della pericolosità idraulica (per il Fiume Serio) del P.E.C. 2021

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Anche nel caso degli scenari di pericolosità idrogeologica, il P.E.C. utilizza le aree P.A.I. dello studio geologico 2012, senza introdurre nuove perimetrazioni; dunque, anche in questo caso, le aree vengono già considerate nel presente aggiornamento. È tuttavia chiaro che il Piano di Protezione Civile Comunale, una volta completato l'aggiornamento del P.G.T., dovrà essere significativamente aggiornato, visto che il P.A.I. viene modificato in maniera molto consistente. Si sottolineano, in particolare, la forte estensione delle zone di caduta massi a nord del Monte Cedrina (con interessamento della strada per Garimondi e Val de Grù nonché di numerosi edifici rurali ivi presenti), nonché la ridefinizione delle conoidi sul fondovalle, solo per citare due delle modifiche più rilevanti che avranno inevitabilmente incidenza sulle tematiche di Protezione Civile.

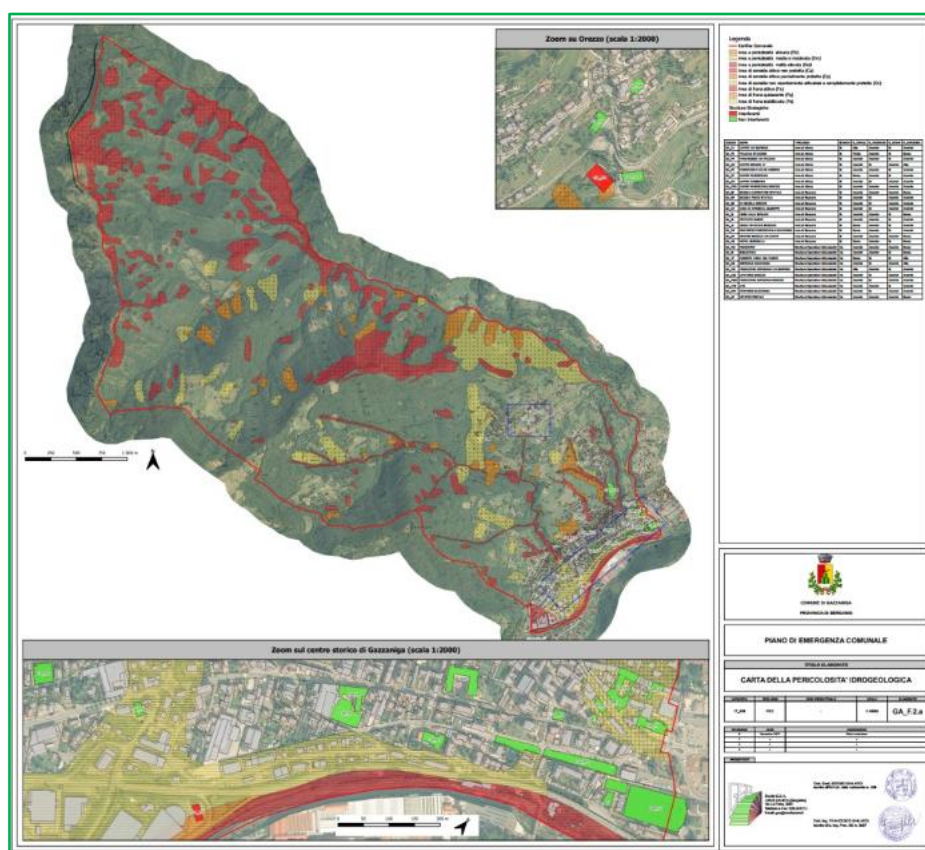


Figura 32 – Carta della pericolosità idrogeologica del P.E.C. 2021

Nel complesso, gli scenari di rischio idraulico e idrogeologico individuati nel 2021 sono i seguenti:

1. Fiume Serio
2. Torrente Rova
3. Valle San Carlo
4. Valle Misma
5. Frana ospedale

Si sottolinea che il Piano di Emergenza Comunale 2021 è stato ulteriormente aggiornato nell'autunno 2023, sempre dalla G.E.A.; tale aggiornamento, tuttavia, stando alle informazioni fornite dall'Ufficio Tecnico, consiste essenzialmente in una digitalizzazione del piano sul nuovo sistema PPC online regionale e in aggiornamenti di minore entità (modifiche alle soglie operative del rischio dighe, acquisizione Piano Antincendio Boschivo AIB 2023, modifiche conseguenti al d.d.u.o. 25 maggio 2023 n. 7789), senza incidere sugli scenari di rischio idraulico e idrogeologico definiti nel 2021. Infatti, sul sito web del Comune di Gazzaniga, rimane consultabile il Piano di Emergenza Comunale del 2021.

4.5 Il Documento Semplificato del Rischio Idraulico

La realizzazione del DOSRI (o D.S.R.I.) comunale è stata introdotta come adempimento obbligatorio per i comuni lombardi a seguito dell'emanazione R.R. 7/2017 e s.m.i., ai fini del rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica. In particolare (art. 14 comma 8 del R.R. 7/2017 e s.m.i.):

8. Il documento semplificato del rischio idraulico comunale contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare:

a) il documento semplificato contiene:

1. la delimitazione delle aree a *pericolosità idraulica*(10) del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;
2. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;
3. l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale;
- 3 bis. *l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati*(11);

b) le misure strutturali di cui alla lettera a), numero 2, sono individuate dal comune con l'eventuale collaborazione del gestore del servizio idrico integrato;

c) le misure non strutturali di cui alla lettera a), numero 3, sono individuate dal comune e devono essere recepite negli strumenti comunali di competenza, quali i piani di emergenza comunale.

Lo stesso art. 14 precisa che:

5. *Gli esiti dello studio comunale di gestione del rischio idraulico e, per i comuni ricadenti nelle aree a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7, gli esiti del documento semplificato del rischio idraulico comunale devono essere recepiti nel PGT approvato ai sensi dell'articolo 5 comma 3 e comma 4, quinto periodo, della l.r. 31/2014(4). A tal fine, il comune:*

a) *inserisce la delimitazione delle ulteriori aree individuate come soggette ad allagamento, di cui al comma 7, lettera a), numero 3, e al comma 8, lettera a), numero 1, nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT, redatta in conformità ai criteri attuativi di cui all'articolo 57 della l.r. 12/2005(5);*

b) *inserisce le misure strutturali di cui al comma 7, lettera a), numeri 5 e 6, e di cui al comma 8, lettera a), numero 2(6), nel piano dei servizi;*

In sostanza, il DOSRI individua le aree di criticità e rischio idraulico presenti sul territorio comunale, siano esse legate a fiumi e torrenti, a zone allagabili per semplice conformazione topografica, oppure ad insufficienze del sistema fognario. Vengono quindi cartografate sia le perimetrazioni esondative (incluse quelle di conoide) contenute in tutti gli strumenti e piani già consolidati (studio geologico comunale, P.A.I., P.G.R.A., P.E.C., ecc.), sia eventuali aree critiche introdotte completamente *ex novo* dall'estensore, eventualmente con il supporto del gestore del servizio idrico integrato.

Il DOSRI di Gazzaniga è in corso di redazione da parte dello scrivente in seno alla presente variante di P.G.T., quindi le sue perimetrazioni di pericolosità idraulica sono coerenti con quelle individuate in questo studio. Il DOSRI contiene però anche tutta una serie di altre informazioni circa le criticità delle reti di smaltimento delle acque e la propensione dei terreni alla dispersione di acque nel sottosuolo. Per la definizione dei punti critici, ci si è avvalsi del fondamentale supporto del Gestore del Servizio Idrico (Uniacque), anche mediante una serie di sopralluoghi in sito condotti in larga misura in presenza dello scrivente; tali sopralluoghi si sono rivelati cruciali non solo per il DOSRI, ma anche per la redazione del nuovo Documento di Polizia Idraulica, sempre in capo allo scrivente. Si vuole ringraziare in particolar modo, per la preziosa collaborazione, l'Ing. Mario Mandara di Uniacque.

Per quanto attiene dunque sia al contributo tecnico fornito dal Gestore del servizio idrico, sia a tutta una serie di ulteriori criticità puntuali rilevate in campo dallo scrivente (talvolta insieme ad Uniacque, talvolta in forma autonoma), le criticità specifiche cartografate (per i cui dettagli si rimanda ovviamente al DOSRI) sono le seguenti, e sono state tutte riportate con segno puntuale nella Carta di Sintesi:

- C_01 – Ingresso critico del tombotto della Valle Masserini
- C_02 – Commistione tra valletta intubata e fognatura lungo la Strada della Fontana
- C_03 – Valle Briolini: sbocco di tombotto critico e griglia intasabile sui piazzali retrostanti l'Ospedale Briolini

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

- C_04 – Commistione tra valletta intubata e fognatura della valletta tra le scuole e l'Ospedale Briolini
- C_05 – Ingresso critico del tombotto della Valle San Carlo
- C_06 – Zona di potenziale ruscellamento delle acque meteoriche lungo la scaletta pedonale tra il cimitero e Masserini
- C_07 – Ingresso critico del tombotto di Oschiolo
- C_08 – Commistione tra valletta intubata e fognatura, con tombotto in superficie a rischio di danneggiamento in Orezzo
- C_09 – Pozzetto d'ispezione non accessibile nel campo sportivo di Orezzo
- C_10 – Erosione lineare accelerata e fenomeni esondativi segnalati lungo la valletta a sud del campo sportivo di Orezzo
- C_11 – Ingresso critico del tombotto della valletta presso la chiesa di Masserini
- C_12 – Ingresso critico, sotto abitazione, del tombotto della valletta in frazione Masserini
- C_13 – Erosione lineare accelerata e dissesti spondali lungo la Valle San Carlo tra Masserini e Mozzo
- C_14 – Confluenza di vallette critiche con alveo in sede stradale a ovest di Roa
- C_15 – Ingresso critico e poco accessibile del tombotto del Torrente Comel, con presenza di manufatti adiacenti all'alveo e generale disordine
- C_16 – Ingresso tombotto di valletta segnalato come completamente occluso da terreno e vegetazione, non rinvenibile
- C_17 – Griglia potenzialmente occludibile dalla vegetazione e soprastante valletta completamente vegetata
- C_18 – Ingresso tombotto critico sulla Valle Masserini oltre la S.P. 41
- C_19 – Deviazione critica del tombotto del Torrente Comel
- C_20 – Zona di potenziale ruscellamento delle acque meteoriche lungo la Via San Rocco con insufficienza dei sistemi di raccolta e smaltimento
- C_21 – Sottopasso potenzialmente allagabile e prossimale al tombotto del Torrente Rovaro (leggermente fuori confine)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

- C_22 – Ingresso critico del tombotto del Torrente Rovaro (leggermente fuori confine)

Nello studio geologico, si è tenuto conto di tutti gli ambiti ed elementi indicati, tuttavia va precisato che molti hanno carattere puntuale, e non implicano sempre automaticamente l'introduzione di ambiti P.A.I. o P.G.R.A.

4.6 Gli studi geologici dei comuni limitrofi

Gazzaniga confina con diversi comuni, dei quali sono disponibili gli studi geologici vigenti. In particolare, risulta allo scrivente il seguente quadro complessivo, così come rilevato dalla consultazione in PGTWEB:

1. ALBINO. Lo studio geologico, a firma GeoTer, risale principalmente al 2012, con l'aggiunta della sola tavola PAI-PGRA nel 2019. **È opportuno che il Comune di Albino, in occasione della prima variante utile, prenda contatto con il Comune di Gazzaniga soprattutto per gli aspetti connessi allo studio di dettaglio della conoide del Torrente Rovaro, le cui nuove perimetrazioni ricadono parzialmente in Albino e in Aviatico.**
2. FIORANO AL SERIO. Lo studio geologico risale al 2011 ed è a firma dei Geol. Gianluigi Nozza e Michela Pecchio.
3. VERTOVA. Lo studio geologico ha da pochissimo (2024) concluso il proprio iter di approvazione, a firma del Dott. Geol. Sergio Santambrogio, che ha peraltro aggiornato anche il Documento di Polizia Idraulica.
4. AVIATICO. Lo studio geologico risale al 2012 ed è a firma dello Studio G.E.A. **È opportuno che il Comune di Aviatico, in occasione della prima variante utile, prenda contatto con il Comune di Gazzaniga soprattutto per gli aspetti connessi allo studio di dettaglio della conoide del Torrente Rovaro, le cui nuove perimetrazioni ricadono parzialmente in Albino e in Aviatico.**
5. CENE. Lo studio geologico vigente è stato redatto da Hattusas e risale al 2018-2019.
6. CORNALBA. La componente geologica non è reperibile in PGTWEB, ma sul sito web del Comune. Sembra che la versione vigente risalga al 2009 e sia stato redatto dal Dott. Geol. Ermanno Dolci (Arethusa s.r.l.).
7. COSTA DI SERINA. Per lo studio geologico occorre risalire al 2012, a firma di Castalia (Dott. Geol. Giulio Mazzoleni).

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Per quanto possibile, pur tenendo conto della parte di inevitabile soggettività nella redazione dei piani, sia dal punto di vista grafico che di interpretazione dei fenomeni, si è cercato di raccordare la classificazione di fattibilità nelle zone di confine, e di mantenere uno stile simile.

4.7 Lo studio del Reticolo Minore e il Documento di Polizia Idraulica

Il primo studio del R.I.M. di Gazzaniga è stato redatto dalla G.E.A. nel 2006, senza successivi aggiornamenti. Attualmente, lo studio è in fase di revisione da parte dello scrivente, per cui, contestualmente al presente piano, si perverrà anche – pur con iter procedurali differenti – alla redazione del nuovo Documento di Polizia Idraulica comunale.

Lo studio del R.I.M. ha alcune conseguenze naturali e dirette sulla componente geologica del P.G.T.:

- il vincolo di polizia idraulica (fasce di rispetto dei corsi d'acqua) deve essere obbligatoriamente riportato nella Carta dei Vincoli Geologici;
- i corsi d'acqua rilevati vanno riportati nelle cartografie tematiche di base e, più in generale, concorrono alla conoscenza morfologica e geologica del territorio.

La normativa del R.I.M. (ad esempio, attività consentite e vietate nelle fasce di rispetto), tuttavia, è sostanzialmente separata dalle Norme Geologiche di Piano del P.G.T.

Si specifica che l'aggiornamento dello studio è piuttosto corposo, essendo state individuate, durante i sopralluoghi, numerose situazioni meritevoli di approfondimento e di variazione, anche molto consistenti.

4.8 Altri strumenti di supporto o collaterali

Numerosi sono gli strumenti pianificatori e/o scientifici che è opportuno considerare durante la redazione di uno studio geologico di P.G.T. Nel caso di specie, sono stati consultati quelli di seguito riportati:

PIANI SOVRAORDINATI – PORTALI CARTOGRAFICI – DOCUMENTI UFFICIALI

- Inventario dei Fenomeni Franosi regionale (GeolFFI)
- Sistema Informativo Regionale Valanghe (SIRVAL) / Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (C.L.P.V.)
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)
- Piano di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A.)
- Carta del Dissesto Idrogeologico e della Pericolosità dei Territori Montani e Collinari
- Catasto Speleologico Lombardo
- Progetto Sinkhole dell'ISPRA
- Progetto ITACHA – Catalogo delle Faglie Capaci
- Dati di interferometria radar satellitare
- Piano Cave provinciale e Carta delle cave cessate
- Dati relativi ai siti contaminati e bonificati
- Banca Dati Geologica del Sottosuolo
- Carta delle piccole derivazioni di acque
- Carta degli scarichi autorizzati in corpo d'acqua superficiale
- Carta delle aree di concessione delle acque minerali e termali

OPERE DI STORIA LOCALE DI RILEVANZA GEOLOGICA

- *I dissesti prodotti dal nubifragio del 10 luglio 1972 nella bassa Valle Seriana*, parte del *Bollettino dell'Associazione Mineraria Subalpina* – anno XVIII numero 1-2 (Govi e Mortara, 1981)
- Documentazione fotografica sull'alluvione del 1972 reperibile liberamente in vari siti web (Araberara, Valseriana News, Storylab, ecc.)
- Altre opere

4.8.1 Inventario dei Fenomeni Franosi regionale

Il cosiddetto “GeoIFFI” nasce verso la fine degli anni ’90 – inizi degli anni duemila con un progetto di respiro nazionale, al fine di catalogare dissesti già avvenuti o potenziali nell’intero territorio italiano. L’Inventario dei Fenomeni Franosi regionale, in particolare, è gestito da Regione Lombardia ed è liberamente accessibile per la consultazione sul Geoportale regionale.



Inventario fenomeni franosi Lombardia (IFFI)

L'Inventario dei Fenomeni Franosi della Lombardia deriva da una raccolta di dati, studi, analisi e ricerche che Regione Lombardia conduce da diversi anni avvalendosi dell'esperienza di Università ed Enti di ricerca. Tale "Progetto IFFI" rappresenta uno strumento base per la realizzazione di qualsiasi politica di prevenzione e di difesa del territorio ed è un riferimento indispensabile per un qualunque lavoro, studio, progetto che necessiti un confronto con i fenomeni di dissesto idrogeologico e a qualunque scala si operi, da quella comunale a quella regionale. La versione della presente banca dati è la 3.0, aggiornata al maggio 2014. La scala di riferimento è: 1:10.000.

TIPO	ENTE/SOCIETÀ
Serie	Regione Lombardia





Benché riporti molte informazioni utili, purtroppo il GeoIFFI contiene anche numerosissimi dissesti perimetrati per mera fotointerpretazione, senza controverifiche di terreno, che nel corso degli anni si sono talvolta rivelati inesistenti, sovradimensionati o molto diversi (per estensione, tipologia e/o stato di attività) dalla realtà di campagna. In alcuni casi, per erronea interpretazione fotografica sono stati classificati come dissesti anche elementi quali cave abbandonate, riporti di terreno, rimodellamenti morfologici, ed altre forme del terreno che nulla avevano a che fare con le frane. Ciò non avrebbe rappresentato un particolare problema fintanto che tali dissesti fossero rimasti all’interno del GeoIFFI, ma purtroppo, in diversi casi, essi sono stati “travasati” pedissequamente nelle cartografie degli studi geologici dei P.R.G./P.G.T. (sia nelle fasi di aggiornamento P.A.I. dei primi anni duemila, sia nelle componenti geologiche dal 2005 in avanti), senza particolari approfondimenti o verifiche; in questo modo, molte perimetrazioni GeoIFFI di discutibile esistenza/consistenza hanno *de facto* popolato l’atlante del dissesto P.A.I., andando a costituire importanti vincoli non sempre giustificati, e diventando poi difficili da modificare o rimuovere. La problematica era già emersa nel lontano 2011, tanto che Regione Lombardia ne faceva cenno all’interno della stessa D.G.R. 2616/2011: *“I dati contenuti nel Geoportale regionale, applicativo GeoIFFI – Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici, costituiscono la base di partenza per i successivi approfondimenti per i territori collinari e di montagna e non*

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

possono essere considerati sostitutivi acriticamente (in termini areali e di attività) dell'analisi geomorfologica diretta." (pag. 9 della D.G.R.).

Le frane e le conoidi ad oggi indicate nel GeoIFFI all'interno del territorio di Gazzaniga sono già state in gran parte recepite nello studio geologico del 2012 e consolidate ormai da tempo nel quadro del dissesto P.A.I. Non vi è quindi bisogno di ulteriori commenti in tal senso; in seno alla presente variante, molti di questi dissesti sono stati approfonditi dallo scrivente, con modifiche consistenti e numerosi stralci. Situazioni simili si riscontrano anche in altri comuni della media Val Seriana.

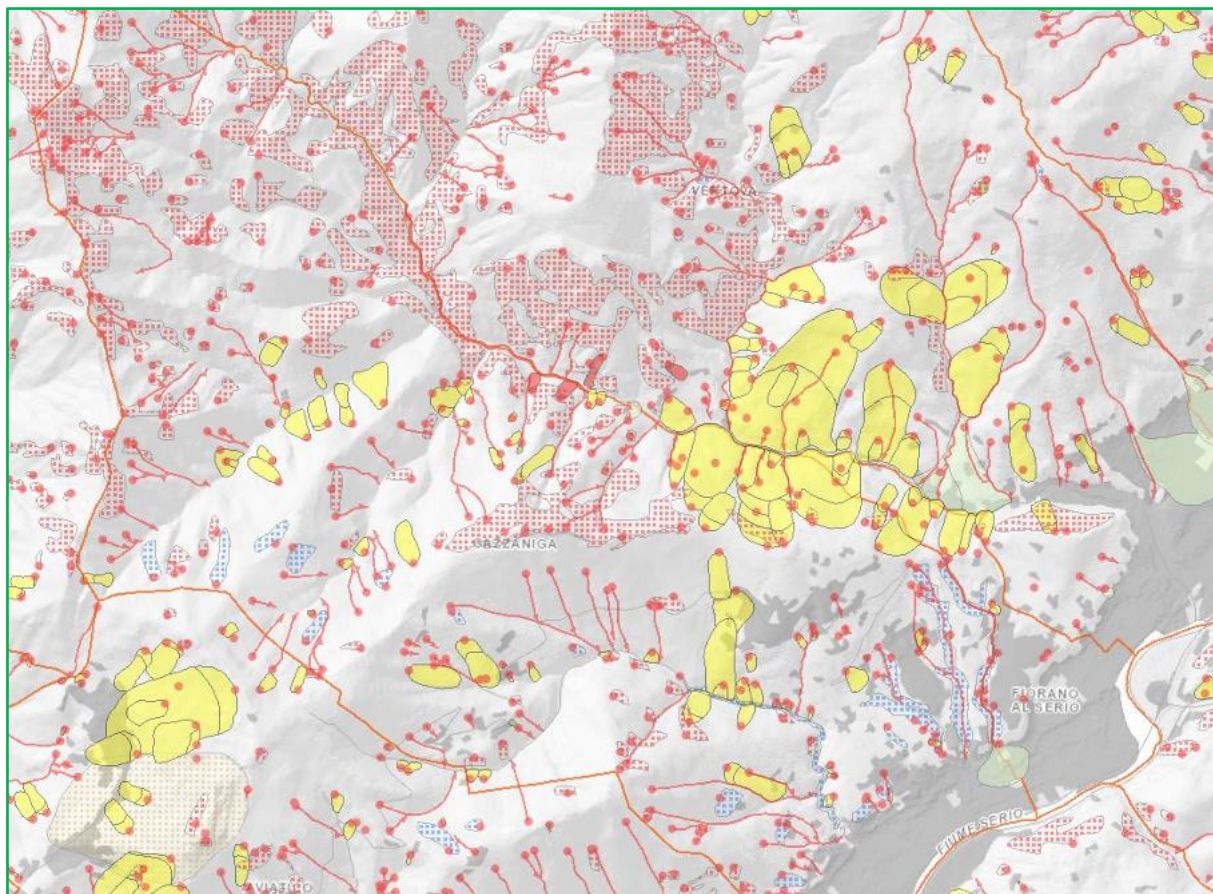
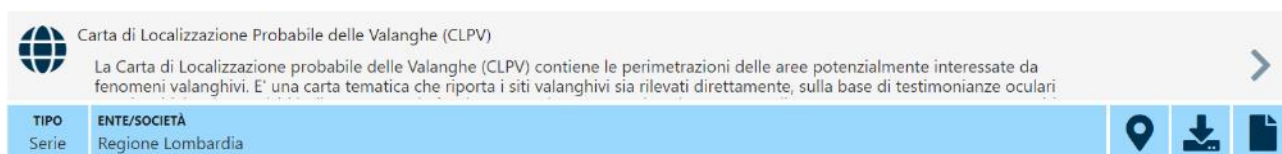


Figura 33 - Perimetrazioni del GeoIFFI sul territorio di Gazzaniga (da Geoportale ISPRA)

4.8.2 SIRVAL – C.L.P.V.

Il Sistema Informativo Regionale Valanghe (SIRVAL), ora sostituito nel Geoportale regionale dalla Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (C.L.P.V.) rappresenta uno strumento conoscitivo per i fenomeni valanghivi, suddivisi in fotointerpretati ed effettivamente rilevati.



Nel territorio di Gazzaniga vengono effettivamente perimetrate alcune valanghe, sia per rilevamento che per fotointerpretazione. Le valanghe della C.L.P.V. erano già state riversate nel Quadro del Dissesto P.A.I. come “Aree a pericolosità molto elevata di valanga (Ve)” nel 2012. Si tratta di limitate perimetrazioni all'estremità nord-ovest del territorio comunale, in aree irrilevanti dal punto di vista urbanistico.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

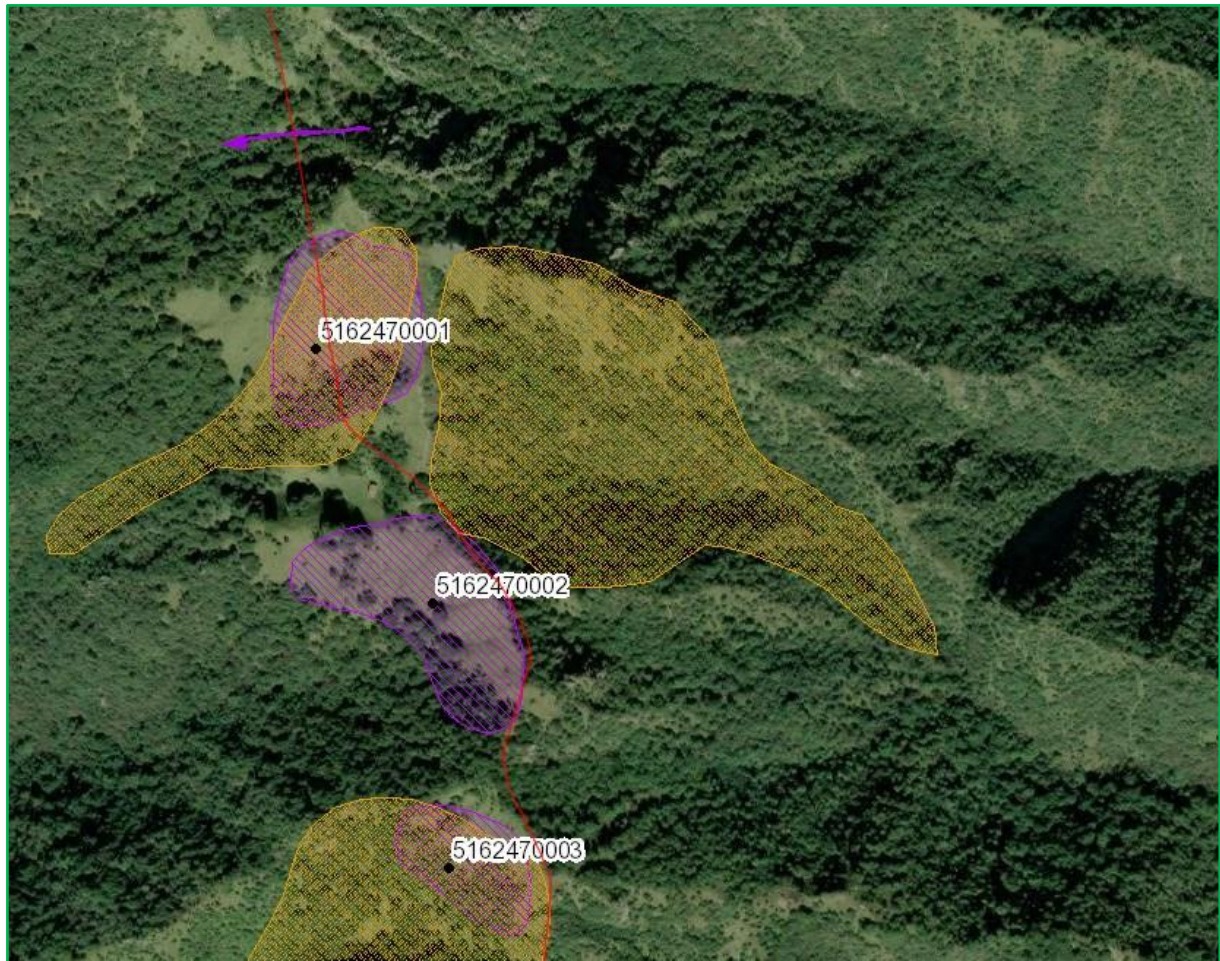


Figura 34 - Stralcio della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (da Geoportale regionale)

4.8.3 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale è stato aggiornato di recente (2022). Il vecchio P.T.C.P. conteneva una serie di cartografie e di contenuti di carattere geologico, curati in gran parte dallo Studio G.E.A. e risalenti ai primi anni duemila, fra cui le tavole della serie “Suolo e acque”. Il nuovo P.T.C.P. ha considerevolmente ridotto tali contenuti, presentando sostanzialmente solo una tavola, che non è nient'altro se non il mosaico delle fattibilità geologiche, del quadro del dissesto P.A.I. e del P.G.R.A. vigenti al momento della sua redazione.

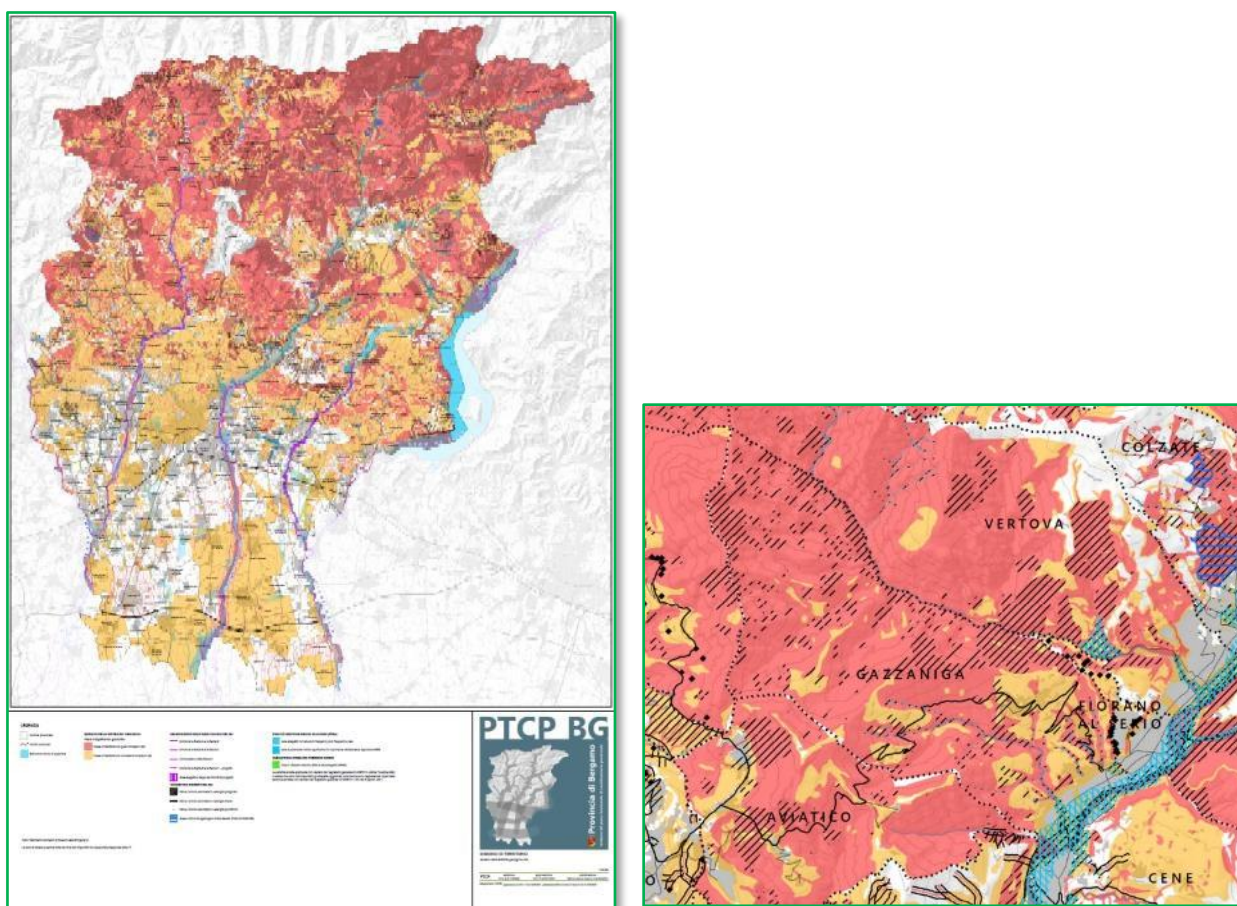
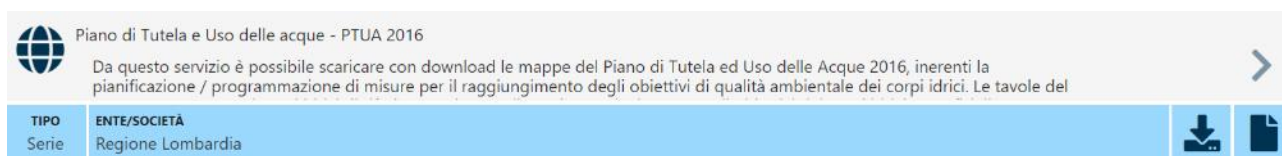


Figura 35 - Tavola DT2022_BG con dettaglio su Gazzaniga

Non si riscontra dunque alcun contenuto rilevante ai fini del presente aggiornamento.

4.8.4 Piano di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A.)

Il Piano di Tutela e Uso delle Acque è stato redatto da Regione Lombardia; l'ultimo aggiornamento risale al 2016. È un ampio studio composti di numerosi e vasti elaborati sia testuali che cartografici, che, nel loro complesso, rappresentano lo stato dell'arte delle conoscenze idrologiche e idrogeologiche del territorio lombardo.



Disaminando le cartografie più importanti ai fini delle possibili interazioni con uno studio geologico di P.G.T., per quanto attiene a Gazzaniga si evince quanto segue:

- il territorio comunale comprende una porzione ricadente nell'Idrostruttura Sotterranea di Fondovalle (ISF), che si è deciso di indicare per completezza anche nella Carta dei Vincoli Geologici (sebbene siano generalmente più rilevanti dal punto di vista vincolistico le Idrostrutture Intermedie e Profonde, soprattutto in relazione agli scarichi di acque nere);
- il Fiume Serio viene considerato in stato chimico “buono” e in stato ecologico “sufficiente”;
- il Torrente Vertova viene considerato in stato chimico “buono” e in stato ecologico “buono”;
- nessuna informazione chimica ed ecologica viene riportata per il Torrente Rovaro, il Torrente Rova né per gli altri corsi d'acqua tributari.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 36 - Stralcio del Registro Aree Protette del PTUA 2016 con indicata in azzurro l'Idrostruttura Sotterranea di Fondovalle (ISF) interferente con il fondovalle di Gazzaniga

4.8.5 Carta del Dissesto Idrogeologico e Pericolosità dei Territori Montani e Collinari

La carta è liberamente consultabile sul SITER provinciale, è di vecchia redazione e deriva principalmente dalla Cartografia Geoambientale regionale.

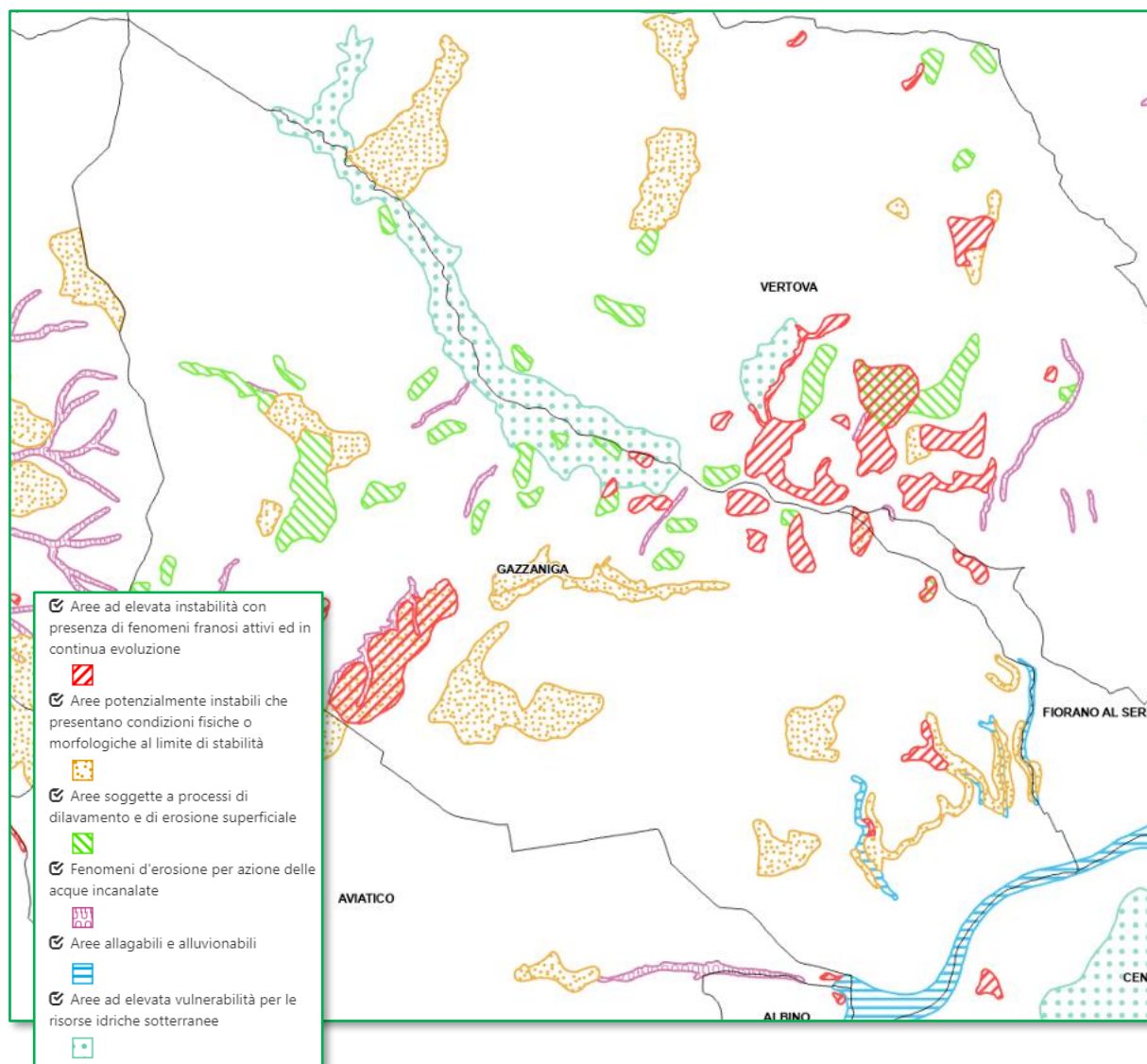


Figura 37 - Carta del Dissesto Idrogeologico e della Pericolosità dei Territori Montani e Collinari centrata su Gazzaniga

Alcune delle perimetrazioni evidenziate dalla carta coincidono già con ambiti di dissesti P.A.I. o P.G.R.A. In particolare:

- i *fenomeni d'erosione per azione delle acque incanalate* (viola) riguardano solo alcune vallette già ricomprese entro ambiti P.A.I. di tipo “Ee” oppure “Fa”, o comunque in classe di fattibilità 4;
- le aree allagabili e alluvionabili (azzurre) riguardano il fondovalle del Serio ed alcune valli secondarie (Rova, Masserini, San Carlo, Misma), e sono superate dalle nuove perimetrazioni esondative e/o di conoide sui medesimi corsi d'acqua;
- le *aree soggette a processi di dilavamento e di erosione superficiale* (verdi) si trovano in aree montane a nord del Monte Cedrina, ricadenti ampiamente in classe di fattibilità 4 o 3 e, talora, in dissesti P.A.I. già perimetrati (in particolare entro vaste aree di “Fa”); ad ogni modo, durante i rilevamenti di terreno si è tenuto conto di queste aree e sono state vagliate attentamente;
- le *aree potenzialmente instabili che presentano condizioni fisiche o morfologiche al limite della stabilità* (ocra) sono ricomprese nelle sottoclassi “3 as” o “4 er” (quando non in dissesti veri e propri), pertanto sono adeguatamente tenute in considerazione, fermo restando che la loro perimetrazione sembra comunque abbastanza generica e non sempre aderente alla realtà dei luoghi;
- le *aree ad elevata vulnerabilità per le risorse idriche sotterranee* (verde acqua) sono situate lungo l'asta torrentizia della Val Vertova, interamente ricadenti in classe di fattibilità 4 (per pendenza o frane attive) e quindi già di per sé intrinsecamente tutelate dal grosso degli interventi edilizi; inoltre occorre considerare che le sorgenti idropotabili della Val Vertova (Borleda, Gó, ecc.) dispongono delle proprie aree di salvaguardia rappresentate nella Carta dei Vincoli Geologi.

Considerando quindi che tutte le perimetrazioni evidenziate in questa carta – che peraltro ha un valore solo conoscitivo e non normativo – sono state sostanzialmente tenute in considerazione, non si ravvisa la necessità di soffermarsi ulteriormente su questo documento, che anzi dovrebbe essere a sua volta aggiornato sulla scorta dei nuovi rilevamenti e delle nuove analisi.

4.8.6 Catasto Speleologico Lombardo

Il Catasto Speleologico Lombardo, liberamente consultabile sul web all'indirizzo <http://www.speleolombardia.it/catasto/>, è la trasposizione su webgis delle mappe e schede del Progetto Tu.Pa.Ca. In pratica sono ubicate e censite numerosissime grotte della Lombardia; ogni grotta è interrogabile e sono disponibili alcuni dei dati principali (sviluppo in lunghezza e profondità, nome, codice identificativo).

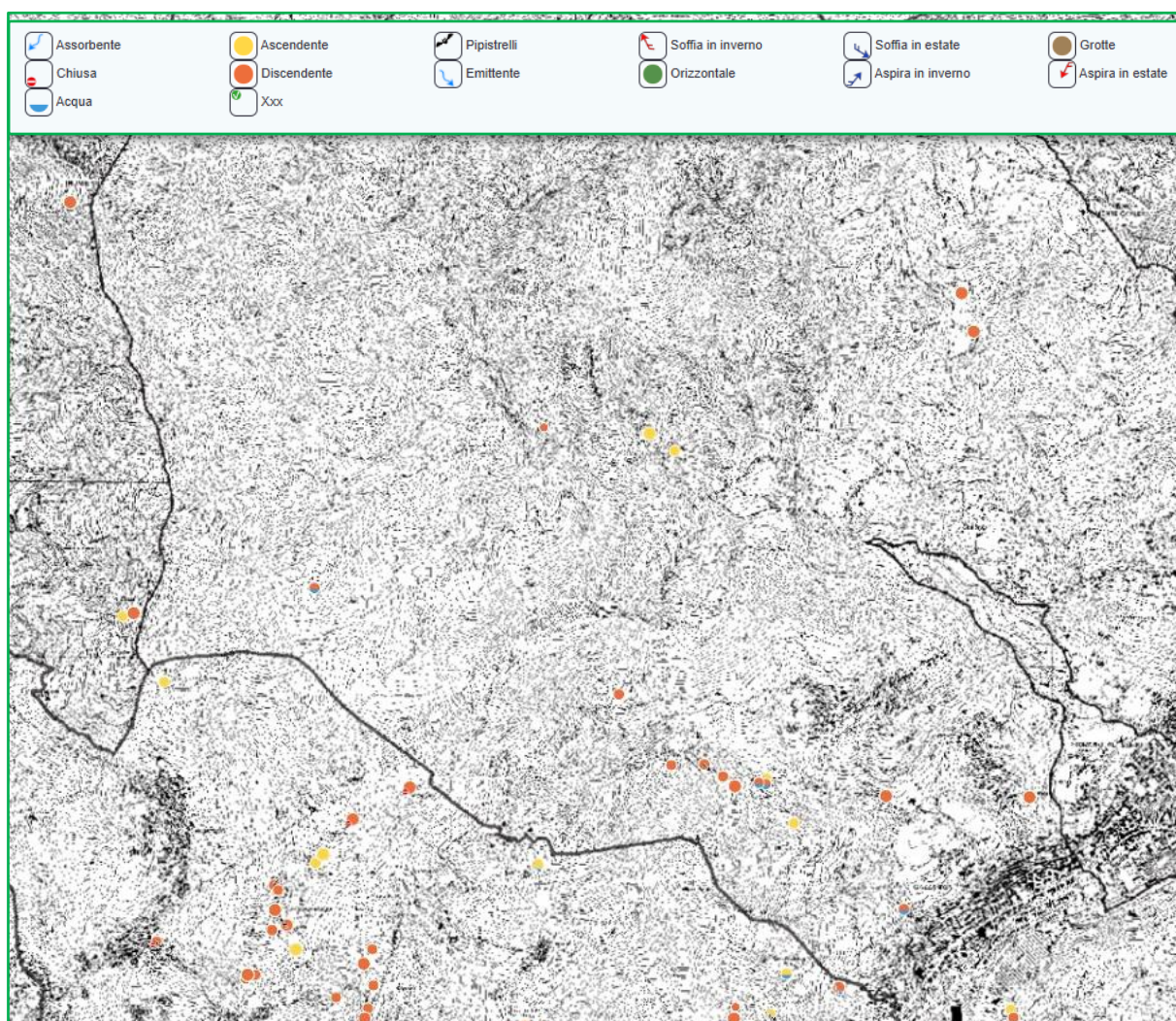


Figura 38 - Il Catasto Speleologico Lombardo centrato sul territorio di Gazzaniga

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Nel territorio di Gazzaniga vengono riportate le seguenti grotte:

- 1465 – Buco di San Rocco (quota 520 m s.l.m., sviluppo 10 m)
- 1466 – Buco di Gelada (sviluppo 9 m)
- 1036 – Bùsak (quota 633 m s.l.m., sviluppo 25 m, profondità 4 m)
- 3509 – Galleria in Val di San Rocco (sviluppo 35 m)
- 3508 – Grotta della Cascata (quota 525 m s.l.m., sviluppo 29 m, profondità 4 m)
- 3510 – Galleria della Sorgente in Val di Sam Rocco (sviluppo 25 m, profondità 6 m)
- 7220 – Buca B (quota 636 m s.l.m., sviluppo 9 m, profondità 5,5 m)
- 1482 – Pozzo della Talpa (quota 640 m s.l.m., sviluppo 20 m, profondità 20 m)
- 7372 – Gana de Cà Grassa (quota 630 m s.l.m., sviluppo 35 m, profondità 16,5 m)
- 1037 – Gana de Squadrù (quota 700 m s.l.m., sviluppo 10 m, profondità 10 m)
- 1492 – Pozzo di Cedrina (sviluppo 25 m, profondità 22 m)
- 7352 – Bùs del Comél (quota, appena esterna al territorio comunale)
- 1021 – Bùs del Mago (quota 410 m s.l.m., sviluppo 40 m, profondità 3 m)
- 1447 – Grotta del Scoltadür (quota 959 m s.l.m., sviluppo 30 m, profondità 5 m)
- 1026 – Bùs de la Cà de Spì (quota 1180 m s.l.m., sviluppo 12 m, profondità 6 m)
- 1038 – Bùs de Valdé / Bùs del Grop (quota 826 m s.l.m., sviluppo 100 m, profondità 21 m)

La maggior parte delle grotte si concentra in Val Rova.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

4.8.7 Progetto Sinkhole – Database Nazionale Sinkhole

Curato dall'ISPRA, il Progetto Sinkhole rappresenta un censimento su scala nazionale dei fenomeni di sprofondamento. Liberamente accessibile nel web, comprende un Database Nazionale Sinkhole consultabile anche in formato mappa.

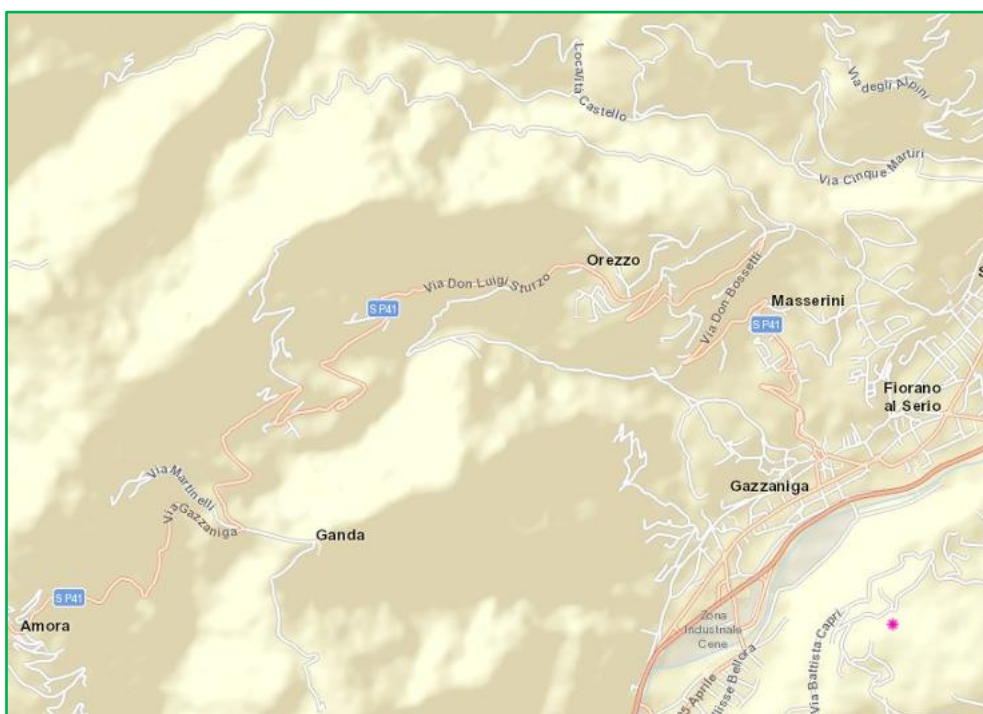


Figura 39 – Database Nazionale Sinkhole centrato sul territorio di Leffe

Il database è ancora piuttosto scarno in Lombardia, il sinkhole più vicino viene segnalato sul Monte Bò a Cene. Nessuna segnalazione, per il momento, nel territorio di Gazzaniga. Occasionali sprofondamenti, localizzati e di modesta entità, sono stati segnalati nel centro abitato, ma imputabili a problemi legati a sottoservizi più che a criticità di ordine geologico.

4.8.8 Progetto ITACHA – Catalogo delle Faglie Capaci

Curato dall'ISPRA, il Progetto ITACHA rappresenta un censimento su scala nazionale delle “faglie capaci”, cioè faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie. Liberamente consultabile all'indirizzo <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>, comprende un database cartografico.

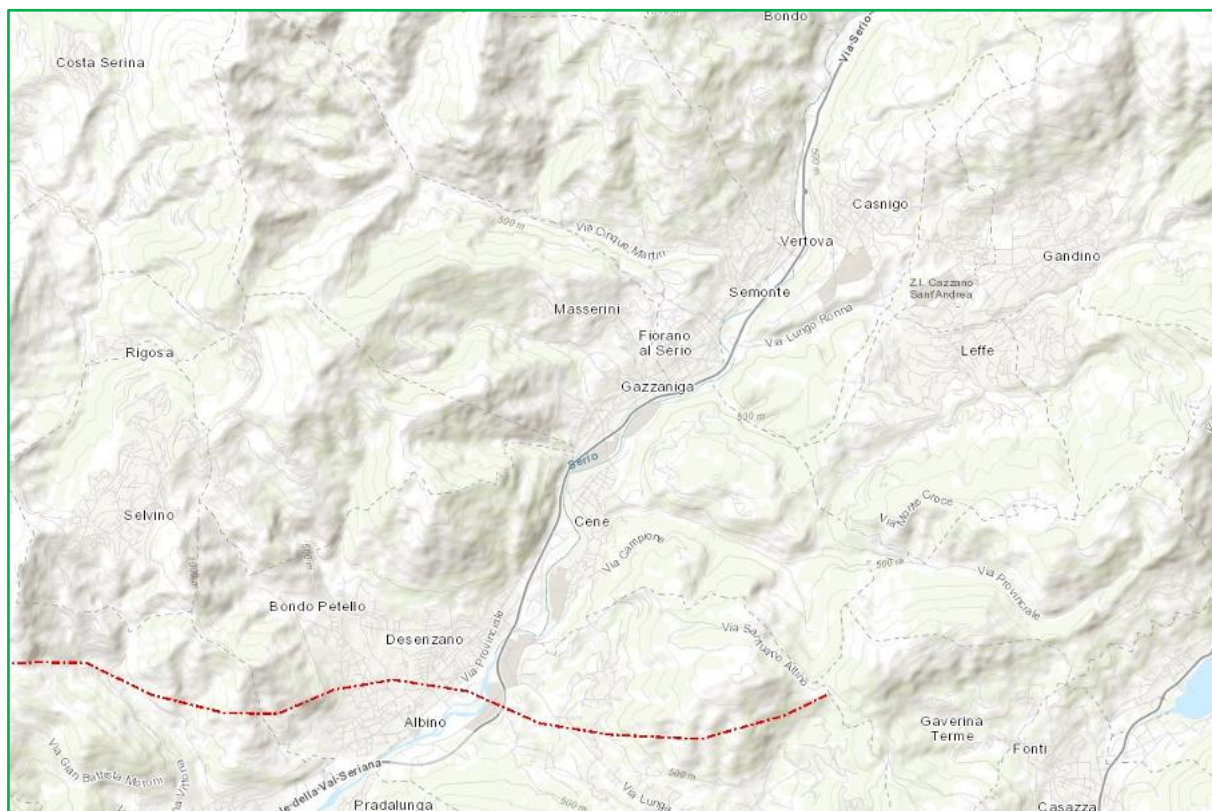
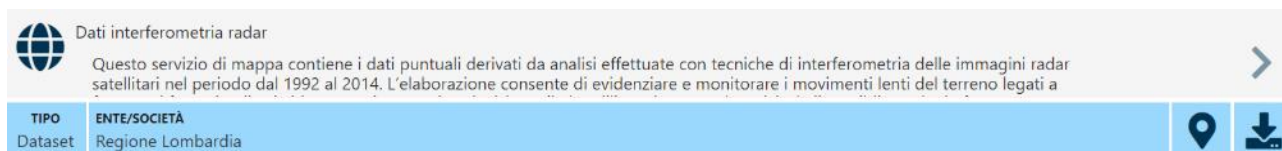


Figura 40 – Catalogo delle Faglie Capaci centrato sul territorio di Gazzaniga

Le faglie capaci più vicine si trovano in bassa Val Seriana, nella zona del Monte Altino – Monte Misma. Nulla da rilevare, invece, nel territorio di Gazzaniga.

4.8.9 Dati di interferometria radar satellitare

Sul Geoportale regionale sono disponibili i dati di interferometria radar satellitare per tutto il territorio lombardo.



La tecnica permette di valutare movimenti del terreno mediante punti fissi monitorati da satellite. I dati disponibili sul Geoportale coprono un lasso di tempo di 23 anni, dal 1992 al 2014. L'utilità principale di queste informazioni è quella di valutare, a media ed ampia scala, la presenza di movimenti franosi, deformazioni di versante, subsidenza, innalzamenti ed abbassamenti del terreno. Nel caso di Gazzaniga, può essere interessante per valutare le zone di dissesto.

I dati vanno interpretati distinguendo tra le misure ASCENDING e DESCENDING di ciascun satellite. Dati con colori forti (arancio/rosso oppure blu) indicano scostamenti anomali, mentre i punti verdi indicano movimenti attorno allo zero. I movimenti possono essere sia verso l'alto che verso il basso; si tenga però presente che questi termini non sono del tutto corretti, ma rappresentano una semplificazione, perché in realtà, i movimenti non sono mai perfettamente verticali o perfettamente orizzontali, ma avvengono in tre dimensioni. Il movimento indicato nel Geoportale è espresso come una velocità (millimetri/anno), e si basa su satelliti di differenti età operative, quindi caratterizzati anche da differenti risoluzioni. I satelliti più recenti e di maggiore accuratezza sono quelli delle serie di dati Cosmo Sky Med.

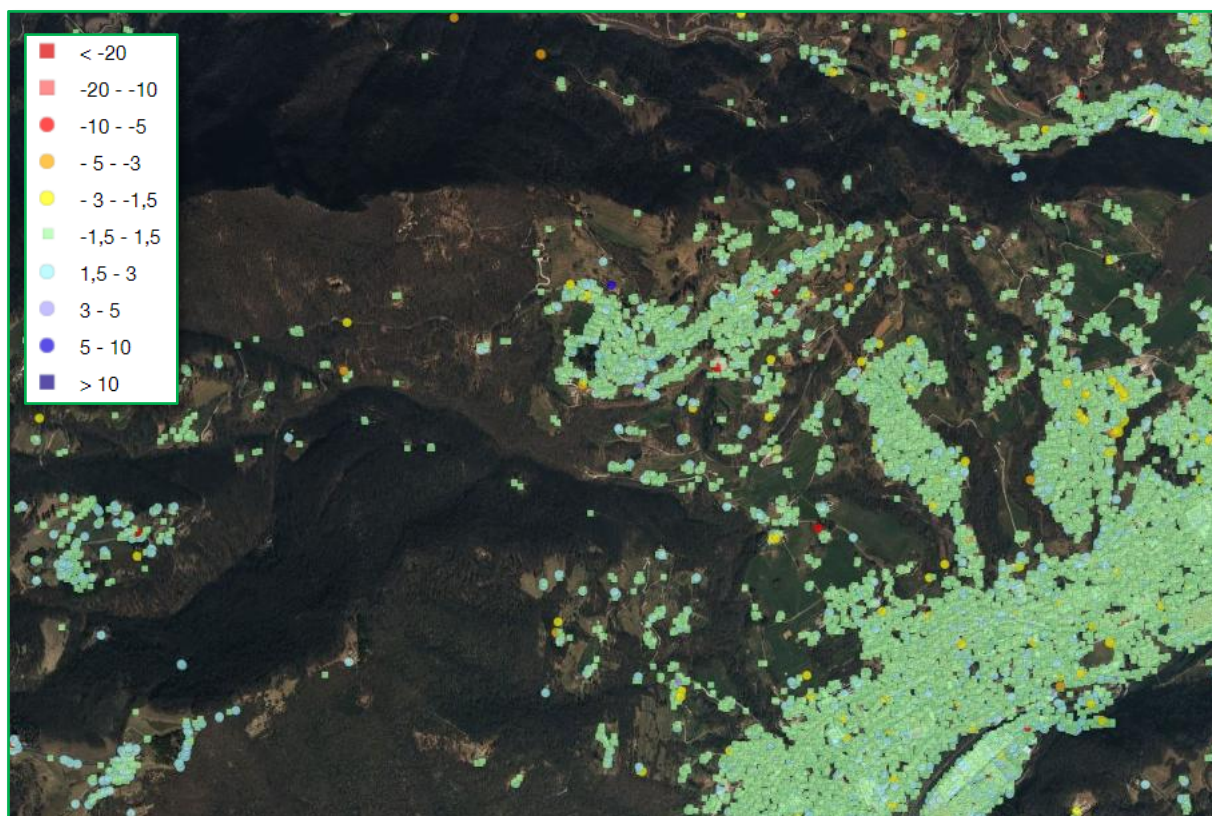


Figura 41 - Dati di interferometria radar satellitari ASCENDING per il territorio di Gazzaniga (da Geoportale regionale)

Nel caso delle serie di dati ASCENDING, si nota come la stragrande maggioranza del territorio presenti valori a cavallo di zero (punti verdi da -1,5 a 1,5). Tuttavia, si segnalano alcune anomalie puntuali (sia in abbassamento che in innalzamento) in Val de Grü, in Val Vertova, in Orezzo e sull'altopiano di San Rocco. Le anomalie non sono chiaramente associabili ad alcun dissesto, sprofondamento o altro fenomeno geologico, anche perché rappresentano situazione isolate, difficilmente correlabili ad un trend preciso.



Figura 42 - Dati di interferometria radar satellitari DESCENDING per il territorio di Gazzaniga (da Geoportale regionale)

Anche nel caso delle serie di dati DESCENDING, permane di nuovo una stragrande maggioranza di valori a cavallo di zero (punti verdi da -1,5 a 1,5), con qualche isolata anomalia puntiforme.

Molto interessante, per quanto concerne all'interferometria, è anche il progetto European Ground Motion Service, liberamente consultabile nel web, che abbraccia un arco temporale più ampio rispetto al dato regionale.



Anche in questo caso, i valori riscontrati nel territorio di Gazzaniga non evidenziano trend significativi.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

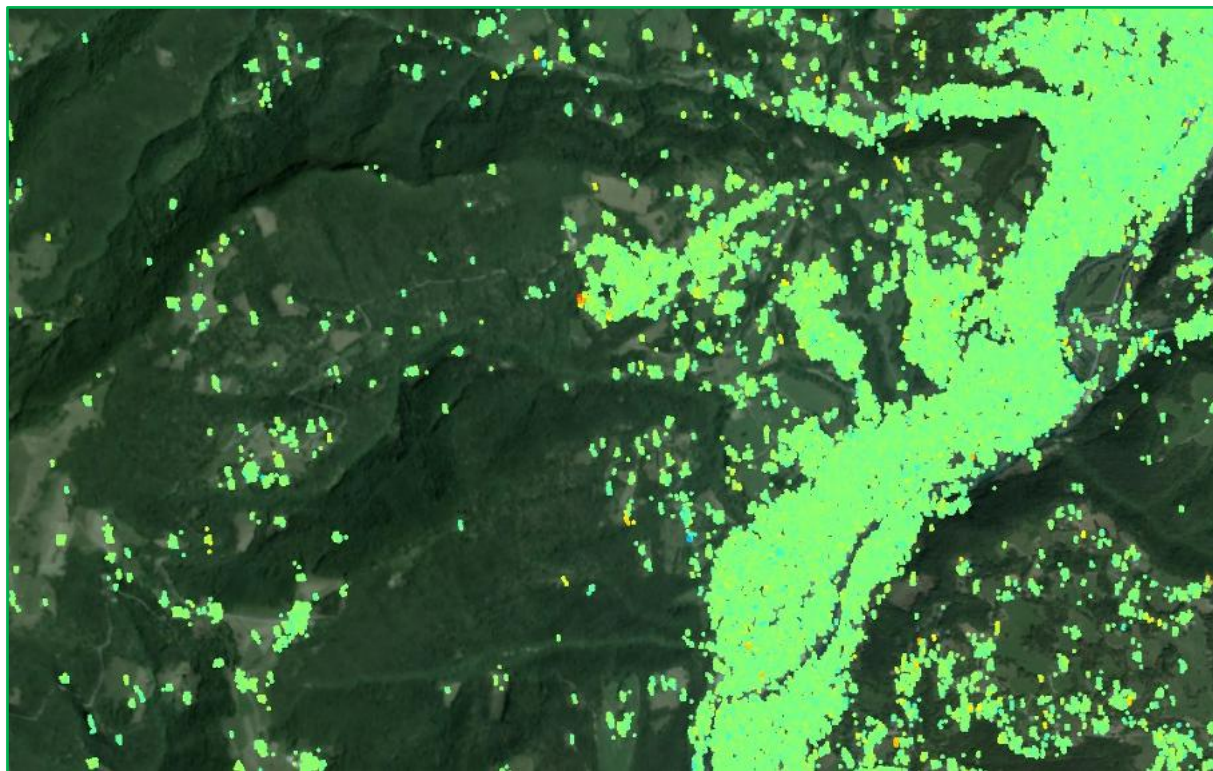


Figura 43 - Dati di interferometria radar satellitari EGMS per il territorio di Gazzaniga

L'area in cui viene segnalata un'anomalia più significativa è in località Cattabione, nella frazione di Orezzo, sul fianco ovest all'interno di una valletta; ciò potrebbe indicare l'inizio di un abbassamento del terreno per erosione, frana o dissesto spondale.

In linea generale, nel territorio di Gazzaniga i dati interferometrici indicano una complessiva stabilità, con valori a cavallo dello zero. Pertanto, si possono effettuare le seguenti considerazioni di carattere generale:

- non vi sono evidenze eclatanti di subsidenza;
- non vi sono evidenze di grandi movimenti franosi in essere, versanti interessati da movimenti attivi di grande rilevanza, deformazioni gravitative profonde attive.

4.8.10 Piano Cave provinciale e Carta delle cave cessate

Dalla consultazione del Piano Cave provinciale, emerge come nel territorio di Gazzaniga non sia presente alcun ambito estrattivo.

Nel territorio si ritrovano anche alcuni ambiti interessati in passato da attività estrattive, indicati nella Carta delle cave cessate (SITER provinciale).

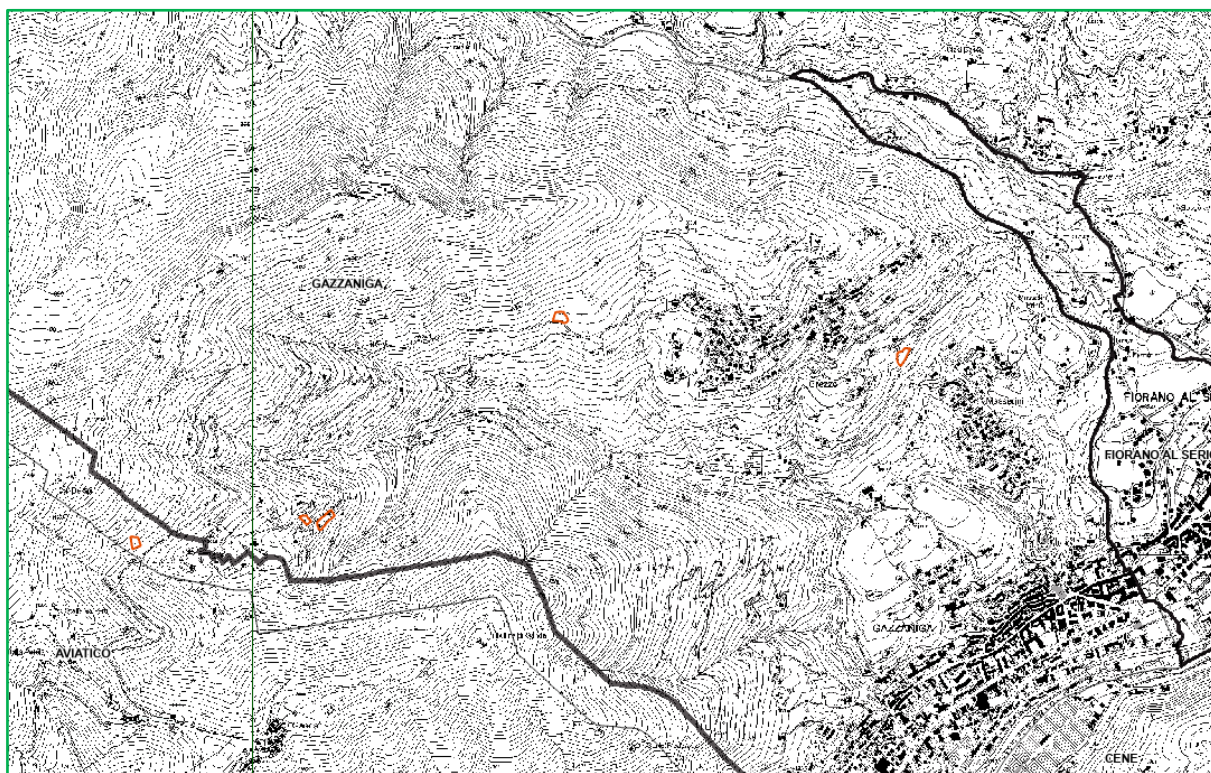


Figura 44 - Carta delle cave cessate (da SITER provinciale)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Le attività indicate nella cartografia sono le seguenti:

- la cava in località *Casli 'lla Éna*, tra Masserini ed Orezza, con codice R199/o/BG, dove si coltivava il marmo nero;
- la cava in località Cedrina, con codice R196/o/BG, anch'essa di marmo nero;
- la cava in località Platz, con codice R197/o/BG, sempre di marmo nero;
- la cava in località *Benc*, di marmo nero, con codice R198/o/BG

4.8.11 Cartografia regionale delle opere di difesa del suolo

Nel Geoportale regionale è disponibile un layer informativo relativo alle opere di difesa del suolo. Non tutte le opere sono censite, tuttavia si tratta di un livello interessante.

Opere di difesa del suolo



Censimento delle opere di difesa del suolo realizzate in Regione Lombardia. Le opere sono rappresentate con geometria poligonale, lineare o puntuale e suddivise nelle seguenti categorie: Monitoraggi/Indagini, Opera di difesa



Nel territorio di Gazzaniga non è indicata alcuna opera.

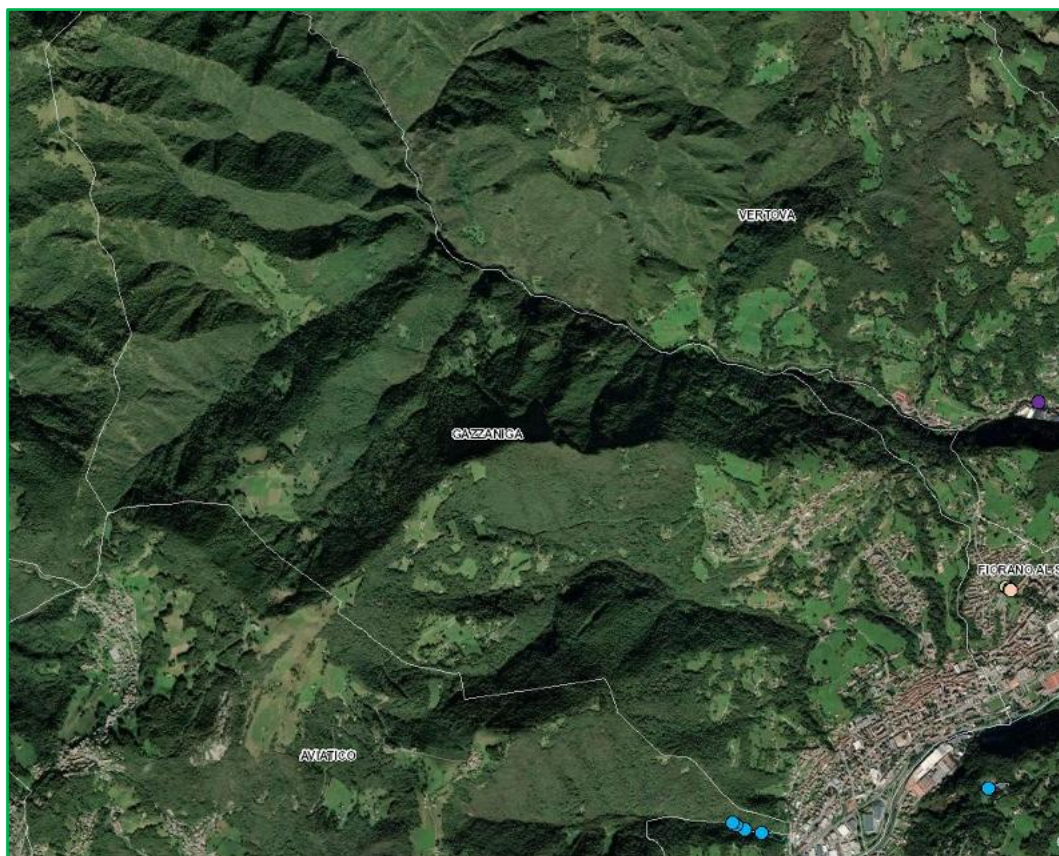


Figura 45 – Cartografia delle opere di difesa del suolo (da Geoportale regionale)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

In realtà, sul territorio esistono alcune opere di difesa del suolo (soprattutto di difesa idraulica), che sono state inserite nella Carta Geomorfologica. In particolare, lo scrivente ha rilevato e/o raccolto informazioni in merito a:

- una barriera paramassi sul versante nord del Monte Cedrina;
- opere di regimazione e difesa idraulica nell'alveo del Torrente Rova appena prima dell'imbocco del tombotto di Piazza San Mauro;
- briglie lungo la valletta a monte di Masserini, appena prima del tombotto sotto l'abitazione;
- difese spondali, briglie ed altre opere di regimazione idraulica lungo la Val Misma, a confine con Fiorano al Serio, appena prima del tombotto di Via Valle Misma;
- importanti sistemazioni di frana, mediante muro tirantato ed altre opere, presso la frana di Roccliscione;
- opere di sostegno del pendio lungo la S.P. 41 tra Lenté e Platz;
- piccole opere di sostegno per un dissesto lungo Via Angeletti poco a monte del campo sportivo di Orezza;
- opere di sostegno del pendio presso il campo sportivo di Orezza.

Il layer del Geoportale “Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico” evidenzia inoltre come gli elementi del reticolo idrico minore di Gazzaniga siano oggetto di finanziamento pari a 2.150.000 euro, con ente attuatore la Comunità Montana Valle Seriana.

Opere per la messa in sicurezza degli alvei del Reticolo Idrico Minore (lotto 1), in Comune di Albino e altri

PROVINCIA: BERGAMO

COMUNE: ALBINO, PONTE NOSSA, GROMO, GAZZANIGA, GORNO, VALGOGLIO, CLUSONE, ALZANO LOMBARDO, NEMBRO, CAZZAGO SANT'ANDREA

LOCALIZZAZIONE: RIM



FINANZIAMENTO
2.150.000,00 €

FONTE FINANZIAMENTO: PIANO LOMBARDIA

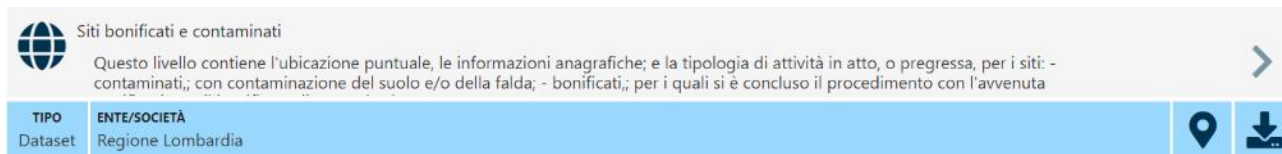
ENTE ATTUATORE: Comunità Montana Val Seriana

CUP: J78H22000360002

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

4.8.12 Dati relativi ai siti contaminati e bonificati

Nel Geoportale regionale è disponibile un layer informativo relativo ai siti contaminati e bonificati del territorio lombardo.



Nel territorio di Gazzaniga, ad oggi viene indicata la presenza di due siti di questo tipo:

- Area ex Masserini Riporti Industriali – area Via Crispi
- Area Riporti Industriali s.r.l. – Via Salici

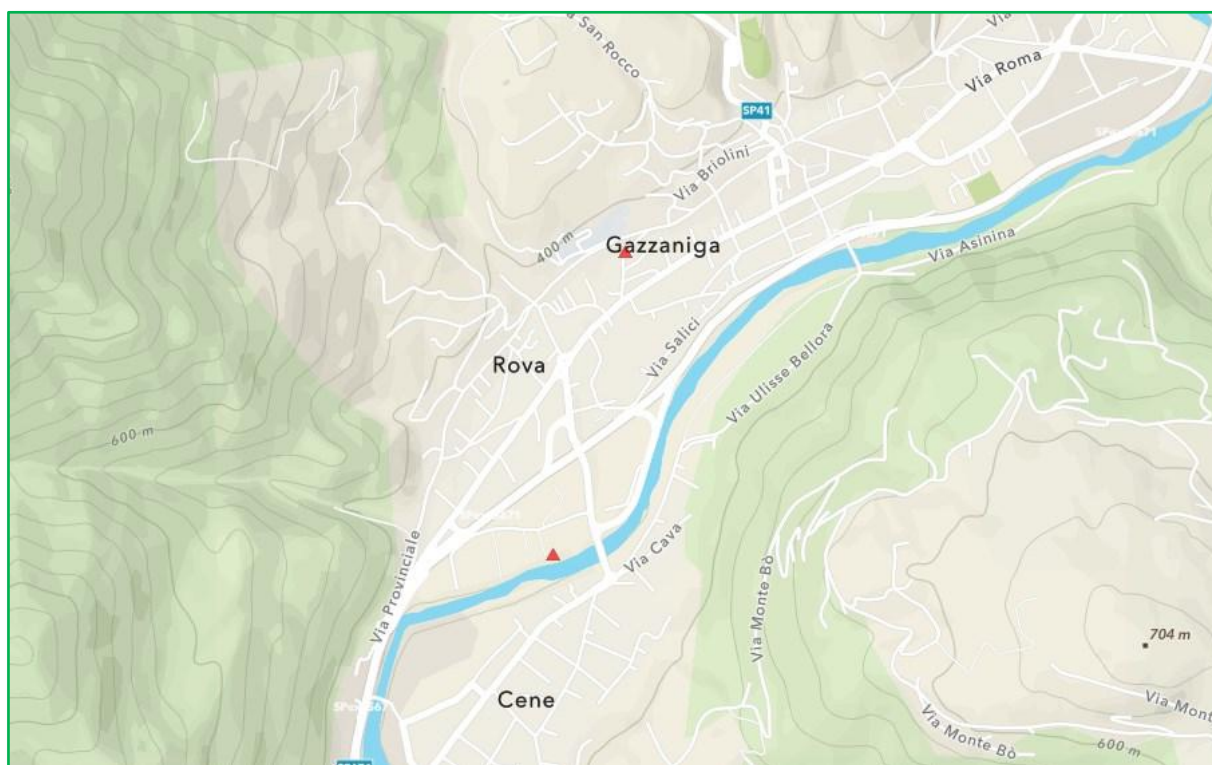


Figura 46 - Dati relativi a siti contaminati e bonificati (dal Geoportale regionale)

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

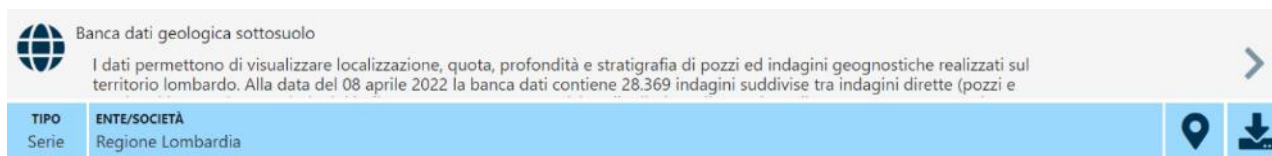
Siti bonificati e contaminati		Siti bonificati e contaminati	
OBJECTID	47	OBJECTID	48
Codice Sito	BG111.0001	Codice Sito	BG111.0002
Denominazione	AREA EX MASSERINI RIPORTI INDUSTRIALI - AREA VIA CRISPI	Denominazione	RIPORTI INDUSTRIALI SRL - VIA SALICI
Comune	GAZZANIGA	Comune	GAZZANIGA
Provincia	BERGAMO	Provincia	BERGAMO
Classificazione	contaminato	Classificazione	contaminato
Tipologia	aree industriali dismesse	Tipologia	aree industriali in attività

L'area di Via Crispi è in pieno centro abitato, mentre l'area di Via Salici è nel polo produttivo, a sud della superstrada e vicino al Fiume Serio.

Vista la presenza di questi due siti, si è deciso di introdurre alcune aree di particolare vulnerabilità idrogeologica che li comprendono; si precisa tuttavia che tali aree – che si traducono in specifiche sottoclassi di fattibilità geologica – non sono legate esclusivamente alla presenza di tali siti, ma vengono perimetrate tenendo conto anche di altre specificità idrogeologiche (bassa soggiacenza della falda, presenza di attività industriali in genere, scarsa protezione degli acquiferi, presenza dell'Idrostruttura Sotterranea di Fondovalle del P.T.U.A., ecc.) che, combinate tra loro, conducono ad identificare appunto un elevato livello di vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea.

4.8.13 Banca Dati Geologica del Sottosuolo

Nel Geoportale regionale è altresì disponibile la Banca Dati Geologica del Sottosuolo, che raccoglie decine di indagini geognostiche eseguite nel territorio lombardo.



Nel territorio di Gazzaniga, la banca dati purtroppo non dispone di informazioni.

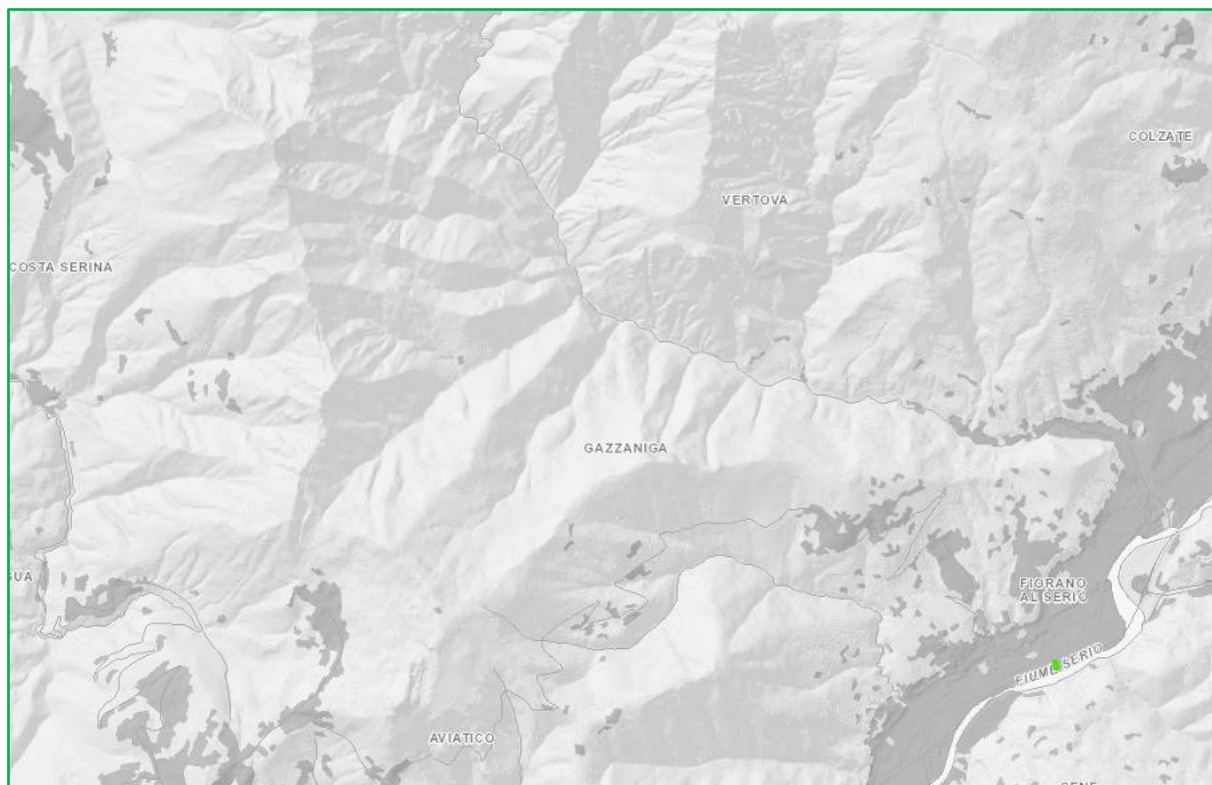


Figura 47 – Banca Dati Geologica di Sottosuolo (dal Geoportale regionale)

4.8.14 Carta delle piccole derivazioni di acque

Nel SITER provinciale è disponibile la Carta delle piccole derivazioni d'acqua, che ubica e mette a disposizione i dati circa le derivazioni regolarmente autorizzate nel territorio bergamasco (sorgenti, pozzi, derivazioni superficiali). Nel caso di Gazzaniga, vengono segnalati numerosi elementi:

- le sorgenti idropotabili afferenti al pubblico acquedotto, che tuttavia non coincidono esattamente con quelle ufficiali fornite da Uniacque (cfr. Capitolo 5); in particolare sono presenti i gruppi di sorgenti Borleda, Go e Merleza in Val Vertova, mentre non sono presenti le sorgenti del gruppo Cà de Spì indicate nello studio geologico precedente e la cui esistenza è stata confermata dal Comune;
- alcune derivazioni superficiali lungo il Torrente Vertova, di cui una ad uso irriguo in istruttoria (queste derivazioni sono in posizione di confine con Vertova);
- n. 1 derivazione ad uso irriguo e n. 1 ad uso industriale lungo il Serio;
- n. 5 pozzi ad uso industriale nel fondovalle;
- n. 1 pozzo ad uso antincendio nel fondovalle;
- n. 1 pozzo ad uso igienico nel fondovalle.

I pozzi e le sorgenti sono riportati nella Carta Idrografica e Idrogeologica, insieme ad altri pozzi segnalati nello studio geologico precedente e ad alcune sorgenti non captate.

Per ulteriori informazioni, si rimanda al § 3.6.7 e all'Allegato "Censimento Sorgenti e Pozzi".

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

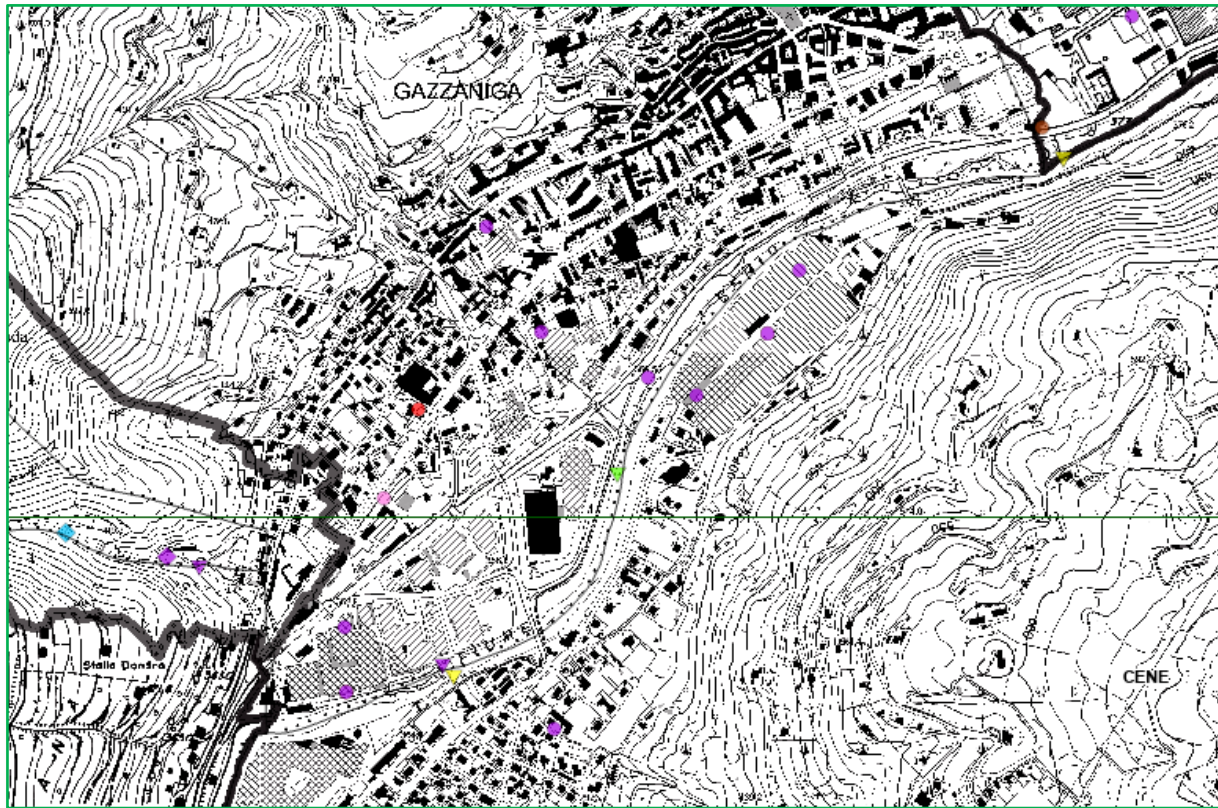


Figura 48 – Carta delle piccole derivazioni di acque (dal SITER provinciale) nella zona di fondovalle

4.8.15 Carta degli scarichi autorizzati in corpo d'acqua superficiale

Nel SITER provinciale è disponibile la Carta degli scarichi autorizzati in corpo d'acqua superficiale, che ubica e mette a disposizione i dati circa gli scarichi autorizzati in corso d'acqua. Nel caso di Gazzaniga, vengono segnalati numerosi scarichi e sfioratori.

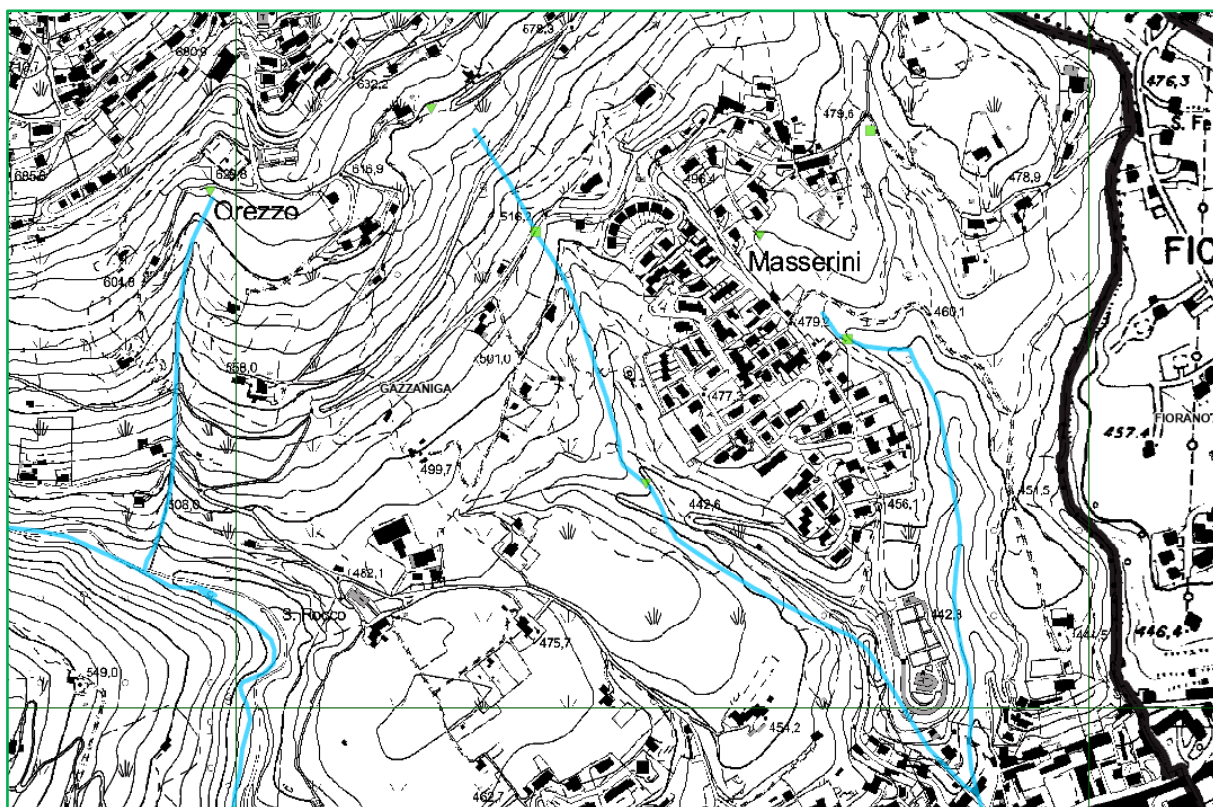
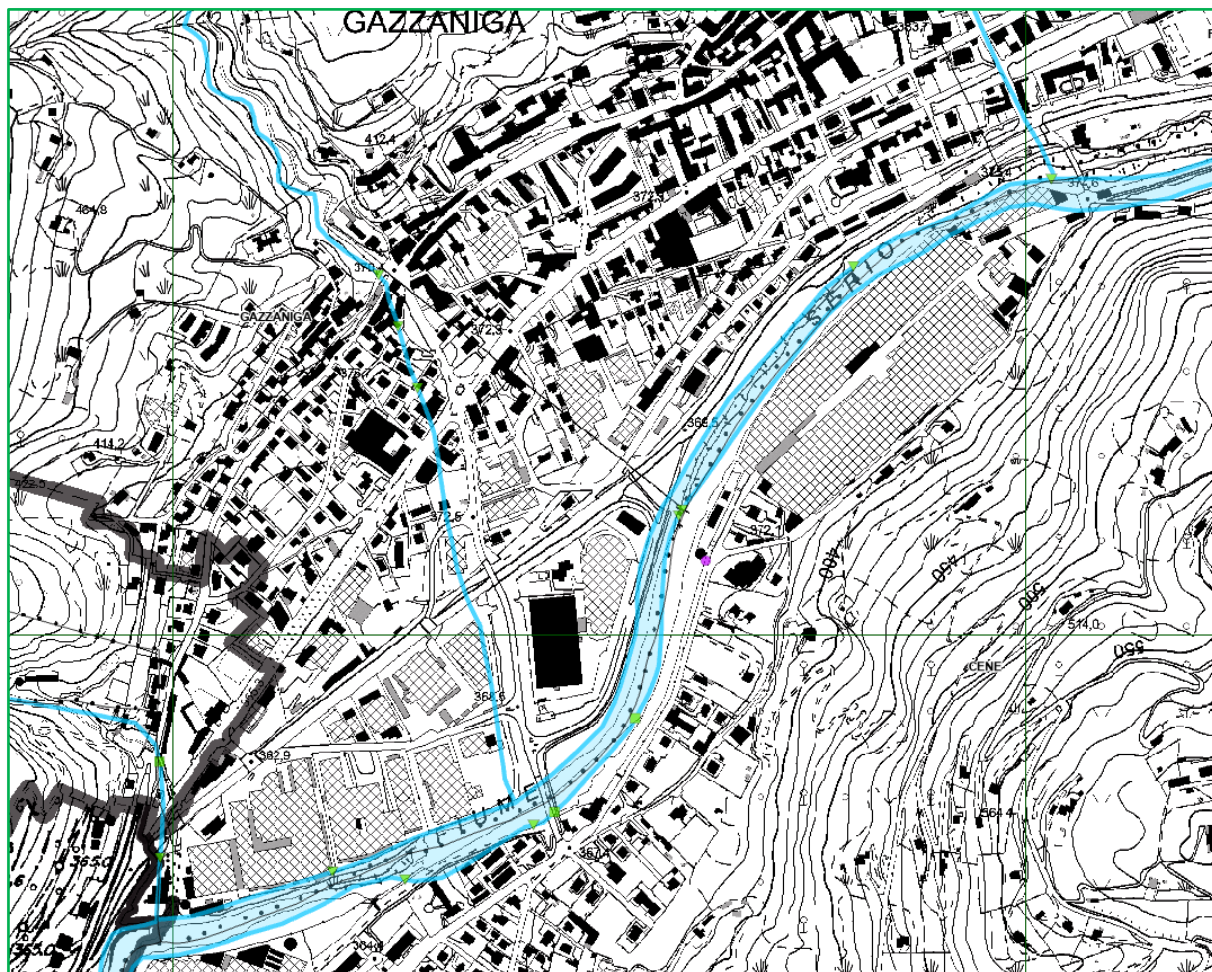


Figura 49 – Carta degli scarichi autorizzati in corpo d'acqua superficiale (dal SITER provinciale), zona di Orezza e Masserini

Si segnalano dunque, in particolare:

- sfioratori di piena e terminali di acque bianche presso il campo sportivo di Orezza, in Valle Masserini, Valle San Carlo e Valle Misma (tra Masserini e Mozzo);
- sfioratori di piena lungo il Torrente Rova;
- sfioratori di piena lungo il Serio.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Scarichi

- Industriale
- Raffreddamento
- ★ Scarico di emergenza privato
- Scarico depurato pubblico
- Terminale pubblica fognatura bianche
- ★ Scarico di emergenza (Staz. sol. / bypass)
- ▼ Sfioratore
- ▲ Sfioratore/scarico staz. sollevamento

Figura 50 – Carta degli scarichi autorizzati in corpo d'acqua superficiale (dal SITER provinciale), zona del fondovalle

4.8.16 Carta delle aree di concessione delle acque minerali e termali

Nel SITER provinciale è disponibile la Carta di concessione delle acque minerali e termali, che ubica e mette a disposizione i dati circa le porzioni di territorio gravate da questa tipologia di concessione. Nel caso di Gazzaniga, nessuna concessione viene segnalata. Le concessioni più vicine sono nei territori di Bracca, Zogno, Gaverina Terme e Spinone al Lago, tutte molto distanti e in bacini idrografici completamente diversi.

4.9 *Excursus storico dei dissesti avvenuti*

Tutti i dissesti identificati sul territorio sono, ovviamente, “storici” in senso lato, ma non sempre sono disponibili testimonianze cronologicamente definite. Per la maggior parte, infatti, le aree di dissesto individuate sul terreno sono prive di riscontri documentali per i motivi più svariati: può trattarsi di fenomeni troppo antichi e quindi oramai avvenuti da lungo o lunghissimo tempo (si pensi alle paleofrane), di ambiti collocati in posizioni remote, di zone molto ampie in cui si verificano destabilizzazioni sporadiche e puntuali (si pensi alle grandi fasce di pendio interessate da cadute massi diffuse ed occasionali), o semplicemente di eventi che, pur essendosi manifestati in tempi recenti, per qualsivoglia motivo nessuno ha avuto modo di testimoniare o documentare direttamente.

Nei paragrafi seguenti, pertanto, non vengono descritti singolarmente tutti i dissesti individuati dalla Carta P.A.I.-P.G.R.A., ma vengono semplicemente fornite informazioni più dettagliate su alcuni dei dissesti che hanno interessato il territorio di Gazzaniga in tempi non troppo remoti, e di cui esistono riscontri quali fotografie, cronache, relazioni o almeno testimonianze orali. Per alcuni dissesti sono disponibili dati relativamente abbondanti, essendo abbastanza recenti (tra il 2000 e oggi) e talvolta oggetto di interventi di mitigazione o messa in sicurezza. Per altri, vi sono solo informazioni più generiche. Alcuni dei più recenti dissesti sono stati personalmente documentati (e, talvolta, individuati) dallo scrivente, essendosi manifestati durante il periodo di incarico della redazione del presente studio.

La conoscenza storica dei dissesti avvenuti – anche se già sistemati – rappresenta una base di partenza importante per la pianificazione territoriale, fornendo un dato certo circa la fragilità di determinate zone.

Nella seguente tabella si elencano dunque i dissesti di cui sono disponibili dati storici, descritti poi con maggior dettaglio nei successivi paragrafi.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

N.B.: non essendo sempre possibile ricostruire le date esatte di accadimento dei fenomeni, si precisa che in alcuni casi le date si riferiscono piuttosto al momento in cui è stata acquisita la documentazione fotografica, è stato effettuato un sopralluogo da parte dello scrivente (o di personale del Comune o altri professionisti), oppure ancora alla data di una relazione descrittiva o di un progetto di sistemazione, piuttosto che ad una data indicativa fornita da cittadini o testimoni del fatto.

LOCALITÀ	TIPOLOGIA	DATA
Intero territorio	Frane, esondazioni, trasporto solido, dissesti diffusi	10 luglio 1972
Campo sportivo di Masserini	Frana da scivolamento	Ottobre 2024
Pendio a monte di Masserini	Frana da scivolamento	Ottobre 2024
Cadute massi versante nord del Monte Cedrina	Cadute massi	A più riprese, frequenti; episodio significativo in <i>Corna Bresa</i> : 26 aprile 2021
Clacchei	Frana da scivolamento	19 settembre 2023
Clacchei	Frana da scivolamento	2020
Clacchei	Frana da scivolamento	30 maggio 2019
Gó, sentiero Val Vertova	Colamento	Ottobre 2023
Fianco est altopiano di San Rocco	Frana da scivolamento	Ottobre 2024

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Val Misma	Frana da scivolamento	Novembre 2024
Ospedale Briolini	Frana	10 luglio 1972
Valle San Carlo, Via Galliano	Frana da scivolamento	22 gennaio 2021
Dissesti lungo la strada per la Val de Grù	Frane da scivolamento	Aprile – maggio 2021
Via San Rocco	Frana da scivolamento	27 ottobre 2020
Casli di Taà (Val Vertova)	Trasporto solido lungo asta torrentizia	19 maggio 2020
Piazzoli, Base Scout	Caduta massi	6 marzo 2019
Strada per la Val de Grù	Frana	31 maggio 2018
Tornante di Via Bossetti ad Orezzo (S.P. 41)	Frana da scivolamento	Ottobre 2024
Campo sportivo di Orezzo	Frana da scivolamento	14 giugno 2016
Valletta sopra chiesa di Masserini	Trasporto solido	Giugno 2016
Valle Masserini (Valle di Cincio)	Trasporto solido	Giugno 2016
Via Bossetti, poco oltre il campo sportivo di Orezzo	Frana superficiale	Giugno 2016
Valli Masserini e San Carlo tombinate	Esondazione	Giugno 2016

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

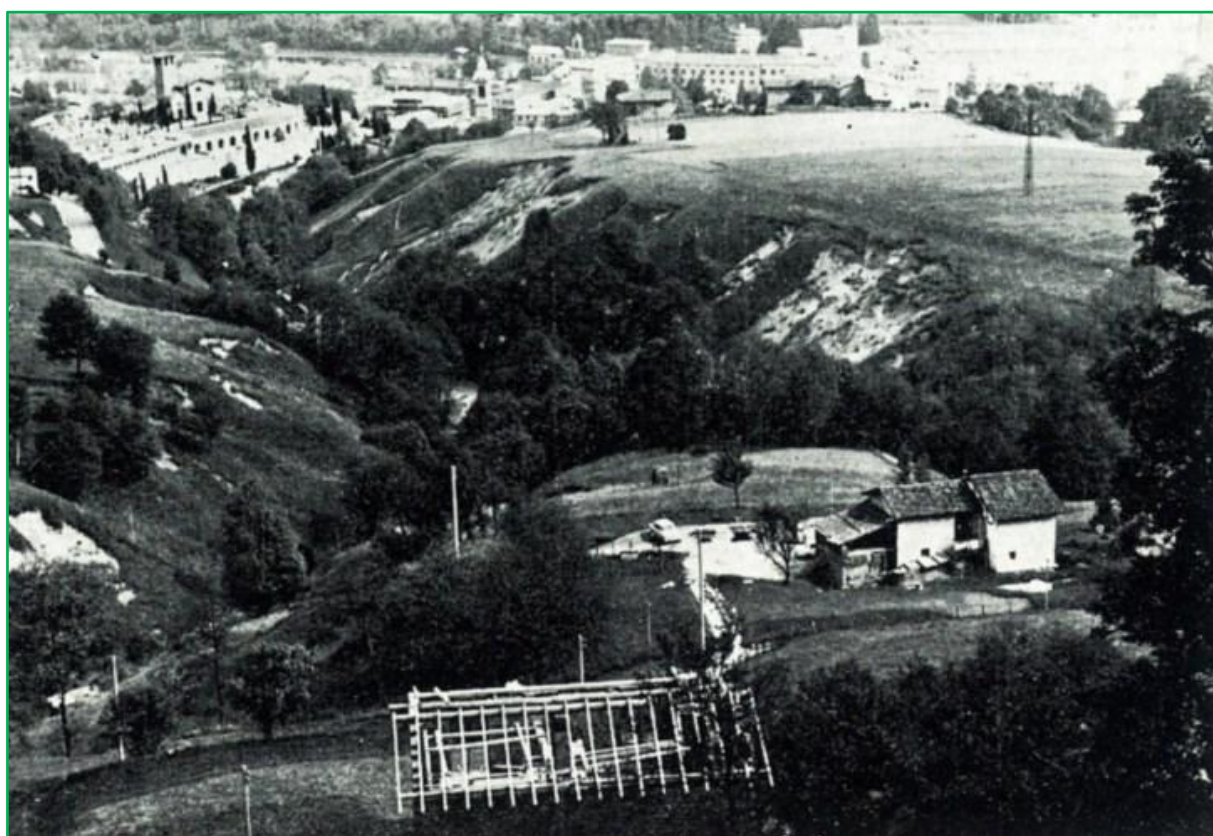
A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Piazzoli	Caduta massi	18 luglio 2014
Piazzoli	Frana da scivolamento	20 settembre 2010
Roncliscione	Frana da scivolamento	9 maggio 2006
Strada dei Grumei (frazione Masserini)	Frana da scivolamento	Novembre 2014

Non vi è dubbio che il fragile territorio di Gazzaniga sia stato funestato da numerosi altri dissesti nel corso del tempo, tuttavia, quelli sopra elencati sono quelli di cui è stato possibile recuperare informazioni utili. A tal proposito si ringrazia in particolare, per la preziosa collaborazione, il personale dell'Ufficio Tecnico comunale.

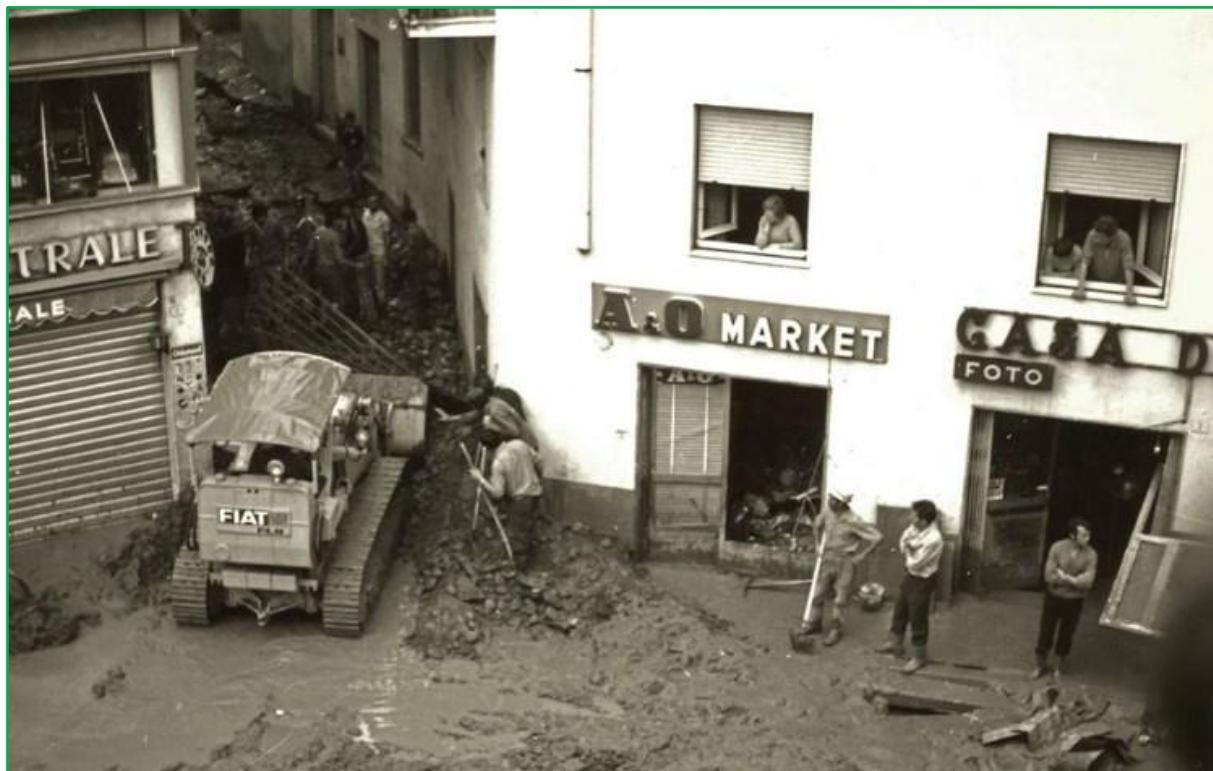
4.9.1 Alluvione del luglio 1972

In data 10 luglio 1972, la media Val Seriana fu investita da un evento meteorico eccezionale, che causò esondazioni, frane e smottamenti, di cui esiste anche una documentazione fotografica piuttosto corposa. A Gazzaniga, furono soprattutto le valli secondarie a determinare esondazioni e fenomeni di trasporto solido, investendo i centri storici. Secondo le informazioni a disposizione (così come riportate nello studio geologico previgente), esondarono la Val Rova in Piazza San Mauro, la Val Rovaro fino alla strada provinciale e all'ex ponte ferroviario, le valli Masserini e San Carlo fino alla piazza principale nel centro storico. Si registrarono problemi anche nella zona di Via San Rocco e in altre parti del territorio. Sui bordi degli altopiani di mezza quota si svilupparono smottamenti.



**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

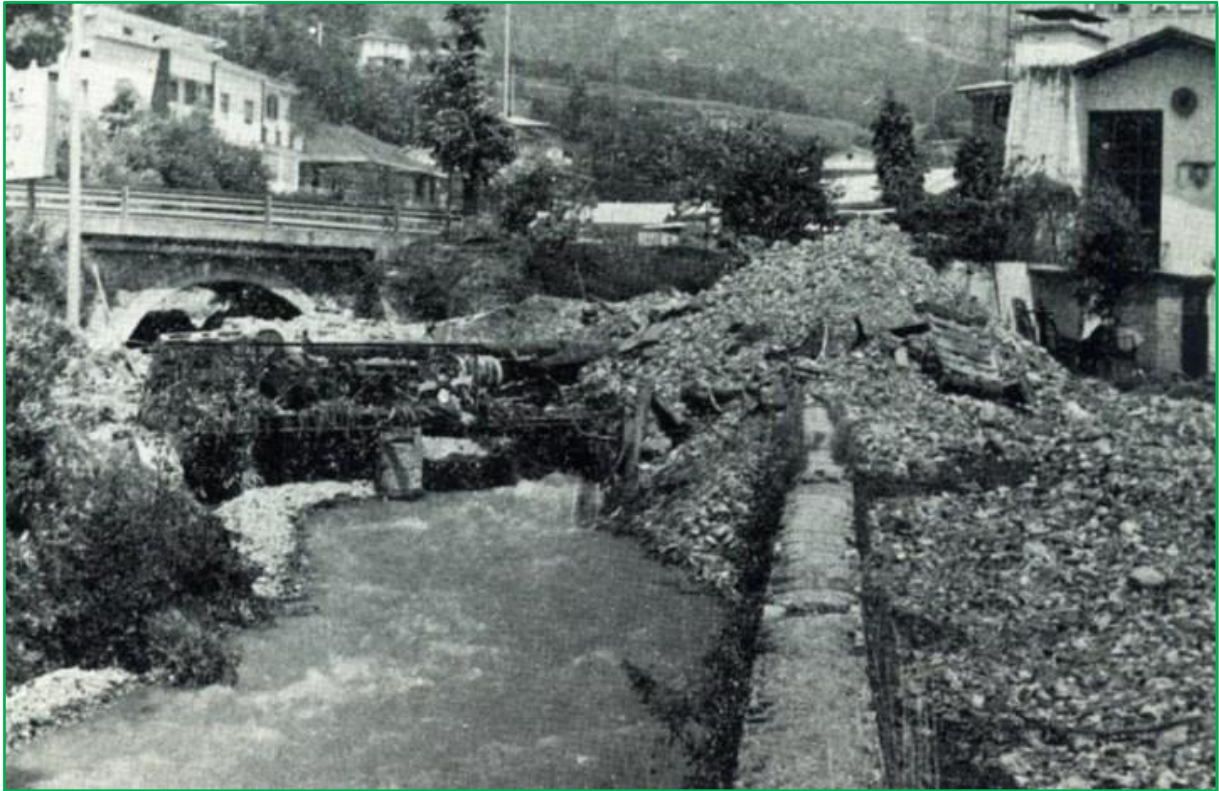


Figura 51 – Immagini varie dell'alluvione del 1972 sul territorio di Gazzaniga (fonti: Araberara, Eco di Bergamo, Govi-Mortara ed altri)

4.9.2 Campo sportivo di Masserini (ottobre 2024)

A seguito degli eventi meteorici eccezionali del 10 ottobre 2024, con allerta rossa, si è verificato uno smottamento sulla scarpata che borda il fianco ovest del campo sportivo di Masserini. Lo scrivente ha effettuato un sopralluogo insieme all'Ufficio Tecnico; il Comune ha poi disposto la chiusura del campo sportivo per precauzione.



Figura 52 – La voragine al Campo d'Avena

Si tratta di una frana da scivolamento che ha interessato la coltre superficiale limoso-argillosa di terreno, in direzione di una sottostante valletta.

4.9.3 Pendio a monte di Masserini (ottobre 2024)

Attorno al 10 ottobre 2024, a seguito di un evento meteorico eccezionale con allerta rossa, si è verificato uno smottamento sul pendio a monte della S.P. 41 tra Masserini ed Orezzo, in particolare a monte del tornante successivo alla chiesa di Masserini, in zona prativa terrazzata già in passato interessata da eventi franosi.



Figura 53 – Alcuni dei blocchi crollati sulla sede stradale
(fonte: PrimaBergamo)

Stando alle evidenze di terreno, sembra che l'innescò del dissesto – di tipo superficiale – sia dovuto a ruscellamenti di acqua dal pendio soprastante.

4.9.4 Cadute massi sul versante nord del Monte Cedrina

Il versante settentrionale del Monte Cedrina è frequentemente interessato da episodi di caduta massi che vanno spesso ad interferire con la strada sterrata per la Val de Grü, nonché potenzialmente con i fabbricati rurali posti tra le località Piazzoli, Clacchei e Garimondi. Gli episodi segnalati nel corso del tempo sono diversi, ad esempio nelle località Piazzoli e Corna Bresa. I crolli si originano sia dalle alte pareti poste nelle vicinanze della cresta del Cedrina, sia da diffusi affioramenti rocciosi lungo l'intero pendio sottostante. La fitta copertura boschiva funge da elemento di parziale protezione. Il fenomeno è stato indagato con uno studio specifico redatto dall'Ing. Frassoni e dal Geol. Maggi, su incarico congiunto dei comuni di Gazzaniga e Vertova; tale studio è stato tenuto in considerazione dallo scrivente.



Figura 54 - Esempio di affioramenti rocciosi potenzialmente fonti di cadute massi sul versante nord del Monte Cedrina

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

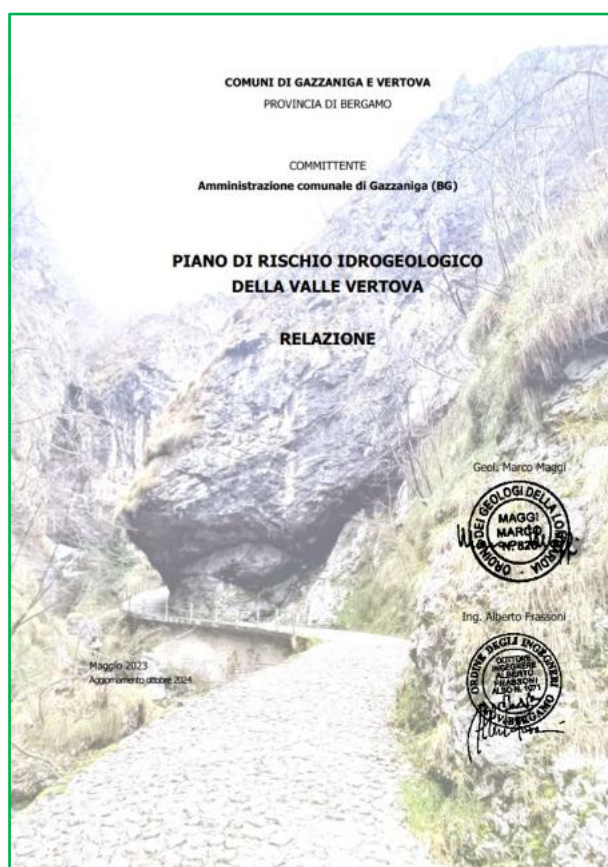
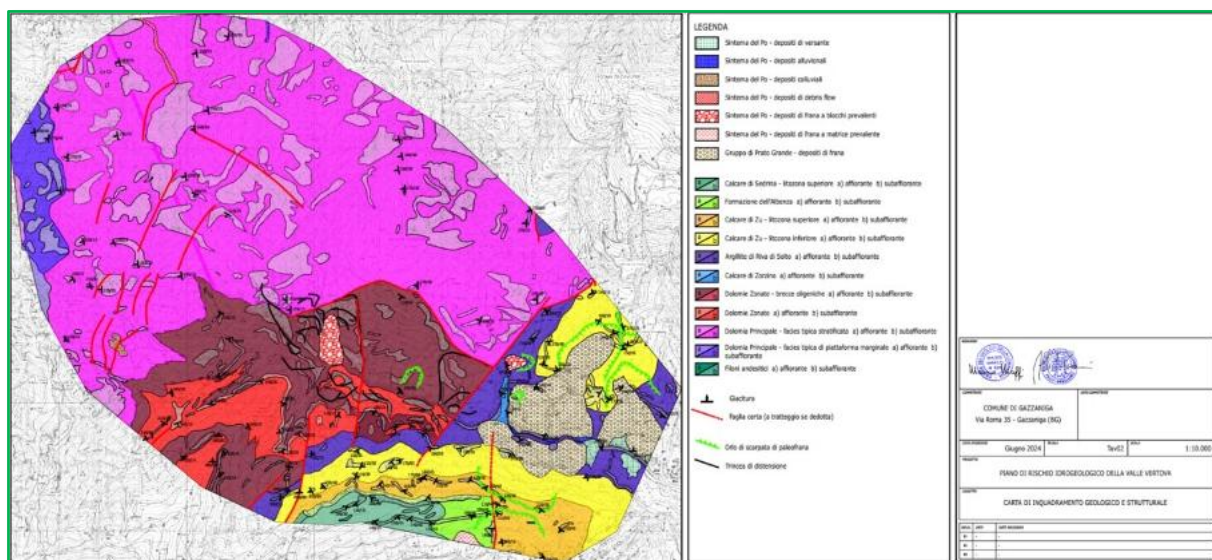


Figura 55 – Stralci del Piano del Rischio Idrogeologico della Val Vertova (ottobre 2024)

Degno di particolare nota l'episodio di *Corna de Bresa*, di cui si riportano alcune fotografie.



Figura 56 – Blocchi crollati in località Corna de Bresa

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

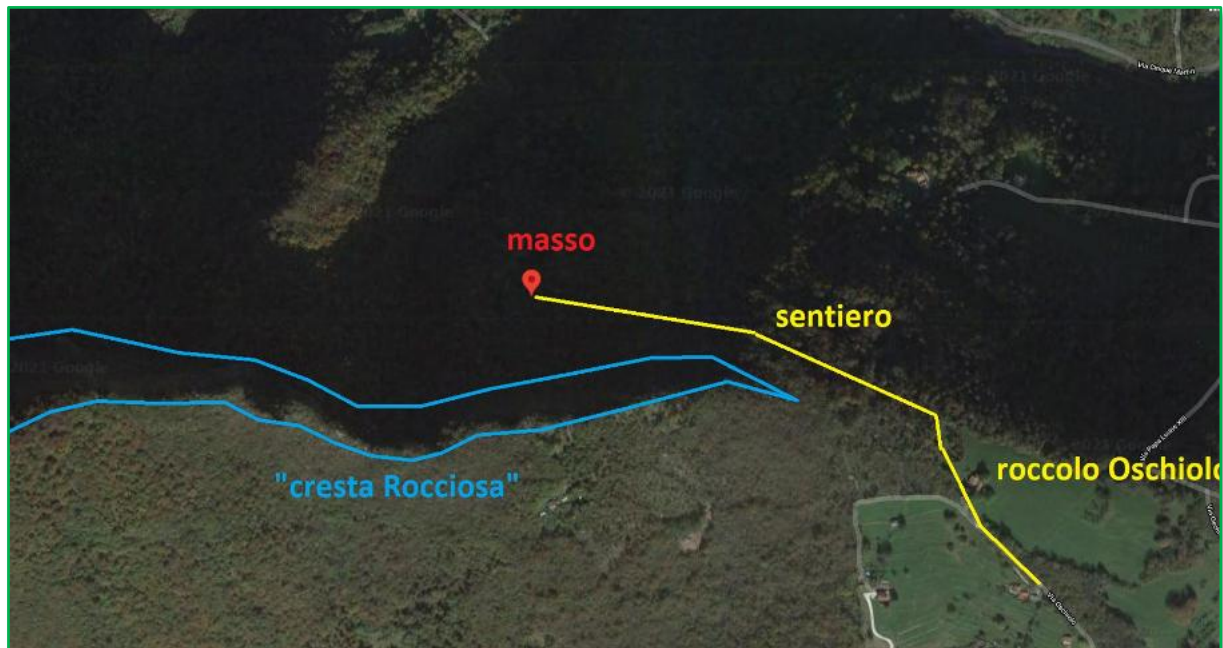


Figura 57 - Zona della Corna de Bresa (dalla documentazione fornita dal Comune); la "cresta rocciosa" indicata in azzurro è la cresta del Monte Cedrina

4.9.5 Clacchei (19 settembre 2023)

Il giorno 19 settembre 2023, a seguito di forti piogge, si è verificata un'imponente frana da scivolamento in roccia e terreno lungo il pendio in località Clacchei, interrompendo la strada di accesso alla Val de Grù. La frana si è impostata entro formazioni argillitiche di scarsa qualità geomeccanica, favorita probabilmente anche dalla presenza di sorgenti.



Figura 58 – Interruzione della strada di Val de Grù a seguito della frana Clacchei del 2023



Figura 59 – Piano di scivolamento della frana in litotipi poco competenti (argilliti, marne)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 60 - La frana Clacchei vista dal SAPR (documentazione fotografica fornita dal Comune)

La strada per la Val de Grü è stata immediatamente interdetta al traffico sia veicolare che pedonale; si sono inoltre avute ripercussioni anche sulla transitabilità di una mulettiera posta più in basso, lungo l'asse della Val Vertova. È stato successivamente predisposto un progetto di interventi di mitigazione del rischio ad opera del Dott. Geol. Alessandro Chiodelli, al momento non ancora attuato (*Interventi di ripristino della viabilità e di mitigazione del rischio in loc. Clacchei - Gazzaniga (BG) - CIG. Z063CAAD94 - progetto di fattibilità tecnico-economica*).

Da sottolineare che la medesima area era già stata oggetto di fenomeni di dissesto negli anni precedenti, a testimonianza di una particolare fragilità della zona.

4.9.6 Clacchei (2020)

Nel gennaio 2021, il Dott. Geol. Corrado Reguzzi ha predisposto la relazione geologica di supporto al progetto di sistemazione di un tratto di strada franato in località Clacchei (progetto a cura dell'Ing. Stefano Imberti), sostanzialmente nello stesso punto di cui al dissesto più recentemente avvenute (→ § 4.9.5), ma in tono minore, e a valle della strada anziché a monte. Il dissesto è avvenuto nel 2020; il progetto di sistemazione è stato effettivamente realizzato.

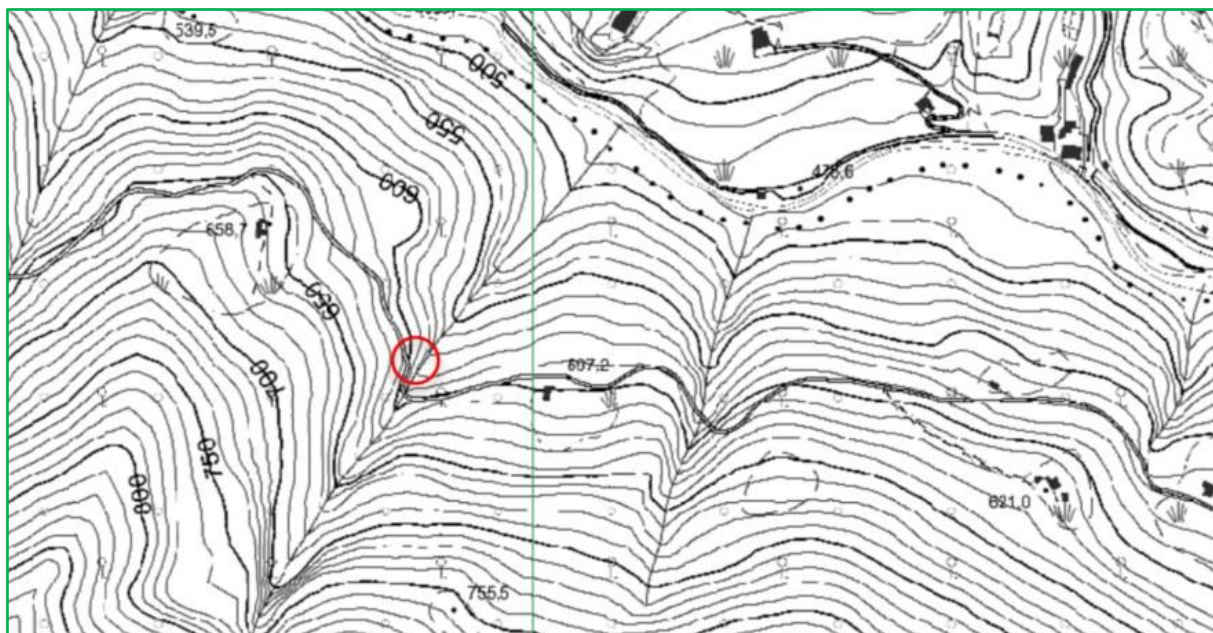


Figura 61 – Localizzazione del dissesto Clacchei del 2020



Figura 62 – Frana Clacchei del 2020 (dalla relazione del Dott. Geol. Reguzzi)

4.9.7 Clacchei (30 maggio 2019)

Un ulteriore dissesto in Clacchei si era già verificato il 30 maggio 2019, in posizione prossimale a quella del 2020, con modalità analoghe e nello stesso contesti litologico.

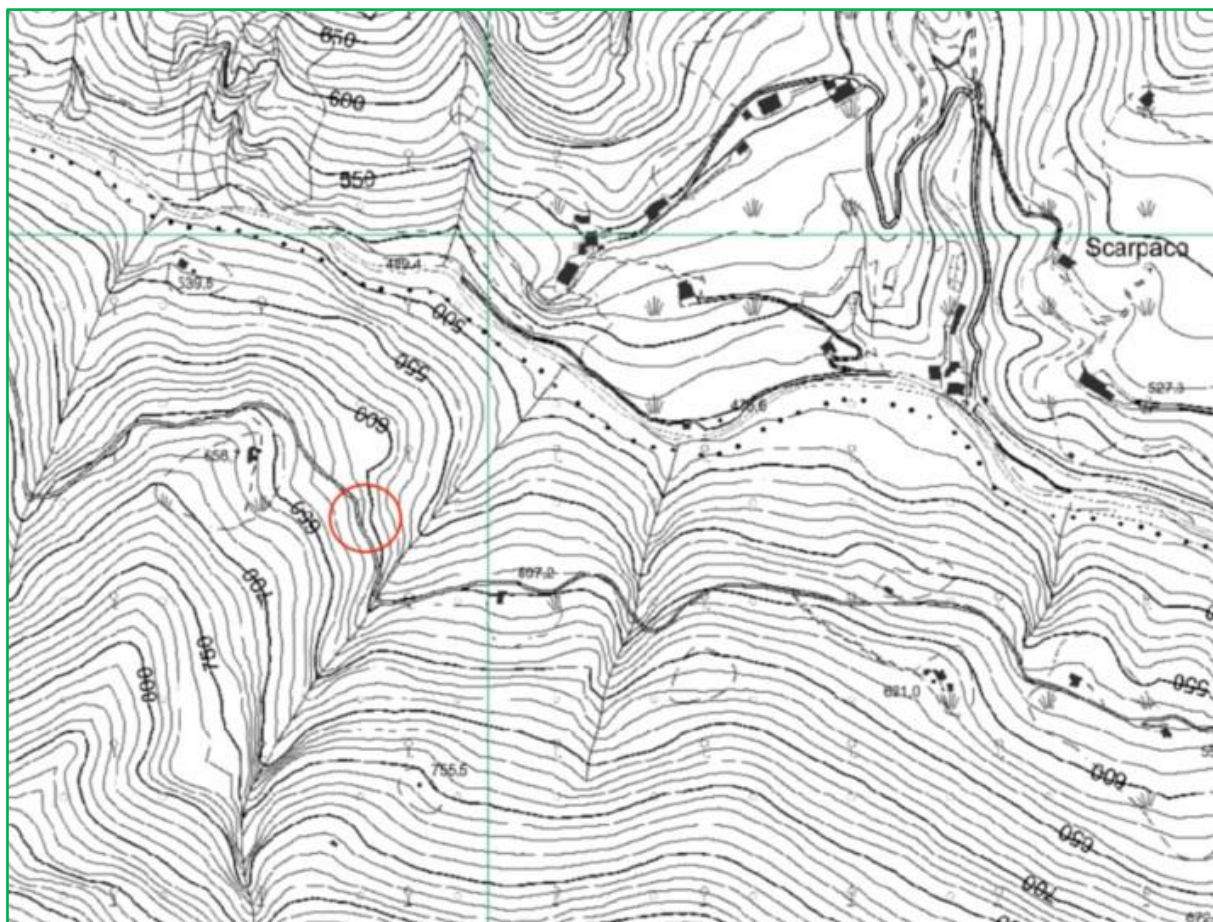


Figura 63 – Localizzazione della frana Clacchei 2019

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

Anche in questo caso, è stato predisposto un intervento di sistemazione della strada da parte dell'Ing. Stefano Imberti con il geologo Corrado Reguzzi, che ha eseguito anche delle prove penetrometriche dinamiche in sito.



Figura 64 - Immagini della frana Clacchei 2019 (dalla relazione del geologo Reguzzi)

4.9.8 Gó, sentiero Val Vertova (ottobre 2023)

A inizio ottobre 2023 si è verificato un dissesto, consistente in una colata di fango e detriti, lungo la mulattiera in sponda destra della Val Vertova, all'altezza della località Gó. A seguito di sopralluogo in sito effettuato dal Dott. Geol. Alessandro Chiodelli congiuntamente all'Ufficio Tecnico ed allo scrivente, si era constatata la presenza di una probabile venuta d'acqua in corrispondenza della nicchia di frana, rendendo quindi probabile l'ipotesi di una colata per saturazione della coltre superficiale di terreno. Il Comune ha provveduto anche in questo caso all'invio di scheda RASDA.



Figura 65 – Colamento in località Gó



Figura 66 – Sviluppo del dissesto Gó visto dal SAPR (documentazione fornita dal Comune)

4.9.9 Fianco est dell'altopiano di San Rocco (ottobre 2024)

È stata segnalata allo scrivente, da abitanti dei luoghi, una frana sul ripido fianco est dell'altopiano di San Rocco, a picco quindi sulla Valle Masserini. Al momento non è stato possibile acquisire idonea documentazione fotografica, tuttavia il contesto è interamente inserito in perimetrazione P.A.I. di frana quiescente (con classe di fattibilità 4), pertanto non desta particolare sorpresa.

4.9.10 Val Misma (novembre 2024)

Nel novembre 2024 si è verificato l'innescò di un dissesto, con l'impostazione di fessurazioni, lungo un pendio prativo sul fianco destro della media Val Misma, appena a valle di un'azienda agricola. In questo caso, poiché lo scrivente aveva già rilevato la zona pochi mesi prima proprio in seno all'aggiornamento dello studio geologico, è particolarmente interessante ed istruttivo confrontare le fotografie pre- e post- frana.



Figura 67 - Foto del 27-12-2023 (sopra) e del 29-11-2024 (sotto)

4.9.11 Ospedale Briolini (10 luglio 1972)

Fra i vari dissesti che colpirono Gazzaniga durante l'evento del 10 luglio 1972 (→ § 4.9.1), particolare risalto va dato alla frana a tergo dell'Ospedale Briolini. Lo scrivente non ha potuto recuperare fotografie specifiche, tuttavia il dissesto è visibile nell'ortofoto 1975. In seguito, furono eseguiti interventi di sistemazione sul versante. Da notare che in corrispondenza della frana, esiste anche una vallecola (Valle Briolini) che si è provveduto ad inserire nel Reticolo Idrico Minore in seno al nuovo Documento di Polizia Idraulica, poiché in precedenza risultava non classificata nel RIM.



Figura 68 – Dissesto sul pendio a tergo dell'Ospedale Briolini, lungo la Valle Briolini

Ad oggi, essendo peraltro ampiamente trascorsi cinquant'anni senza riattivazioni degne di nota, il dissesto può considerarsi in stato relitto o stabilizzato, ma l'attenzione sul pendio deve comunque rimanere alta, anche in virtù della presenza della succitata valletta.

4.9.12 Valle San Carlo, Via Galliano

Il 22 gennaio 2021 è stato segnalato, con verbale di sopralluogo redatto dal Responsabile UTC dell'epoca, uno smottamento superficiale lungo la Valle San Carlo oltre la Via Galliano, sotto il cimitero di Gazzaniga.



Figura 69 - Smottamento superficiale lungo la Valle San Carlo, in sponda idrografica destra, del gennaio 2021

4.9.13 Dissesti lungo la strada per la Val de Grù (aprile – maggio 2021)

Tra la fine di aprile e la seconda metà di maggio 2021, sono stati riportati tre dissesti lungo la strada per la Val de Grù; si tratta ancora una volta di scivolamenti in roccia debole (argilliti e marne) e terreno superficiale, successivamente poi sistemati.



Figura 70 – Tre distinte frane lungo la strada per la Val de Grù occorse tra aprile e maggio 2021

4.9.14 Frana in Via San Rocco (27 ottobre 2020)

Il 27 ottobre 2020 si è verificato uno smottamento in un terreno privato di Via San Rocco, di cui alla scheda RASDA del 29 ottobre 2020, consistente in una frana da scivolamento di terreno limoso-argilloso superficiale, sulla sponda idrografica destra della Valle Masserini, parzialmente interessante un fabbricato rurale. In seguito, è stata oggetto di un intervento di sistemazione.

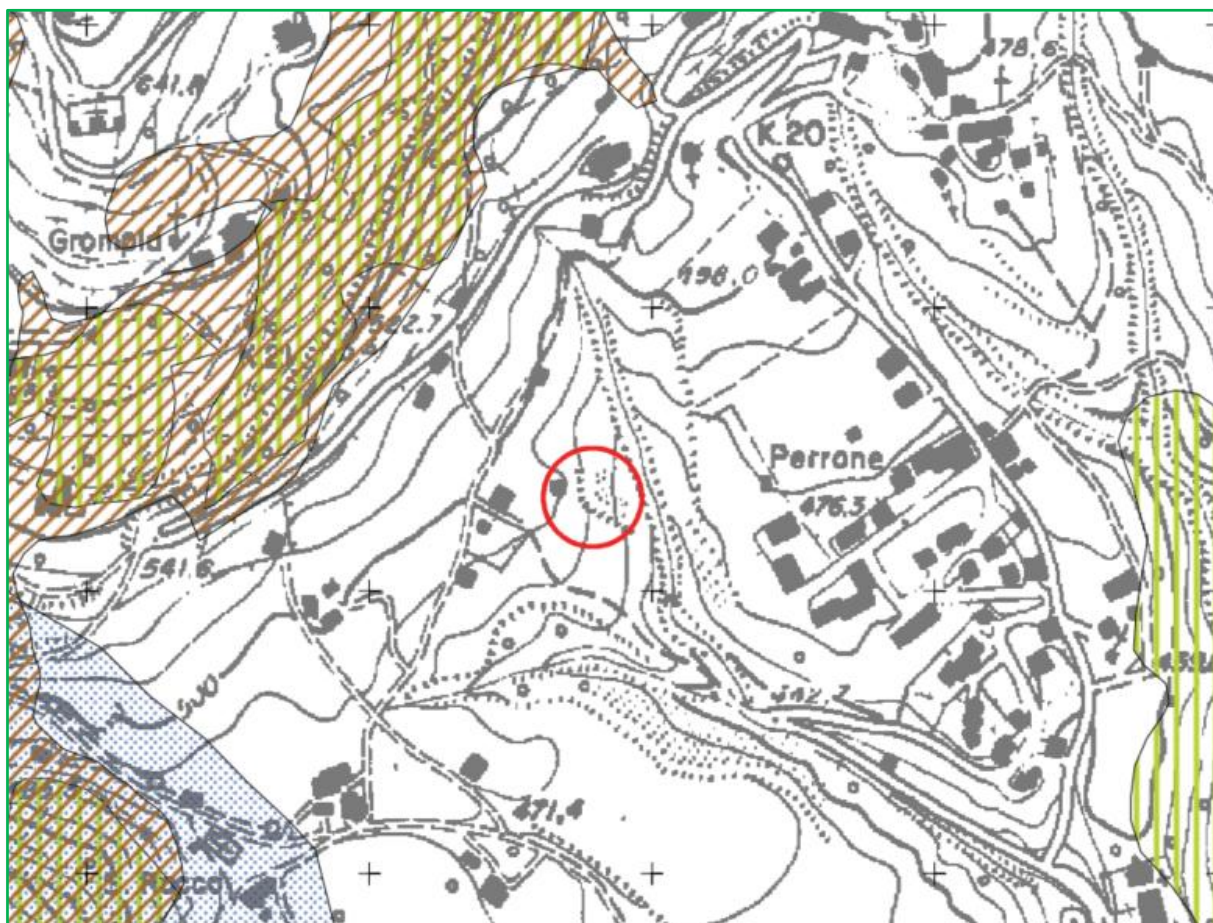


Figura 71 - Ubicazione della frana (da relazione geologica Dott. Geol. Norberto Invernici)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 72 – Immagini della frana di Via San Rocco del 27 ottobre 2020
(dalla relazione del Geom. Walter Campana)

4.9.15 Trasporto solido in località Caslì di Taà (19 maggio 2020)

Con scheda RASDA n. 23320 del 21 maggio 2020, il Comune ha segnalato un piccolo dissesto verificatosi in Val Vertova il 19 maggio 2020, presso la località *Caslì di Taà*, consistente in un fenomeno di trasporto solido con accumulo di detriti lungo un'asta torrentizia laterale del Vertova.

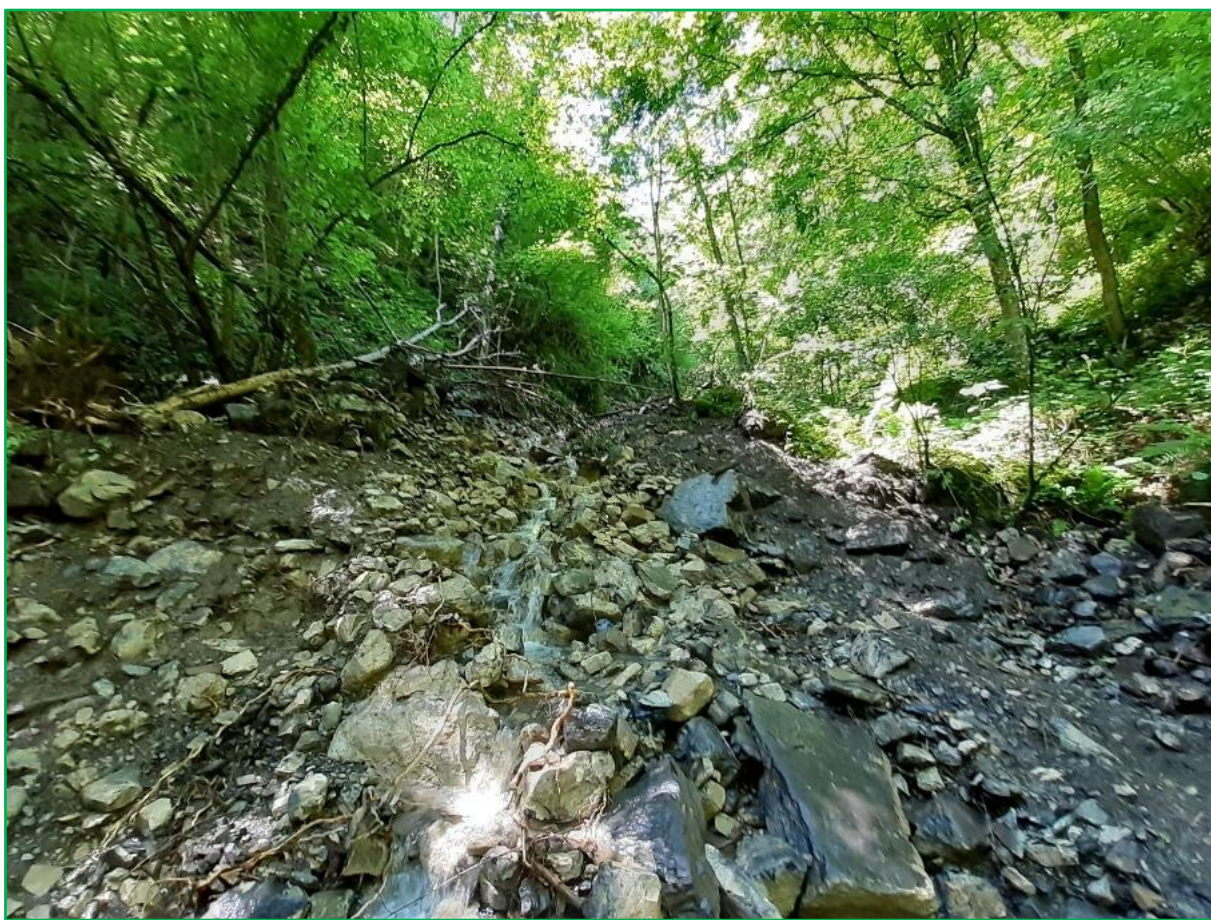


Figura 73 - Fenomeni di dissesto torrentizio con trasporto solido presso la località *Caslì di Taà*

4.9.16 Cadute massi a Piazzoli (Base Scout) del 6 marzo 2019

Fra le numerose cadute massi lungo il versante nord del Monte Cedrina (→ 4.9.4), si segnala con particolare enfasi quella avvenuta il 6 marzo 2019 presso l'insediamento "Base Scout" in località Piazzoli. Si tratta di una struttura che veniva utilizzata per attività di scoutismo.



Figura 74 – Segni di caduta massi presso la Base Scout nel 2019

4.9.17 Smottamento lungo la strada per la Val de Grü (31 maggio 2018)

Un altro smottamento lungo la strada per la Val de Grü si è verificato nel maggio 2018, segnalato in questo caso dal Comune di Vertova.



Figura 75 – Posizione dello smottamento

4.9.18 Tornante di Via Bossetti ad Orezza (ottobre 2024)

A seguito degli eventi piovosi di inizio ottobre 2024, un importante smottamento si è verificato in corrispondenza di un tornante della S.P. 41, tra Masserini ed Orezza. Lo smottamento ha costretto alla chiusura del tratto di strada provinciale, consentendo l'accesso alla frazione Orezza soltanto da Ganda (Aviatico) oppure dalla stretta strada di Gromplano, con circolazione a senso alternato (tuttora in essere). Il dissesto appare come una frana da scivolamento nelle sue fasi iniziali, con l'impostazione di vistose fessurazioni sia nel prato interno al tornante che sull'asfalto, e parziale lesionamento dei sottostanti muri di sostegno.

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 76 – Frana al tornante di Via Bossetti dell'ottobre 2024

4.9.19 Campo sportivo di Orezza (14 giugno 2016)

Il 14 giugno 2016 si è verificato uno smottamento nelle vicinanze del campo sportivo di Orezza, in corrispondenza della testata di una valletta che interseca una strada privata.

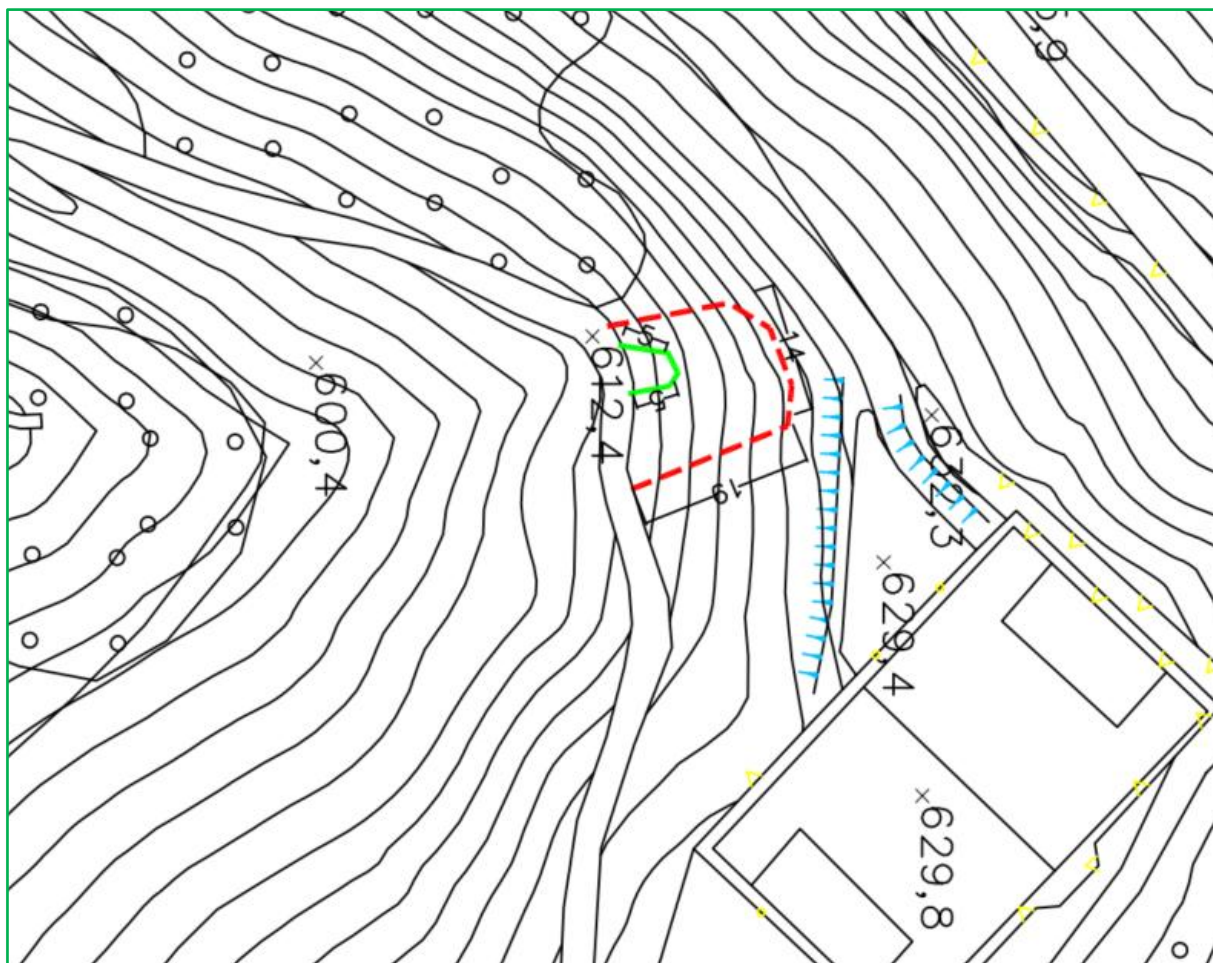


Figura 77 - Planimetria della frana di Orezza del 2016 (da documentazione del Comune)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

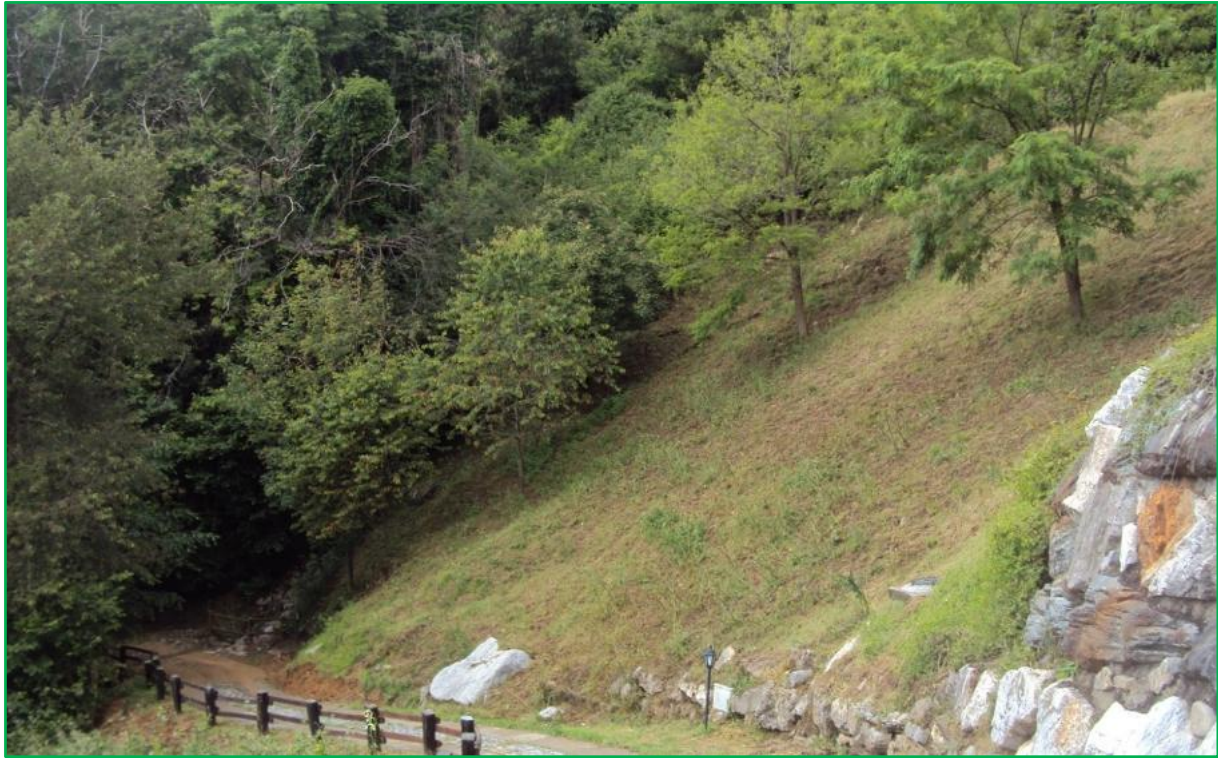


Figura 78 – Zona della frana di Orezza (documentazione da Comune)

4.12.20 Valletta sopra chiesa di Masserini (giugno 2016)

Nel giugno 2016, si è verificato un evento di trasporto solido lungo la modesta vallecola discendente dal pendio al di sopra della chiesa di Masserini. La vallecola viene intubata in corrispondenza di un tombotto presso l'ingresso di una proprietà privata. È stata oggetto di una consistente ridefinizione da parte dello scrivente in seno al Documento di Polizia Idraulica. Con somma urgenza è stata effettuata all'epoca una pulizia del tombotto.



Figura 79 – Operazioni di disostruzione e pulizia del tombotto e della retrostante briglia della valletta sopra la chiesa di Masserini a inizio giugno 2016

4.9.21 Valle Masserini (o Valle di Cincio) (giugno 2016)

Nello stesso evento di cui al § 4.9.20, anche la Valle Masserini è stata interessata da un ingente trasporto solido, che ha di fatto ostruito il tombotto presso i tornanti del cimitero con detriti e vegetazione.



Figura 80 – Tombotto e vasca completamente ostruiti da vegetazione e detriti nel giugno 2016



Figura 81 - Operazioni di pulizia del tombotto e della vasca al suo ingresso

4.9.22 Smottamento superficiale di Via Bossetti

Nel giugno 2016 si è altresì verificato un piccolo smottamento superficiale lungo Via Don Bossetti, poco oltre il campo sportivo di Orezzo a salire verso il centro della frazione. Lo smottamento è stato sistemato mediante un'opera di ingegneria naturalistica.



Figura 82 – Smottamento lungo Via Don Bossetti del giugno 2016

4.9.23 Valli Masserini e San Carlo tombinate (giugno 2016)

Sempre in occasione degli eventi del giugno 2016, si è verificato lo scoperchiamento di un tombino legato al tombotto delle valli Masserini e San Carlo, nel centro storico di Gazzaniga, in Via Gelmi. L'esondazione seguì la strada fino alla zona dei parcheggi della stazione, seppure con tiranti bassi.



Figura 83 – Scopercchiamento tombotto delle valli Masserini e San Carlo in Via Gelmi

4.9.24 Cadute massi in località Piazzoli (18 luglio 2014)

Altre cadute massi si verificarono a Piazzoli il 18 luglio 2014 (vedi anche § 4.9.4), con raggiungimento del Torrente Vertova.



Figura 84 – Caduta massi in località Piazzoli del luglio 2014

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

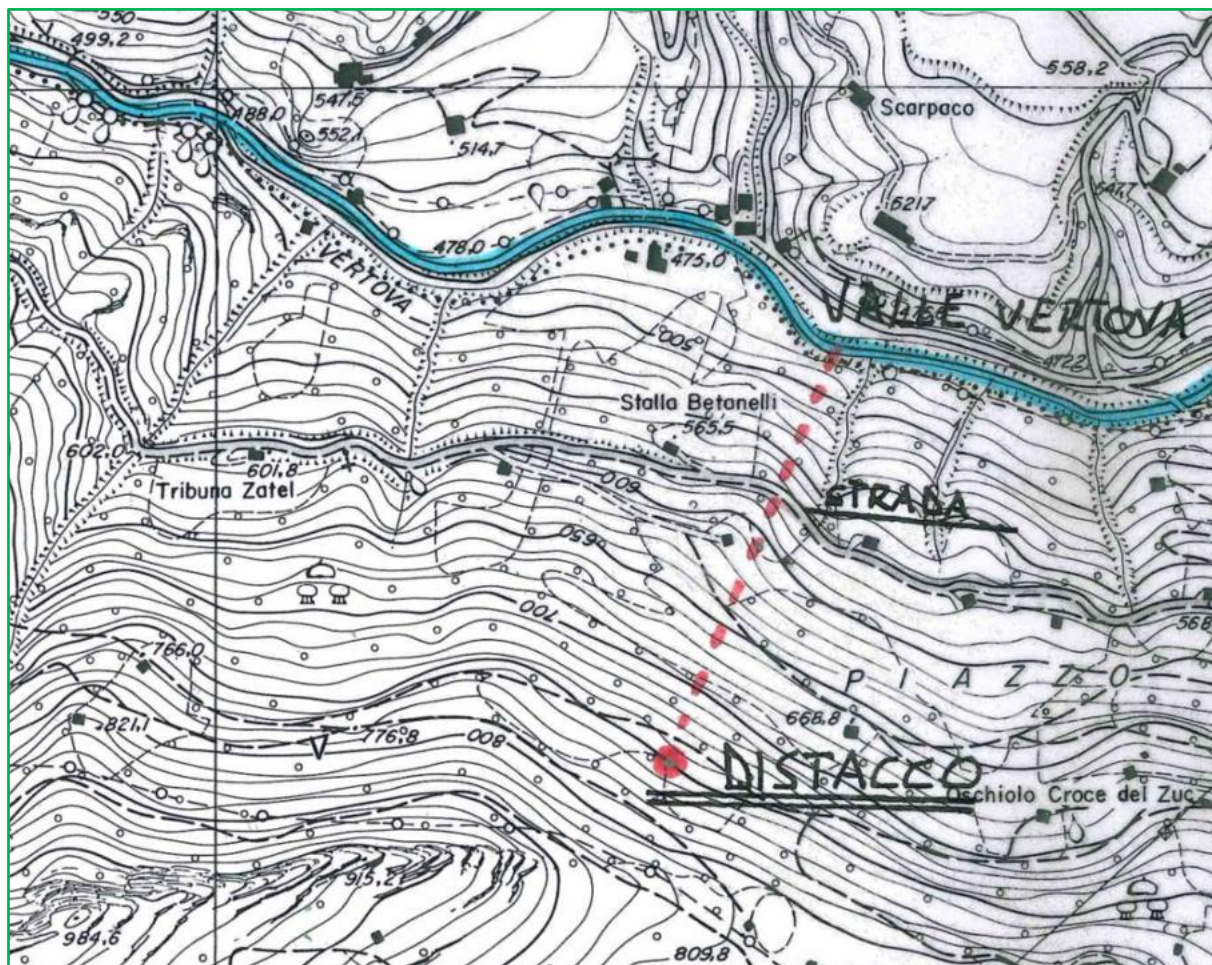


Figura 85 - Posizione del distacco avvenuto nel 2014 in località Piazzoli, anche in questo caso vicino alla Base Scout

A seguito di questo evento, venne realizzata una barriera paramassi.



Figura 86 - Barriera paramassi realizzata a seguito del crollo del 2014 sopra la località Piazzoli

4.9.25 Frana Piazzoli (20 settembre 2010)

Sempre in Piazzoli si verificò anche una frana da scivolamento nel 2010, sul lato di valle della strada per la Val de Grü.



Figura 87 – Frana lungo la strada per la Val de Grü in località Piazzoli nel settembre 2010

4.9.26 Frana di Roncliscione (9 maggio 2006)

La frana di Roncliscione è stata segnalata il 9 maggio 2006, ma probabilmente era già accaduta alla fine di aprile dello stesso anno. Si presentava come uno scivolamento traslativo in roccia e terreno, anche con componente rotazionale, con una superficie di circa 6500 m², prossimale ad una cascina.



Figura 88 – La parte di nicchia della frana (dalla relazione geologica della G.E.A., 2007)

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

La frana è stata indagata dallo Studio G.E.A., anche con sondaggi geognostici, ed è stata successivamente oggetto di un intervento di sistemazione mediante un muro tirantato fondato su micropali, con dreni suborizzontali, posto in corrispondenza della strada sterrata (circa a metà del corpo frana).

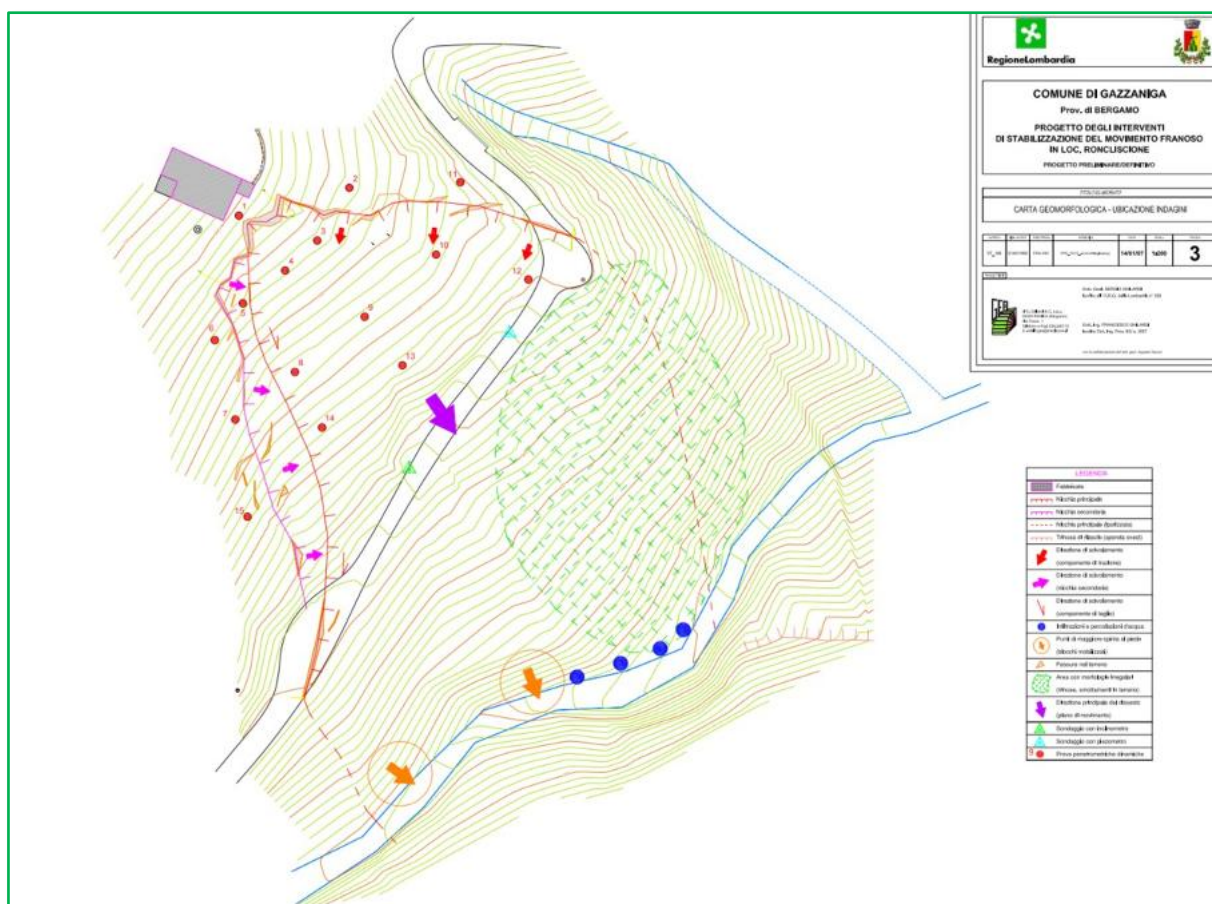


Figura 89 - Carta geomorfologica di dettaglio della frana (G.E.A., 2007)

**AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI GAZZANIGA (BERGAMO)**

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

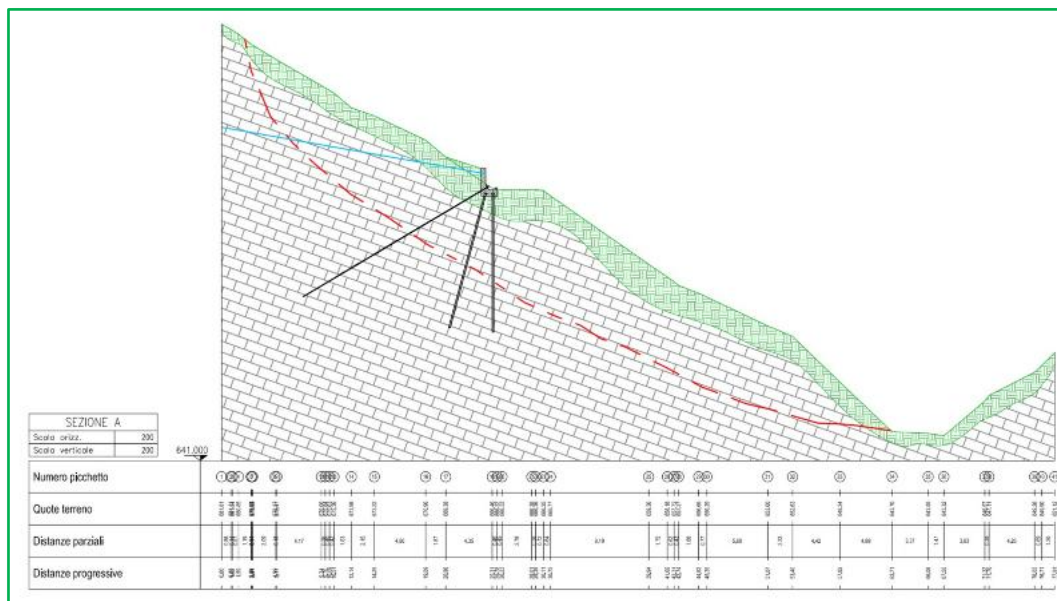


Figura 90 - Sezione degli interventi di stabilizzazione del movimento franoso (G.E.A., 2007)



Figura 91 - L'intervento così come appare oggi

4.9.27 Strada dei Grumei (frazione Masserini) (novembre 2014)

A novembre 2014 si è verificata una frana superficiale piuttosto estesa sul pendio tra Orezzo e Masserini, causando anche il cedimento della massicciata stradale soprastante alla nicchia. Alla frana è seguito un progetto di sistemazione curato dal Dott. Geol. Amadio Poloni.

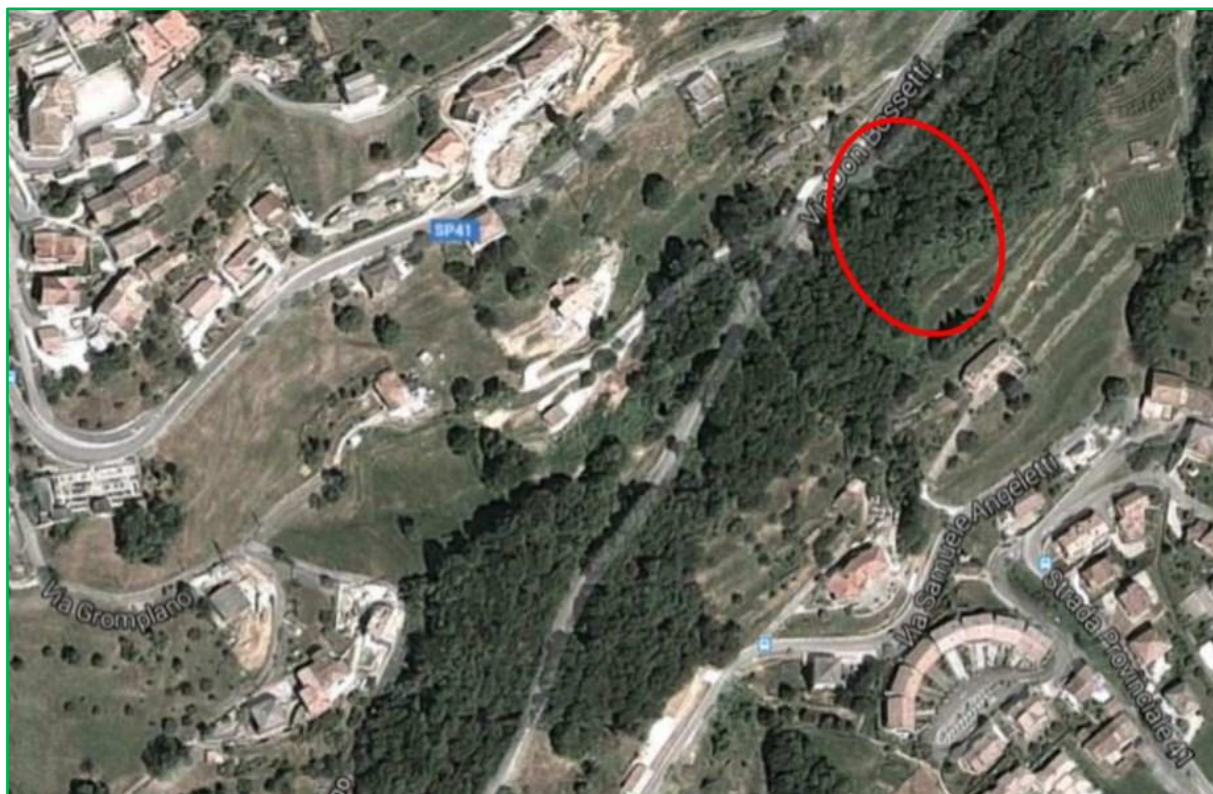


Figura 92 – Localizzazione frana (da relazione geologica Dott. Poloni)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 93 - Immagini della frana (da relazione geologica Dott. Poloni)

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)

4.9.28 Strada per Mozzo (autunno 2024 – gennaio 2025)

Nell'autunno del 2024 si è verificata una consistente frana lungo la strada privata che si diparte dalla strada sterrata tra Masserini e Mozzo per salire verso alcune abitazioni. Successivamente (presumibilmente durante le piogge di fine gennaio 2025) si è verificato un dissesto più piccolo lungo la scarpata di monte della strada sterrata per Mozzo, associato a cospicue venute d'acqua. Ambedue i dissesti sono stati segnalati allo scrivente a febbraio 2025. Si tratta in ambedue i casi di scivolamenti rotazionali-traslativi apparentemente di tipo superficiale; il terreno franato è costituito da suoli limoso-argillosi rossastri.



Figura 94 – Localizzazione indicativa delle due frane in Google Maps

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 95 – La frana principale

A.1 – RELAZIONE GENERALE (Parte I)



Figura 96 – La frana più piccola lungo la strada per Mozzo

4.10 Considerazioni generali sui dissesti

I dissesti elencati nell'*excursus* storico di cui ai paragrafi precedenti, unitamente alle informazioni più generali circa il quadro complessivo di instabilità del territorio, delineano uno scenario di considerevole fragilità – a dispetto della posizione geografica di Gazzaniga, che giace ai piedi di rilievi di media montagna, non particolarmente imponenti. Lo scenario è andato peggiorando in maniera sensibile negli ultimi 10-20 anni, almeno per quanto lo scrivente ha avuto modo di percepire dall'esperienza diretta dei luoghi; in corrispondenza di quasi tutti gli eventi meteorici importanti, oramai, è quasi scontato il verificarsi di almeno un dissesto, generalmente di tipo franoso, anche se fortunatamente non sempre in aree urbanizzate e spesso di lieve entità; ciò senza contare i fenomeni che certamente si verificano anche in zone estremamente remote e che passano inosservati semplicemente perché rimangono ignoti per mesi o anni. Risulta quindi di fondamentale importanza da una parte garantire un costante monitoraggio del territorio (sia urbano che montano e rurale), dall'altra rivedere in maniera accurata il quadro del dissesto in modo da stralciare le perimetrazioni inesistenti e, di contro, introdurre o modificare quelle reali, ottenendo così una fotografia realistica delle condizioni di pericolosità e rischio effettive, in maniera tale da orientare correttamente sia la pianificazione urbanistica, sia le progettualità relative agli interventi di mitigazione del rischio e difesa idrogeologica.

LA RELAZIONE PROSEGUE NELLA PARTE II

Leffe, febbraio 2025 (revisione)

Dott. Geol. Daniele Moro
O.G.L. A.P. n. 1723 sezione A

