



Comune di Bardolino

Provincia di Verona

P.A.T.

PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO

(L.R. 23 APRILE 2004, N.11)

RELAZIONE GEOLOGICA
STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

*ELABORATO ADEGUATO ALLE PRESCRIZIONI DEL PARERE VAS N. 103 DEL
30.10.2012 INTEGRATO IN DATA 21.12.2012 E DEL PARERE VTR N. 77 IN DATA
12.12.2012*



Geol. Pietro Zangheri

Gennaio 2013

Studio Tecnico Zangheri & Basso

Pietro Zangheri – Geologo

Bruna Basso – Agronomo

Via Tripoli, 2 – 35141 PADOVA

Tel./fax 049/8723397 – e-mail zangheriebasso@progettazioneambientale.it

www.progettazioneambientale.it

INDICE

METODOLOGIA.....	4
1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO ED OBIETTIVI	5
2 FASI DI LAVORO	7
1^ FASE: QUADRO CONOSCITIVO.....	7
2^ FASE: QUADRO PROGETTUALE. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA	7
3^ FASE: RELAZIONE GEOLOGICA - NORMATIVA GEOLOGICA	7
PRIMA FASE - QUADRO CONOSCITIVO.....	8
3 INQUADRAMENTO.....	9
4 CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLA C0503).....	13
4.1 FASI DI LAVORO - METODOLOGIA	13
4.2 ELEMENTI CARTOGRAFATI	14
4.3 ANALISI DELLA TAVOLA C0503	17
4.3.1 <i>Complesso di rilievi di deposito glaciale</i>	17
4.3.2 <i>Piane di deposito fluvio-glaciale</i>	19
4.3.3 <i>Zone di erosione e conoidi torrentizi</i>	20
4.3.4 <i>Forme antropiche</i>	20
4.4 L'AREA DI FRANA ATTIVA DI ROCCA DI GARDA.....	21
4.4.1 <i>La situazione tecnica ed amministrativa dell'area</i>	21
4.4.2 <i>Le proposte del PAT e le modalità di riclassificazione previa messa in sicurezza</i>	23
4.5 SINTESI DEI PRINCIPALI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI	24
5 CARTA LITOLOGICA (TAVOLA C0501)	25
5.1 FASI DI LAVORO - METODOLOGIA	25
5.2 ELEMENTI CARTOGRAFATI	27
5.3 ANALISI DELLA TAVOLA C0501	29
5.4 SINTESI DEI PRINCIPALI ELEMENTI LITOLOGICI.....	33
6 CARTA IDROGEOLOGICA (TAVOLA C0502).....	34
6.1 FASI DI LAVORO - METODOLOGIA	34
6.2 ELEMENTI CARTOGRAFATI	35
6.3 ANALISI DELLA TAVOLA C0502	37
6.3.1 <i>Acque superficiali</i>	37
6.3.1.1 <i>Generalità</i>	37
6.3.1.2 <i>Corsi d'acqua inseriti negli elenchi delle acque pubbliche</i>	43
6.3.1.3 <i>Aree soggette ad allagamenti o potenzialmente esondabili e/o a deflusso difficoltoso</i>	44
6.3.2 <i>Acque sotterranee</i>	48
6.3.2.1 <i>Permeabilità dei terreni</i>	48
6.3.2.2 <i>Struttura idrogeologica</i>	49
6.3.2.3 <i>Punti di prelievo e aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano - tutela delle acque potabili</i>	50
6.4 SINTESI DEI PRINCIPALI ELEMENTI IDROGEOLOGICI.....	51
SECONDA FASE: QUADRO PROGETTUALE - COMPATIBILITÀ GEOLOGICA	52
7 CARTA DELLE FRAGILITÀ' – COMPATIBILITÀ' GEOLOGICA	53
7.1 SICUREZZA GEOLOGICA DEL TERRITORIO	53
7.2 SICUREZZA SISMICA DEL TERRITORIO	53
7.3 CARTA DELLE FRAGILITÀ E COMPATIBILITÀ GEOLOGICA	54
7.3.1 <i>Criteri metodologici</i>	54
7.3.2 <i>Condizioni di compatibilità</i>	55

7.4	INVARIANTI DI NATURA GEOLOGICA.....	55
7.5	CONFRONTO CON LE PREVISIONI DI PIANO.....	56
TERZA FASE: NORMATIVA GEOLOGICA.....		57
8	NORME RELATIVE ALLE RISORSE GEOLOGICHE ED ALLA SICUREZZA GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO	58
9	ELENCO DEI PRINCIPALI LAVORI CONSULTATI.....	59

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 - STRALCIO DELLA CARTOGRAFIA I.G.M. IN SCALA 1:50.000.	10
FIGURA 2 - L'ANFITEATRO MORENICO DEL GARDA, COME RAPPRESENTATO ALLA FINE DELL'800. LE ZONE SCURE RAPPRESENTANO I DEPOSITI ED I CORDONI MORENICI, FRA I QUALI SI INTERCALANO I DEPOSITI ALLUVIONALI CHIARI (DA CARTA GEOLOGICA DI F. SACCO – 1895).	11
FIGURA 3 - ESTRATTO DALLA “CARTA GEOLOGICA DELL’ANFITEATRO MORENICO DEL GARDA 1:25.000 (1957-61) – TRATTO ORIENTALE E ANFITEATRO ATESINO DI RIVOLI VERONESE” (SCALA 1:25.000); VENZO, 1961.	12
FIGURA 4 – DELIMITAZIONE DELL’AREA DI “FRANA ATTIVA” (FA) SECONDO IL PAI.	22
FIGURA 5 – TRATTO TERMINALE DEL PROGNO DI SAN SEVERO.	38
FIGURA 6 - PROGNO DI SAN SEVERO NEI PRESSI DELLA NUOVA SCUOLA ALBERGHIERA.	39
FIGURA 7 – PROGNO DI VAL SORDA: PONTE CANALE	41
FIGURA 8 - PROGNO DI VAL SORDA: TRATTO PENSILE POSTO POCO A VALLE DEL PONTE CANALE.	41
FIGURA 9 – LE AREE ALLO SBOCCO DEL PROGNO DI SAN SEVERO E DEL PROGNO DI VALSORDA, SEGNALATE COME A RISCHIO DI ESONDAZIONE.	45
FIGURA 10 – IMMAGINE DEL TRATTO TERMINALE DEL PROGNO DI VAL SORDA	45
FIGURA 11 – IL TRATTO IN CUI, A CAUSA DELLE CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELLE AREE INFRAMORENICHE, IL DUGALE VALLESINA, HA TENDENZA AL RISTAGNO ED AL RISCHIO DI ESONDAZIONE.	46
FIGURA 12 – IMMAGINE DEL TRATTO IN CUI IL DUGALE VALLESINA EVIDENZIA TENDENZA AL RISTAGNO. LA FOTO È PRESA IN UN PERIODO (SETTEMBRE 2008) IN CUI IL CORSO D’ACQUA RISULTA PRATICAMENTE ASCIUTTO.	47
FIGURA 13 – TRATTI A RISCHIO IN RELAZIONE AL RIO BISAOLA PER DIFFICOLTÀ DI DEFLUSSO, INSUFFICIENTE MANUTENZIONE E FALDA FREATICA SUBAFFIORANTE.	48
FIGURA 14 – MAPPA DELLA ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO.	54

Metodologia

1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO ED OBIETTIVI**

La Legge regionale 23 aprile 2004 n° 11 “Norme per il governo del territorio”, con i relativi atti di indirizzo, ha avviato un processo di innovazione che riguarda sia le modalità e le procedure della pianificazione del territorio, sia le caratteristiche ed i contenuti delle strumentazioni urbanistiche/territoriali.

A livello comunale il Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) rappresenta il nuovo strumento di pianificazione strutturale dell'intero territorio comunale.

Dal punto di vista geologico il PAT, in coerenza con gli Atti di Indirizzo (art. 50 lettera a) e f) della L.R. 11/04) e le "Grafie geologiche per la pianificazione territoriale" (Dgrv n.615/96), prevede i seguenti tipi di elaborati:

- Elaborati di analisi del quadro conoscitivo (art.10 L.R.11/04);
- Elaborati del quadro progettuale (carta delle fragilità-compatibilità geologica);
- Relazione geologica.

Gli elaborati cartografici devono essere informatizzati tramite l'uso di strumenti GIS (Geographic Information System) in formato Shape (shp.file) e su base C.T.R.N.- Carta Tecnica Regionale Numerica (art. 50 lettera a) L.R.11/04).

Il piano di assetto del territorio (PAT) è lo strumento di pianificazione che delinea le scelte strategiche di assetto e di sviluppo per il governo del territorio comunale, individuando le specifiche vocazioni e le invarianti di natura *geologica, geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica, ambientale*, storico-monumentale e architettonica, in conformità agli obiettivi ed indirizzi espressi nella pianificazione territoriale di livello superiore ed alle esigenze dalla comunità locale (art. 12 L.R. 11/2004).

In particolare l'articolo 13 (“Contenuti del Piano di assetto del territorio (PAT)”) al comma b) afferma che il PAT “*disciplina, attribuendo una specifica normativa di tutela, le invarianti di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica, ambientale, storico-monumentale e architettonica, in conformità agli obiettivi ed indirizzi espressi nella pianificazione territoriale di livello superiore*”.

In relazione a questi obiettivi, si è individuata, per l'intero territorio comunale, la compatibilità geologica, con particolare riferimento ai contenuti della carta della fragilità (tav. 3), suddividendo, come da linee guida della Regione Veneto, il territorio in tre classi di compatibilità geologica:

- ✓ Area idonea
- ✓ Area idonea a condizione
- ✓ Area non idonea

Nella definizione della compatibilità si è tenuto conto degli elementi di rischio geologico e delle differenti penalità geologiche messe in evidenza dalle cartografie di analisi (carta geomorfologica, carta geolitologica, carta idrogeologica). Si sono inoltre considerate le necessità di salvaguardia del patrimonio geologico ed idrogeologico, particolarmente rilevante nel caso del comune di Bardolino.

Alla valutazione delle condizioni di compatibilità è strettamente correlata la definizione anche normativa delle condizioni di idoneità esplicitata nelle successive parti della presente relazione e nei suoi allegati.

Lo studio, oltre a definire le caratteristiche, la genesi e l'evoluzione naturale del territorio, deve permettere di valutare l'attitudine a supportare le diverse tipologie di interventi possibili e le conseguenze sull'ambiente stesso. A tale fine vengono fornite le indicazioni finalizzate alla redazione delle Norme Tecniche di Attuazione, alla VAS (valutazione ambientale strategica) e alla mitigazione dei rischi geologici, idrogeologici idraulici e ambientali.

Infine, come previsto dall'art. 109 della L.R. 11/2001, nella parte di progettazione geologica, si è provveduto al recepimento dei contenuti del Piano Comunale di Protezione Civile.

Si precisa che il presente studio di compatibilità geologica risulta un aggiornamento di quello realizzato nel 2008 per il PAT che non concluse il suo iter di approvazione.

2 FASI DI LAVORO

Lo studio geologico del PAT viene articolato nelle seguenti fasi:

1^a fase: Quadro conoscitivo

Matrice c05: suolo sottosuolo

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1. carta litologica | scala 1:10.000 |
| 2. carta geomorfologia | scala 1:10.000 |
| 3. carta idrogeologica | scala 1:10.000 |

La metodologia ed i principali contenuti sono illustrati nella parte della presente relazione geologica dedicata al quadro conoscitivo.

2^a fase: Quadro Progettuale. Compatibilità geologica

In relazione alle 4 tavole di progetto previste per il P.A.T. i contenuti geologici sono indicati nelle seguenti tavole:

- | | |
|--|----------------|
| 1. carta dei vincoli e della pianificazione territoriale | scala 1:10.000 |
| 2. carta delle Invarianti | scala 1:10.000 |
| 3. Carta delle Fragilità - compatibilità geologica | scala 1:10.000 |

La *carta dei vincoli* contiene tutti i vincoli, compresi quelli connessi ad elementi geologici ed idrogeologici (corsi d'acqua, aree di salvaguardia dei punti di captazione idropotabili...).

La *carta delle invarianti* tra le diverse invarianti comprende anche quelle di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica.

La *carta della fragilità* contiene la compatibilità geologica alla trasformazione urbanistica, rappresentata con tre uniche voci di legenda (terreno idoneo, idoneo a condizione, non idoneo). Le condizioni di idoneità sono esplicitate nella parte di relazione geologica dedicata alla progettazione geologica ed alla cartografia della fragilità e quindi riprese nelle norme tecniche di attuazione del PAT.

3^a fase: Relazione geologica - normativa geologica

La relazione, contiene le indicazioni di carattere normativo direttamente utilizzabili e la valutazione di compatibilità delle scelte di piano con la situazione geologica, geomorfologia ed idrogeologica del territorio.

Prima fase - Quadro conoscitivo

3 INQUADRAMENTO

Il territorio comunale di Bardolino (Figura 1 – stralcio cartografia I.G.M. 1:50.000) si colloca in corrispondenza delle colline moreniche che delimitano il Lago di Garda, dando luogo all'anfiteatro morenico.

Il comune ha un'area di poco superiore ai 54 km², dei quali oltre 38 km² sono di superficie lacustre. E' posto a quote variabili tra i 65 (costa lacustre) ed i 305 m s.l.m (Eremo della Rocca).

Il territorio si inserisce nella vasta area dell'anfiteatro morenico frontale del Garda costituito da grandi cerchie moreniche e da scaricatori fluvio-glaciali. Esso si è formato per apporti successivi, in seguito all'alternarsi di periodi di prevalente alimentazione o di prevalente ablazione dei ghiacciai atesini e gardensi, per un arco di centinaia di migliaia di anni.

Tale anfiteatro, che caratterizza l'intera parte meridionale del Garda, è stato oggetto di numerosi studi geologici già a partire dal secolo diciannovesimo (Figura 2)

A titolo di inquadramento si riporta uno stralcio della "Carta Geologica dell'anfiteatro morenico del Garda 1:25.000 (1957-61) – tratto orientale e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese", pubblicata dal Venzo nel 1961 (Figura 3).

L'area ricade, sulla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, nel Foglio Peschiera.

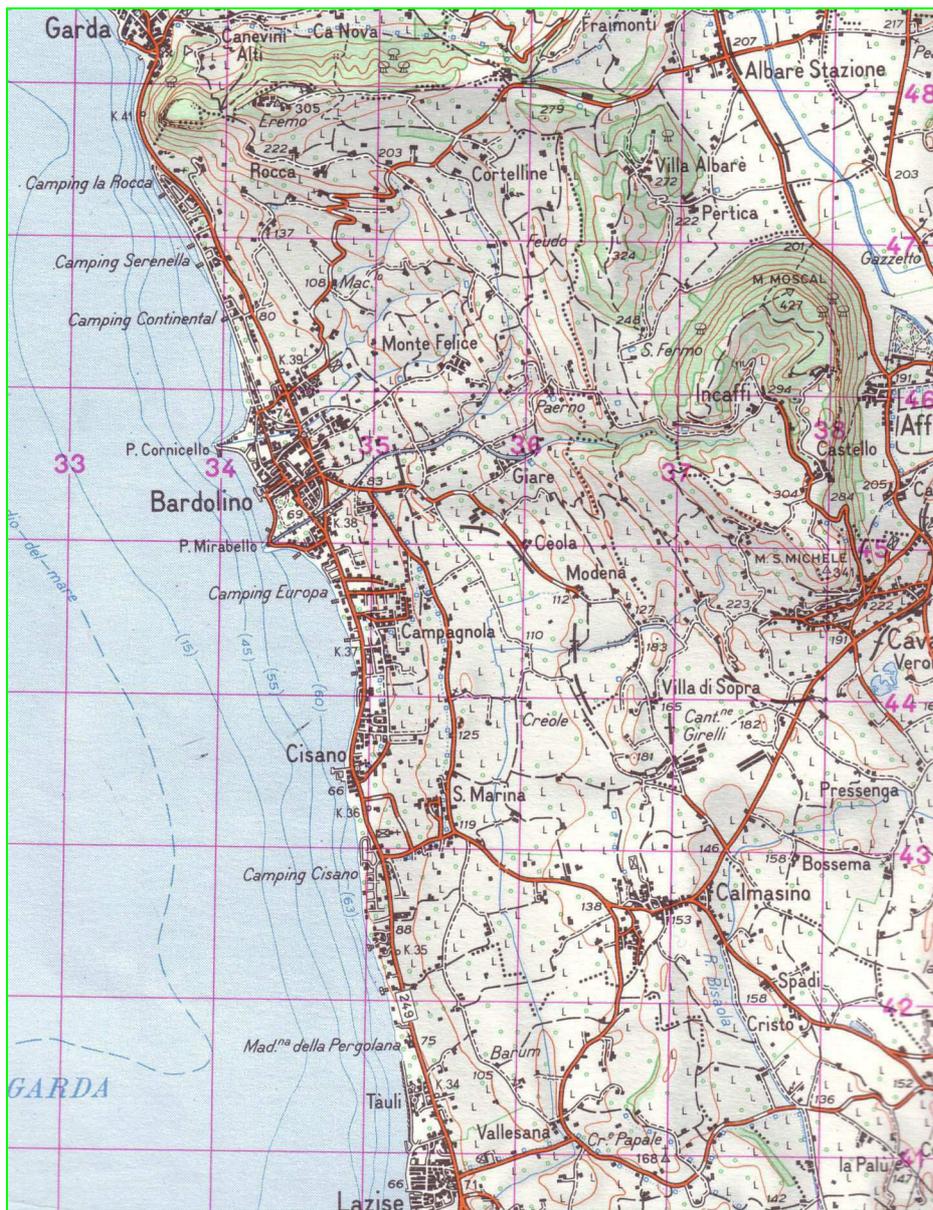


Figura 1 - Stralcio della cartografia I.G.M. in scala 1:50.000.

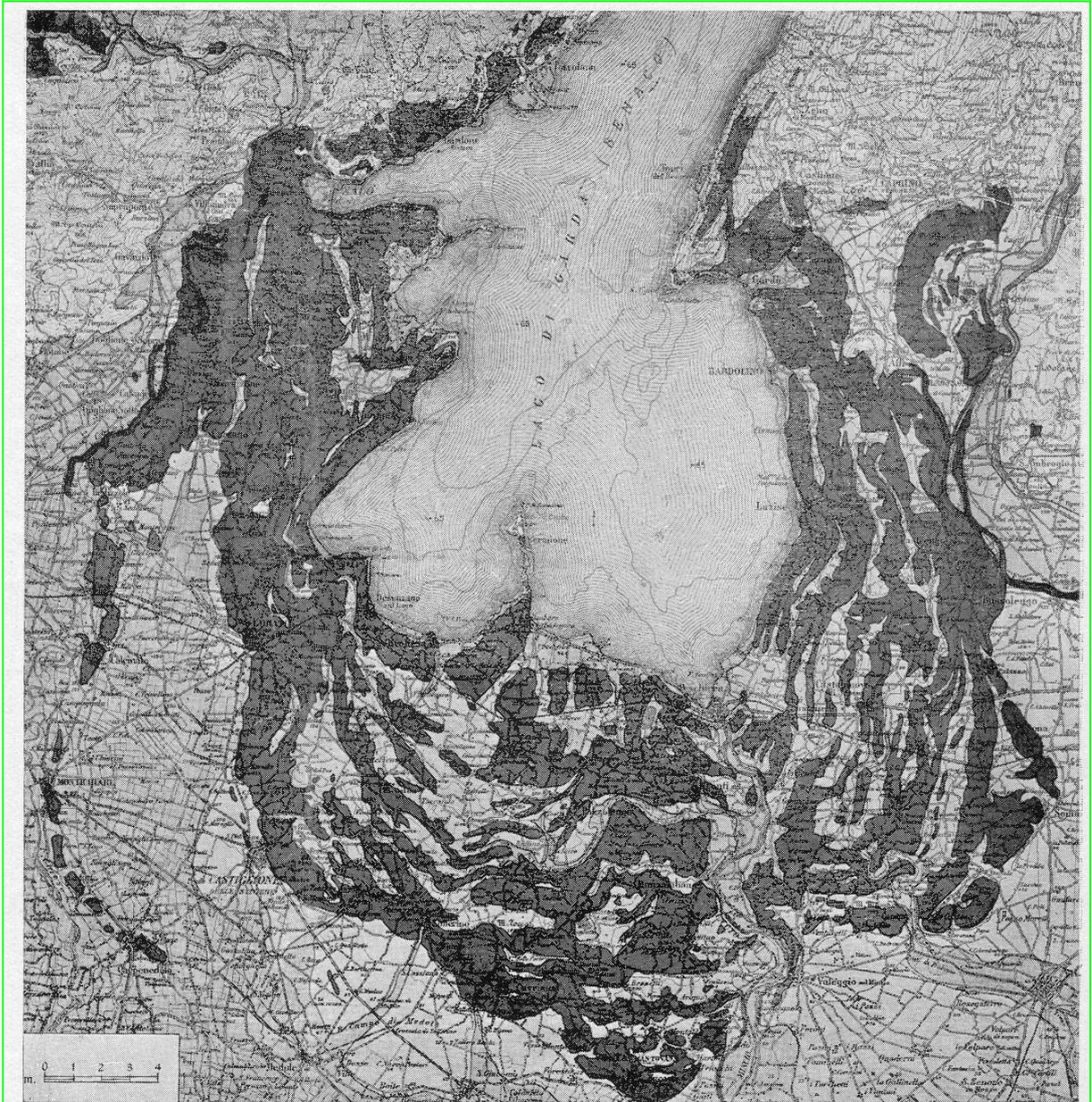
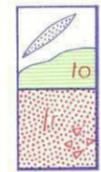


Figura 2 - L'anfiteatro morenico del Garda, come rappresentato alla fine dell'800. Le zone scure rappresentano i depositi ed i cordoni morenici, fra i quali si intercalano i depositi alluvionali chiari (da Carta geologica di F. Sacco – 1895).



ALLUVIUM RECENTE E ATTUALE: alluvioni prevalentemente sabbiose dell'Adige. Torbiere, o depositi sultumoso-paludosi.

Frane e detriti di falda; grandi scoscendimenti (Val d'Adige).



ALLUVIUM ANTICO: bassi terrazzi ghiaiosi o alluvioni di fondovalle in corrispondenza di scaricatori tardowürmiani.



FLUVIOGLACIALE WÜRMI III: terrazzi a ghiaie grossolane con ciottoloni porfirici, raccordati con stadi tardowürmiani (Val d'Adige); scarpate sui 15-20 metri e conoidi; terreni bruni. Conglomerati basali, potenti 3-4 metri, della corrispondente fase anaglaciale.



CATAGLACIALE W. II-INTERSTADIO W. II/III: terrazzi di quota 160-170 nord di Rivoli e Dolcé, sospesi 50-60 m sull'Adige; a sabbie argillose con qualche livello ciottoloso, che testimoniano fase fluviolacustre durante il «ritiro W. II» e nel successivo «Interstadio»; conoide sospeso 70 m a N di Dolcé, che copre il fluviolacustre. Le sabbie argillose sono coperte dal morenico W. III (Mon. Napoleone - Val d'Adige).



FLUVIOGLACIALE WÜRMI II: scaricatori del W. II e terrazzi a ghiaie grossolane con scarpate. All'interno delle cerchie W. II, il «Cataglaciale» è rappresentato da terreni prevalentemente argilloso-sabbiosi, con scarse ghiaie.



FLUVIOGLACIALE W. I: sistema terrazzato a ghiaie grossolane e ciottoloni, raccordato colle cerchie del W. I; conoidi e alte scarpate (50-25 m sul fl. W. III). All'interno delle cerchie prevalgono terreni argilloso-sabbiosi («Cataglaciale W. I»). Conoidi del «Fluvioglaciale» o «Pluviale W. I (pl. W. I)».



WÜRMI: argille lacustri singlaciali di Incaffi, sbarrate dalla cerchia W. I.

Morenico ghiaioso con terreno bruno; cerchie fresche del W. I-III; principali scaricatori fluvioglaciali: a cerchietti rossi le «piramidi di terra» nel morenico di fondo.



Inclinazione strati.



Tracciato profili geologici

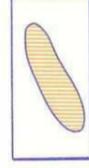


Cave: di marmo rosso, rosa, bronzettino (Domegliara, S. Ambrogio, Lubiara, Gaiùn); calcari teneri per filtri nell'industria saccarifera (Corgnàn, Volargne).

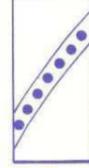
Sabbie e ghiaie del «Catagl. W. II» di Trimbel (Rivoli).



ANAGLACIALE WÜRMI I (fase di arresto): loess giallastro e nerastro, debolmente indurito, con pollini di *Leccio*, coperto dal morenico W. I - Torrione di Valsorda, S. Michele (M. Moscal) - Albaré -; * campioni pedologici.



Argille rosse carsiche (doline di Cà Verde, sopra S. Ambrogio), potenti una dozzina di metri; sotto stanno alcuni metri di argille azzurre lacustri con resti vegetali («Intergl. Riss-Würm») e selci di tipo musteriano o clactoniano.

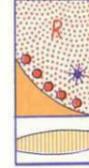


INTERGLACIALE R-W ecc.: conglomerati atesini, verso l'alto più grossolani («Anagl. W. I»); sotto più cementati, minuti, stratificati, e potenti più di 60 m (R-W e anche M-R?).



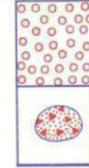
RISS: loess argilloso arancio-rossastro che copre il tipico ferretto (NO di Costermeno); * campioni pedologici.

Alto terrazzo del «Fluviogl. R» alterato in argille rosso-arancio, sotto ghiaioso; antichi scaricatori e alte scarpate (120 m sull'Adige di Volargne).



RISS: morenico alterato in argille rosso-brune o giallastre; talora dilavate e sotto ghiaioso. Cordoni più conservati; * campioni pedologici.

INTERGL. M-R: depositi torbosi e ghiaiosi lacustri della dolina sventrata dalla cava di marmo sopra Gaiùn.



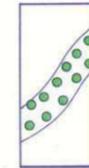
MINDEL? morenico divalato e di aspetto fresco, insinuato sopra Caprino sino a quota 370; debole cordone ghiaioso e scheletrico sopra Cà Verde (S. Ambrogio).

Fluvioglaciale scheletrico a ciottoli porfirici del Montindón (Domegliara), sospeso di 40 m sul FI-R e di 60 sul grande terrazzo FI-W. I.



MINDEL: morenico alterato in argille rosse e con ciottoli silicei o silicati «ferretto tipico»; * campioni pedologici.

Morenico e fluvioglaciale cementati, superiormente alterati in «tipico ferretto» (Val dei Mulini): conglomerati grossolani atesini sopra Gaiùn; conglomerati calcarei con rarissimi porfidi del Montecio (S. Ambrogio).



GÜNZ: morenico di fondo tardo-günziano e morenico fluvioglaciale cementato, in serie sotto al Mindel discordante (Val dei Mulini, sopra Garda).



PONTICO? breccie cementate sintettoniche, a elementi calcarei locali in grossi blocchi (prevalentemente calcari oolitici del Dogger) di Pazzón-Gaón, alle pendici del M. Baldo.



MIOCENE INFERIORE: in alto, calcari teneri a Pettinidi (Langhiano); sotto, calcari e calcareniti a Scutella, Clypeaster, Echinolampas, denti di Pesci ecc. di M. Moscal e Rocca di Garda.



PALEOGENE: calcareniti gialline con qualche alternanza marnosa (Oligocene); marne argillose ceneri a Lamellibranchi della sinclinale di Porcino (Eocene sup.); calcari bianchi a grosse Nummuliti (Eocene medio); calcari marnosi biancastri con lenti cenerognole (Eocene inf.).



Scaglia rossa marnosa del Cretacico sup.; Biancone; serie marmorea del Malm-Titonico bianco e rosso, rosa - Kimmeridgiano a Aspidoceras acanthicum, rosso mandorlato, rosa - calcari giallini biancastri o bronzetti dell'Oxfordiano-Calloviano; calcari oolitici (bronzetto) a Pentacrinus del Dogger; calcari grigi del Lias (Val d'Adige di Dolcé).

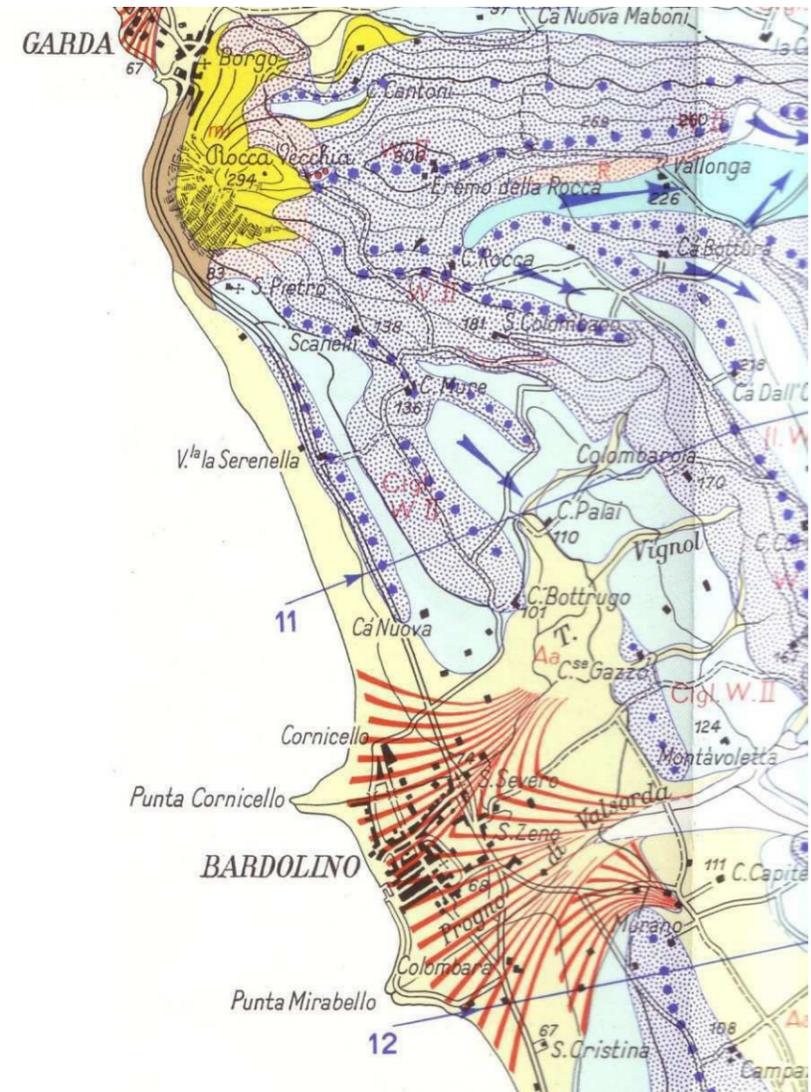


Figura 3 - Estratto dalla «Carta Geologica dell'anfiteatro morenico del Garda 1:25.000 (1957-61) tratto orientale e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese» (scala 1:25.000); Venzo, 1961. Dettaglio relativo alla parte settentrionale del comune di Bardolino

4 CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLA C0503)

4.1 Fasi di lavoro - Metodologia

La realizzazione della Carta Geomorfologica ha comportato le seguenti fasi di lavoro:

- ricerca bibliografica
- analisi delle fotografie aeree eseguite in differenti tempi
- analisi dell'altimetria ("microrilievo"), per alcune aree di interesse
- rilevamento geomorfologico
- stesura grafica dei risultati

Nel comune di Bardolino la geomorfologia risulta un elemento particolarmente rilevante. Infatti il paesaggio geomorfologico, generato dai processi glaciali e fluvioglaciali, è uno dei principali elementi della ricchezza paesaggistica da cui deriva anche il notevole interesse turistico del luogo.

Alcune caratteristiche geomorfologiche sono anche il motivo di localizzate e limitate situazioni di rischio geologico, che verranno approfondite nei prossimi paragrafi.

Un'area a rischio geologico si ha ai confini con il comune di Garda, in relazione ad una frana attiva di crollo, cartografata anche dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI). Altre aree a rischio, seppur di dimensioni complessivamente modeste, si hanno per la difficoltà di drenaggio e la potenziale inondabilità di alcune bassure inframoreniche.

4.2 Elementi cartografati

Le forme cartografate con indicata la tipologia di "primitiva geometrica"¹ ed il "tipo/codice", sono riportate di seguito.

FORME FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO

VOCE DI LEGENDA	CODICE/TIPO	PRIMITIVA GEOM.	NOME SHAPE	DATI PREGRESSI DISPONIBILI	NOTE
Traccia di corso fluviale estinto a livello della pianura o leggermente incassato	M-FLU-06	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Traccia di scaricatore fluvio-glaciale estinto	M-FLU-08	Linea	c0503012_CartaGeomorfologicaL.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	
Orlo di scarpata di erosione fluviale (altezza <5 m)	M-FLU-17	Linea	c0503012_CartaGeomorfologicaL.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Orlo di scarpata di erosione fluviale (altezza 5-10 m)	M-FLU-18	Linea	c0503012_CartaGeomorfologicaL.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Orlo di scarpata di erosione fluviale (altezza 5-10 m)	M-FLU-18	Linea	c0503012_CartaGeomorfologicaL.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Alveo con tendenza all'approfondimento	M-FLU-20	Linea	c0503012_CartaGeomorfologicaL.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	

¹ Ovvero se "punto", "linea" od "area".

VOCE DI LEGENDA	CODICE/TIPO	PRIMITIVA GEOM.	NOME SHAPE	DATI PREGRESSI DISPONIBILI	NOTE
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato	M-FLU-23	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Cono alluvionale con pendenza fra il 2% e il 10%	M-FLU-30	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Cono alluvionale con pendenza superiore al 10%	M-FLU-31	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Area depressa	M-FLU-33	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	

FORME GLACIALI

Cordone morenico	M-GLA-11	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	
------------------	----------	------	-----------------------------------	---	--

FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITÀ

Area franosa	M-GRV-0	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 PAI	
Parete origine di crolli diffusi di singoli massi o blocchi	M-GRV-01	Linea	c0503012_CartaGeomorfologicaL.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Corpo di frana di crollo	M-GRV-07	Area	c0503011_CartaGeomorfologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	

FORME ANTROPICHE

VOCE DI LEGENDA	CODICE/TIPO	PRIMITIVA GEOM.	NOME SHAPE	DATI PREGRESSI DISPONIBILI	NOTE
Orlo di scarpata di cava	M-ART-06	Linea (area)	c0503012_CartaGeomor fologicaL.shp c0503011_CartaGeomor fologicaA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 P.R.G. 1988	Si tratta di piccole escavazioni antecedenti alla prima legge regionale sulle cave (1975) Cartografata con uno shape di tipo area, la parte occupata dalle escavazioni
Alveo di corso d'acqua pensile	M-ART-21			P.A.T. 2008	
Opera di difesa fluviale	M-ART-24			P.A.T. 2008	

4.3 Analisi della tavola c0503

La carta rappresenta la geomorfologia risultante da processi geomorfologici sia naturali che antropici.

Le forme derivano principalmente dalla modellazione glaciale e fluvioglaciale.

Il paesaggio è caratterizzato dalla presenza di numerosi cordoni morenici inframezzati da bassure inframoreniche dove un tempo scorrevano gli scaricatori fluvioglaciali.

Tale caratteristica, come si dettaglierà a riguardo della carta idrogeologica determina una frammentazione dei bacini idrografici che risultano di dimensioni estremamente ridotte e con direzioni di drenaggio molto variabili.

In sintesi quindi, mantenendo e confermando la suddivisione fatta negli studi precedenti², si hanno due principali unità geomorfologiche:

- complesso di rilievi derivati da accumuli glaciali;
- complesso di pianure o depressioni derivate da processi fluvioglaciali.

Altre unità geomorfologiche (depositi fluviali, conoidi di deiezione torrentizia, fasce detritiche, ecc.) rivestono importanza secondaria e funzione marginale nel processo morfogenetico complessivo.

Un approfondimento a parte verrà dedicato alla frana attiva presente nell'area calcarenitica della Rocca di Garda (paragrafo 4.4).

4.3.1 Complesso di rilievi di deposito glaciale

Tale complesso rappresenta l'elemento morfologico dominante e paesaggisticamente di maggior evidenza; è costituito da un colossale ammasso (esteso ben oltre i confini comunali) di depositi di trasporto glaciale (morene), di potenza di certo largamente superiore al centinaio di metri.

La formazione e l'evoluzione morfologica del complesso morenico si articolano su due fasi distinte, riferibili alle espansioni glaciali successive Riss e Wurm.

L'accumulo di età wurmiana risulta costantemente confinato entro il settore mediano del territorio comunale, tra la sponda lacustre e gli allineamenti esterni rissiani, tuttora ben più rilevati.

² Si veda in particolare lo studio geologico della variante parziale al P.R.G. del 2004 (a cura del Geologo Giovanni Zanetti).

La morena rissiana risulta ben più grossolana (fino ai massi) e presenta frequenti episodi di cementazione calcarea per effetto delle acque circolanti: ciò consente la conservazione e la stabilità di pareti di erosione molto ripide e talora subverticali.

Vengono così differenziati, in maniera evidente, due distinti settori del territorio comunale: il settore centro-occidentale (compreso tra il piede della Rocca ed il confine con il Comune di Lazise) caratterizzato da rilievi morbidi ed appiattiti ed il settore orientale (che ne costituisce la parte predominante) con assetto geomorfologico più vario e complesso, con rilievi più accentuati e versanti più ripidi.

Complessivamente, l'elemento morfologico più importante dell'intero territorio comunale è definito da grandiosi, sub-paralleli allineamenti di cresta dei cordoni morenici, a prevalente direzione meridiana ma con tendenza ad una generale curvatura da NW verso SE e poi ancora verso SW.

Questi elementi morfologici hanno svolto un ruolo essenziale nella caratterizzazione idrografica del territorio, in particolare sull'azione di erosione-trasporto degli scaricatori fluvio-glaciali, che risulta totalmente condizionata dalla presenza e dal particolare andamento planimetrico dei cordoni morenici circostanti.

Con riferimento a quanto già osservato, tali processi appaiono poco accentuati entro la cerchia wúrmiana, ma importanti (e, talora, imponenti) entro le più antiche e più esterne cerchie rissiane.

Attualmente, la funzione idrologica di questi scaricatori risulta irrilevante e limitata alla sola Bisaola, il cui paleoalveo (per lunghezza ed ampiezza) appare ora del tutto sproporzionato rispetto all'estensione del suo bacino idrografico (paleoalveo che - pochi chilometri più a Sud, all'altezza di Cavalcaselle - è ampio più di 400 metri).

Esso costituisce, quindi, un episodio minore nel sistema morenico gardense, circoscritto e contenuto dal poderoso complesso rissiano: tale aspetto è particolarmente ben riconoscibile nel tratto compreso tra il capoluogo e Cisano.

Le due fasi di deposito morenico si differenziano, oltre che per la loro reciproca disposizione, anche per significative variazioni litologiche.

La morena wúrmiana presenta granulometria complessivamente più fine (spesso con netta prevalenza della matrice limo-argillosa sugli elementi grossolani), che determina un generale addolcimento nei profili di tali rilievi.

Chiaramente, la piena funzione idrologica di questi fiumi (in un certo senso "fossili") si limitò alla durata delle fasi fluvio-glaciali collegate allo scioglimento dei ghiacci ed alla necessità di far defluire in tempi ristretti enormi masse di torbide di fusione.

La loro presenza risulta sempre accompagnata da numerosi scaricatori secondari, sub-paralleli ai cordoni morenici, che hanno contribuito ad esaltare la morfologia degli allineamenti di cresta, mediante la costituzione di vallette sospese.

Inoltre, hanno prodotto numerose conche di sovraescavazione, in forma di depressioni chiuse intravallive, entro le quali si sono spesso insediate condizioni palustri, molto stabili nel tempo grazie alla impermeabilità del fondo argilloso, spesso colmate o bonificate, ma tuttora presenti e ben caratterizzate.

Particolarmente evidente, in tal senso, l'intero settore a Sud di Calmasino-La Palù.

4.3.2 *Piane di deposito fluvioglaciale*

L'azione degli scaricatori glaciali, ridistribuendo più in basso i depositi morenici, ha determinato la formazione di numerose piane fluvioglaciali, di variabilissima estensione e distribuite su più livelli altimetrici.

In particolare, le maggiori estensioni si osservano nella fascia meridionale del territorio comunale entro il settore di competenza dell'antico fiume (ora "rio") Bisola a Sud di Calmasino, settore entro cui sono state esercitate le sole attività di cava di inerti per l'industria delle costruzioni dell'intero territorio comunale (sia pure con volumi assai ridotti e per impieghi molto limitati).

In massima parte, però, si tratta di piane fluvioglaciali intramoreniche, poco più ampie dei paleoalvei in esse inseriti ed impostate su spessori molto ridotti di depositi.

Nonostante ciò, esse costituiscono gli acquiferi più regolari del territorio comunale grazie alla classazione granulometrica determinata dal trasporto fluviale ed alla conseguente riduzione degli elementi fini.

Nell'elaborazione cartografica sono stati distinti due assetti di piana fluvioglaciale: la più antica ed estesa risulta variamente incisa da successive fasi erosive e caratterizzata dalla formazione di numerosi ordini di terrazzi, ora in gran parte dilavati e sfumati.

Meno estese, ma meglio delineate, sono le piane di fondovalle, arricchite da apporti pluviali da parte delle acque superficiali di dilavamento e caratterizzate da profili pianeggianti e molto regolari.

Si raccordano ai cordoni morenici mediante i più antichi depositi fluvioglaciali terrazzati e sono costituite da terreni meno grossolani: particolarità degna di nota, tuttavia, è data dall'assenza delle conche impaludate che caratterizzano i depositi terrazzati.

4.3.3 Zone di erosione e conoidi torrentizi

In virtù della considerevole stabilità dei versanti dei cordoni morenici (in gran parte determinata dalla loro parziale cementazione), le zone di accentuata erosione risultano assai rare e, comunque, di tipo concentrato.

In effetti, sono limitate ai settori in cui gli alvei torrentizi hanno profondamente inciso il cordone morenico più esterno e prodotto alte e ripide scarpate.

L'asta torrentizia della Valsorda, in passato caratterizzata da accentuata erosione regressiva ed ora fittamente imbrigliata, rappresenta l'elemento morfologico più importante del territorio comunale e lo suddivide trasversalmente in due settori, entro i quali l'energia del rilievo (e, quindi, l'attività erosiva) appare profondamente differenziata.

La fascia di separazione è rappresentata dall'allineamento di conoidi di deiezione che conduce alle punte Cornicello e Mirabello.

Lo sbarramento operato da questo allineamento di conoidi ha interrotto o limitato l'erosione regressiva verso settentrione lungo le direttrici fluvio-glaciali, causando – inversamente - un evidente sovralluvionamento a ridosso dello sbarramento conoidico e, quindi, all'altezza del capoluogo.

Inoltre, si può rilevare che le vallette trasversali in più accentuata erosione sono localizzate entro questo settore, ove maggiore appare la energia del rilievo (in particolare, la fascia situata a NW della Valsorda).

4.3.4 Forme antropiche

Le forme di origine antropica sul territorio comunale sono piuttosto limitate.

Nella tavola c0503 si sono cartografati alcuni tratti di alveo pensile ed alcune opere di difesa fluviale. Sono inoltre cartografate alcune piccole aree, nella parte meridionale del comune, che in passato erano state oggetto di attività estrattive.

Relativamente a quest'ultimo aspetto, già lo studio geologico³ per il P.R.G. del 1988 osservava che *“nel comune di Bardolino è scarsa l'attività estrattiva. Infatti, non esistono miniere e nessuna cava e ancora in funzione.*

Le cave presenti sono ubicate esclusivamente nel fluvio-glaciale wurmiano nell'area meridionale del comune, e quindi in terreni non molto economici per l'estrazione, a causa del processo di vagliatura e selezione degli inerti. Delle quattro cave cartografate, ognuna presenta uno stato attuale che si differenzia dagli altri.

La cava Bettelini, ubicata a Sud di Calmasino, è abbandonata e presenta ripide scarpate; in una parte della cava affiora la falda freatica, tale area è soggetta a scarico

³ Lo studio per il P.R.G. del 1988 era stato realizzato dal Geologo Franco Bertuzzi.

incontrollato di rifiuti. E' una cava di dimensioni limitate, ricoprendo una superficie di 0,75 Ha.

In corrispondenza del raccordo superstrada Affi-Castelnuovo, è ubicata una cava parzialmente sventrata dagli sbancamenti della superstrada stessa e parzialmente riutilizzata ad uso agricolo.

Poco più a Sud, in località La Colombara, una cava per inerti con falda affiorante è ora adibita ad uso pesca sportiva.

Un'altra cava ad Ovest della cava Bettelini è stata colmata ed ora adibita ad uso agricolo” (Bertuzzi, 1988).

In sintesi, da questi dati di oramai vent'anni fa, si deduce che le aree classificate come di cava dismessa nella tavola c0503, sono di interesse esclusivamente nel caso di eventuali interventi di natura urbanistica o edilizia. In tale caso andrà tenuto conto delle penalizzazioni geologico-tecniche legate al rimaneggiamento dei terreni ed alla possibile presenza di riporti.

4.4 L'area di frana attiva di Rocca di Garda

4.4.1 La situazione tecnica ed amministrativa dell'area

La carta geomorfologica delimita l'area interessata dalla frana attiva della Rocca di Garda, nonché l'area dove si hanno deposito di materiali di crollo.

La frana di crollo, che è risultata attiva anche nel febbraio del 2009, interessa le rocce sedimentarie (calcareniti) con giacitura suborizzontale che costituiscono la Rocca di Garda.

Già lavori precedenti avevano definito come attiva questa frana. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Po la classifica come “frana attiva” nella cartografia⁴ in scala 1:25.000. Il PAI, per il comune di Bardolino, non indica altri fenomeni di dissesto idrogeologico.

La delimitazione del PAI è riportata in Figura 4.

⁴ Documento: “Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter.

2. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto. Foglio 123 Sez. IV – Bardolino. Scala 1:25.000.

Documentazione scaricabile dal sito dell'Autorità di Bacino del fiume Po all'indirizzo <http://www.adbpo.it>

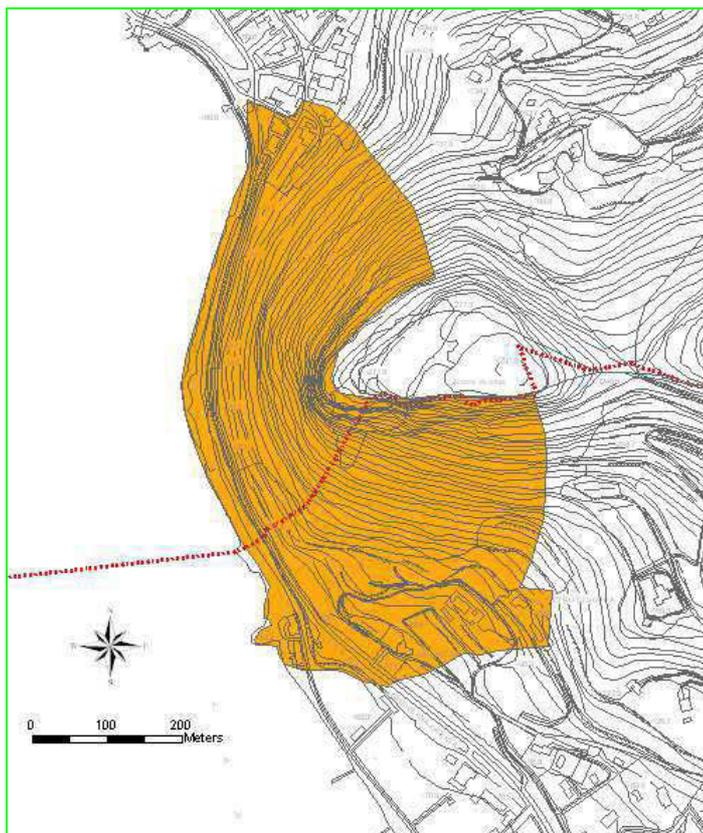


Figura 4 – Delimitazione dell'area di "frana attiva" (fa) secondo il PAI.

Per le aree di frana attiva (Fa) vale l'art. 9 delle norme di salvaguardia del PAI che per semplicità di consultazione si riporta di seguito.

Art. 9. Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico

1. Le aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana del bacino sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, così come definiti nell'Elaborato 2 del Piano:

– frane:

- Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata),
- Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),
- Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),
- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:
- Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,
- Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,
- Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata,
- trasporto di massa sui conoidi:
- Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata),
- Cp, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità elevata),
- Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa – (pericolosità media o moderata),
- valanghe:
- Ve, aree di pericolosità elevata o molto elevata,
- Vm, aree di pericolosità media o moderata.

2. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

(...)

4.4.2 Le proposte del PAT e le modalità di riclassificazione previa messa in sicurezza

Le condizioni di idoneità alla trasformazione urbanistica del territorio, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono elaborati nella “compatibilità geologica” che è inserita nella Carta delle Fragilità (tav. 3) del PAT.

Le modalità complessive di redazione della compatibilità geologica sono descritti nel capitolo 7. In questo paragrafo si precisano le scelte fatte per quanto riguarda la porzione di territorio interessata dalla frana.

L'area interessata dalla frana è stata suddivisa in due parti:

1. la parte da cui derivano i distacchi di massi (ovvero la parete rocciosa instabile) è stata classificata come “area non idonea” (colore rosso in tavola 3);
2. la parte che, preliminarmente alla realizzazione delle opere di messa in sicurezza, poteva essere raggiunta dai distacchi rocciosi è stata classificata come “area idonea a condizione” (colore giallo in tavola 3).

In altri termini il PAT non esclude la possibilità di interventi urbanistici su quest'area (in particolare l'intervento sugli edifici esistenti ed il campeggio) ma ne definisce le modalità secondo criteri che garantiscano la sicurezza degli interventi. Questo approccio recepisce anche i suggerimenti dati dai competenti Uffici Regionali⁵.

⁵ La definizione della parte geologica del P.A.T. si è avvalsa del confronto con gli uffici regionali competenti (Direzione Geologia ed attività estrattive). Per l'aspetto specifico della frana attiva si ha avuto anche l'apporto della Direzione Difesa del Suolo (Dott. Geol. Alberto Baglioni).

In relazione alla possibilità di trasformare l'area classificata a rischio dal PAI è necessario che l'area prima venga "declassificata"; per far questo è necessario che preliminarmente si preveda il raggiungimento di condizioni di sicurezza nell'area stessa.

Le modalità per poter intervenire (interventi di ristrutturazione degli edifici esistenti) nell'area classificata "compatibile a condizione" dal PAT, arrivando ad una declassificazione del vincolo del PAI è la seguente:

1. studio geologico di dettaglio (geomeccanico) dell'area di frana attiva;
2. progettazione, esecuzione e collaudo di interventi per la messa in sicurezza dell'area attualmente potenzialmente interessabile dalla caduta massi;
3. richiesta di parere alla Regione Veneto;
4. richiesta di riclassificazione dell'area all'Autorità di Bacino del Po.

Attualmente (gennaio 2013) risultano già attuate le fasi 1 e 2, come risulta dalla relazione di collaudo delle opere di messa in sicurezza dell'area Nord-Ovest del campeggio "La Rocca Camp" in località San Pietro, costituite da vallo e rilevato paramassi. Una volta riclassificata l'area è possibile sarà possibile effettuare interventi di ristrutturazione degli edifici esistenti e delle strutture annesse al campeggio.

Le modalità di declassificazione devono essere conformi alla specifica normativa PAI.

4.5 Sintesi dei principali elementi geomorfologici

- Il paesaggio geomorfologico è contraddistinto da alcune caratteristiche e tipiche forme glaciali. Particolare rilevanza hanno i cordoni morenici, inframezzati da bassure inframoreniche. Tali forme acquisiscono nel territorio di Bardolino particolare valore ambientale.
- Le aree di bassura tra i cordoni morenici possono essere lievemente intercluse. Nella parte meridionale si hanno anche aree di ex palude
- Si ha un paleoalveo molto evidente (fino a 400 metri di larghezza a Sud del confine comunale) dovuto ad uno scaricatore fluvio-glaciale che attualmente è attraversato dal Rio Bisaola
- I fenomeni geomorfologici attivi sono legati a modeste forme di erosione ed a conoide quiescenti
- Nella parte Nord del territorio comunale (Rocca di Garda, costituita da Calcareniti) si ha una frana attiva, censita anche dal PAI
- Per l'area che era potenzialmente interessata dall'arrivo dei materiali rocciosi della frana attiva e che ora è stata messa in sicurezza mediante la costruzione di opere paramassi e vallo, si è definito un percorso per permettere l'esecuzione di interventi edilizi in condizioni di sicurezza geologica

5 CARTA LITOLOGICA (TAVOLA C0501)

5.1 Fasi di lavoro - Metodologia

La realizzazione della tavola c0501 ha comportato le seguenti fasi di lavoro:

- analisi dati esistenti;
- rilievo geologico;
- fotointerpretazione geologica;
- ricerca bibliografica;
- sintesi cartografica.

La "Carta geolitologica" riporta:

- le ubicazioni delle prove geognostiche;
- la litologia.

Le formazioni geologiche, come previsto⁶ dal DGR 615/96, sono state raggruppate in funzione della litologia, dello stato di aggregazione, del grado di

⁶ Come evidenziato dal DGR 615/96 (grafie geologiche per la pianificazione territoriale) "Rispetto ad una classificazione basata esclusivamente sulle formazioni geologiche, una legenda litologica sviluppa criteri che consentono di distinguere le unità del substrato geologico da quelle delle coperture di materiali sciolti.

Per quanto riguarda le unità del substrato si fa riferimento alla compattezza, al grado di suddivisione dell'ammasso roccioso, al grado di alterazione, alla presenza di alternanze di materiali a diverso grado di resistenza o coesione, alla tessitura e grado di cementazione delle singole formazioni.

Per quanto riguarda i materiali delle coperture il riferimento fondamentale è quello che richiama il processo di messa in posto del deposito o dell'accumulo, lo stato di addensamento, la tessitura dei materiali costituenti".

alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono nei confronti degli interventi insediativi e infrastrutturali che lo strumento urbanistico introduce.

Evidente appare la relazione tra le unità geomorfologiche descritte nella carta geomorfologica e le classi litologiche.

5.2 Elementi cartografati

VOCE DI LEGENDA	CODICE/TIPO	PRIMITIVA GEOM.	NOME SHAPE	DATI PREGRESSI DISPONIBILI	NOTE
materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente sabbiosa (fluvioglaciale Riss)	L-ALL-01	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	
materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia	L-ALL-02	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	
deposito delle morene di fondo a tessitura argillosa prevalentemente con radi ciottoli arrotondati	L-ALL-05	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	
depositi fluvio-glaciali di fondovalle prevalentemente ghiaiosi in matrice fine limo-sabbiosa (Wurm)	L-ALL-06	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	Prevalenza di litotipi fini
L-ALL-07 materiali di accumulo morenico grossolani in matrice fine, limo-argillosa e/o limo-sabbiosa (Riss)	M-FLU-07	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	Prevalenza di litotipi grossolani
materiali di deposito palustre a tessitura fine-limoso	L-ALL-09	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	

VOCE DI LEGENDA	CODICE/TIPO	PRIMITIVA GEOM.	NOME SHAPE	DATI PREGRESSI DISPONIBILI	NOTE
materiali sciolti per accumulo di frana per crollo; abbondante frazione lapidea in matrice fine di tenore variabile	L-FRA-04	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	
rocce compatte prevalenti alternate a strati o interposizioni tenere	L-SUB-05	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Venzo, 1961	
riempimento artificiale	L-ART-01	Area	C0501011_CartaLitologi caA.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 P.R.G. 1988	
Ubicazione prova geognostica	L-IND-01 L-IND-02 L-IND-03 L-IND-04 L-IND-06	Punto	C0501013_CartaLitologi caP.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	

5.3 Analisi della tavola c0501

Lo studio geologico del P.AT. conferma in toto la classificazione geolitologica fatta dallo studio geologico per la variante parziale al P.R.G. del 2004 (a cura del Geologo Giovanni Zanetti).

Si riporta, da tale documento, la descrizione dei litotipi cartografati.

All'interno del territorio comunale, la differenziazione tra le diverse unità geolitologiche è generalmente limitata, fondata più su particolari processi sedimentologici che su nette distinzioni stratigrafiche e granulometriche.

Si tratta, a grandi linee, di depositi sedimentari continentali, di età quaternaria, generalmente grossolani (ghiaie, ciottoli e massi), in abbondante matrice limo-sabbiosa o limo-argillosa.

Derivano, in prevalenza, da materiali di trasporto glaciale e depositati in massa (quindi, senza alcuna classazione granulometrica) al momento della fusione delle masse glaciali, così da formare le tipiche morene arcuate costituenti il grandioso *"Anfiteatro morenico del Garda"*, che tuttora contiene e delimita gran parte del bacino lacustre.

Le morene sono costituite da accumuli di rocce provenienti dal bacino di esarazione alto-atesino e trasportate dal flusso glaciale fino alla fossa padana, lungo il percorso del ghiacciaio Adige-Sarca.

Si incontrano rocce di natura sia metamorfica (filladi, gneiss, scisti), che vulcaniche (porfidi, basalti, graniti), che sedimentarie od organogene (calcari, dolomie), generalmente arrotondate, talora striate.

Appartengono alle fasi terminali della glaciazione quaternaria delle Alpi Meridionali (fase Riss e la conclusiva fase Wurm): tracce di più antichi depositi di tipo glaciale (fasi Gunz o Mindel) non sono riconoscibili entro il territorio comunale.

La distinzione tra i due sistemi morenici è stata in passato a lungo controversa e molto dibattuta, anche se fondata su molti tratti distintivi: soprattutto la granulometria, il tipo di matrice, il grado di alterazione chimica e la presenza di particolari paleosuoli.

La conclusione attuale è che entrambi i termini siano presenti, ma che le morene wúrmiane (a matrice tendenzialmente limo-argillosa, pressoché prive di blocchi o massi, non dotate di paleosuoli ben formati e direttamente collegate alle fasi cataglaciali) siano derivate da ghiacciai meno estesi e meno potenti di quelli rissiani e siano sempre state contenute entro gli archi morenici rissiani, che mai riuscirono a travalicare.

In conclusione, la maggior parte del territorio comunale di Bardolino è fondata su tre sistemi morenici arcuati, dove il più antico contiene i termini via via più recenti e precisamente:

1) Depositi morenici del periodo Riss.

Formano allineamenti pressoché continui ("cordoni") disposti lungo il bordo orientale del territorio comunale a partire dall'Eremo fino a Sud di Calmasino: rappresentano le maggiori culminazioni del territorio di Bardolino e costituiscono il principale spartiacque della conca lacustre.

Sono caratterizzati da granulometria prevalentemente grossolana con presenza non infrequente di blocchi e massi calcarei o calcareodolomitici, e da matrice generalmente limo-sabbiosa, talora dotata di leggero grado di cementazione per effetto dell'azione delle acque carbonatiche circolanti entro la massa.

Carattere particolare è costituito dal tipico paleosuolo di color ruggine e di spessore anche superiore al metro (ferretto), derivante dalla lisciviazione superficiale dei depositi morenici ad opera delle acque di percolazione.

2) Depositi morenici del periodo Wurm

Sono disposti lungo un cordone morenico interno al cordone rissiano e diviso in due settori all'altezza del capoluogo, dai grandi conoidi di deiezione torrentizia di Punta Cornicello e di Punta Mirabello.

Il settore più settentrionale inizia ai piedi della Rocca, l'altro viene troncato a Sud dal confine amministrativo con Lazise. Caratterizzate dalla pressoché completa scomparsa dei blocchi di grande dimensione e da una matrice francamente più argillosa, le morene wurmiane non contengono livelli cementati e sono dotate di scarso o nullo paleosuolo: per tutti questi motivi esse hanno conferito al rilievo profili molto dolci ed arrotondati, con fianchi poco inclinati.

3) Depositi cataglaciali.

Disposti internamente al cordone wurmiano, questi depositi formano il settore costiero lacustre, con la sola interruzione costituita dai conoidi torrentizi prima citati.

Si tratta di depositi fini o finissimi, tipicamente argilloso-limosi, contenenti rari ciottoli irregolarmente dispersi, derivanti dalle morene di fondo delle fasi conclusive del ritiro wurmiano e, quindi, profondamente macinate o polverizzate dallo scorrimento della imponente massa glaciale.

Oltre ai suddetti sistemi morenici di primaria importanza, si possono riconoscere sistemi da questi derivati per effetto dello smantellamento dei cordoni a causa dei processi erosivi e del trasporto dei materiali sciolti da parte dei corsi d'acqua fluvio-glaciali.

Questi hanno dato origine a vallette intramoreniche parallele ai cordoni principali o, meno frequentemente, a vallette trasversali per erosione regressiva.

Tale processo si è articolato su più fasi temporali dando origine a vallette sempre più approfondite e limitate da numerosi terrazzi delle fasi precedenti.

In relazione allo scopo urbanistico di tale Cartografia sono state distinte due fasi sedimentarie fluvioglaciali:

- a) Depositi fluviocilaciali terrazzati, più antichi
- b) Depositi fluvioglaciali di fondovalle, recenti o attuali

Questi ultimi costituiscono le vie preferenziali di drenaggio e di smaltimento all'esterno delle acque circolanti entro il sistema morenico: in particolare, il grande paleoalveo della Bisavola a Sud di Calmasino, oltre alle vallette trasversali che confluiscono nel sistema conoidico delle punte Mirabello e Cornicello.

Elementi geolitologici di minore importanza in quanto ad estensione territoriale, ma di grande importanza e significato nel contesto complessivo, sono costituiti dai:

Conoidi di deiezione torrentizi

I più importanti e significativi sono localizzati all'altezza del capoluogo e formano una serie di conoidi, costieri o arretrati, sui quali è stata costruita l'antica Bardolino.

Sono costituiti da materiali generalmente grossolani e sono dotati di spessore modesto, ma sufficiente a ricoprire con depositi più stabili e drenanti le argille cataglaciali costiere.

Depositi di tipo organico o palustre

Si tratta di depositi recenti o attuali, limitati a piccole depressioni chiuse a difficile o impedito drenaggio verso l'esterno o a conche di sovraescavazione fluvioglaciale, prevalentemente localizzate nel settore meridionale del territorio comunale a Sud della frazione Calmasino.

Rappresentano depositi di tipo palustre, ricchi di termini organici, nerastri, sartumosi o torbosi.

Costituiscono zone del tutto sfavorevoli allo sviluppo urbanistico, sia per la formazione del tutto prevedibile di ristagni d'acqua o di condizioni di saturazione idrica, nonché per le complessivamente pessime caratteristiche geotecniche del sottosuolo.

Un capitolo a parte merita la presenza nel settore settentrionale del territorio comunale, al confine con il Comune di Garda, di un particolare (e, per alcuni versi, straordinario) affioramento roccioso, denominato "Rocca Vecchia".

Entro il territorio comunale di Bardolino, esso forma piccole pareti pressoché verticali, complessivamente comprese tra le quote di circa metri 180 e 255 s.l.m.

Si tratta di termini molassici (derivanti, cioè, dalle fasi terminali della sedimentazione entro la fossa padana), appartenenti al Miocene Inferiore (Aquitaniense e Langhiano) e costituiti, in discordanza stratigrafica, da alternanze di calcareniti, conglomerati e depositi a panchina, caratteristici di un ambiente di sedimentazione tipicamente litorale, con episodi di trasgressione sulle formazioni più antiche.

L'affioramento di tale complesso litologico (similmente ai vicini ed analoghi monte San Michele e monte Moscal) è situato entro un blocco strutturale ribassato a causa dell'inflexione assiale verso Sud della piega-faglia ad asse giudicariense che ha dislocato l'anticlinale dei monte Baldo, in corrispondenza della flessura pedemontana che passa per l'alto gravimetrico di Verona.

Questo blocco ribassato è delimitato ad Ovest dalla faglia Sirmione-Garda e ad Est dalla dislocazione della Val Lagarina, al limite con il piastrone calcareo lessineo.

A causa della particolare natura litologica dei termini miocenici (calcareniti tenere, conglomerati scarsamente cementati e facilmente erodibili), la parete della Rocca Vecchia prospiciente la costa lacustre è stata soggetta (anche in epoche recenti o molto recenti) a ripetuti crolli di blocchi rocciosi, spesso dell'ordine di alcuni metri cubi ciascuno.

Sono tuttora riconoscibili con grande evidenza, al piede delle pareti rocciose, il ripetersi ed il progredire degli stessi meccanismi di arretramento della parete e dell'isolamento di nuovi blocchi rocciosi.

L'intera fascia di versante compresa tra la base della parete e la costa lacustre è costituita da una fascia detritica originata da continui crolli di blocchi rocciosi delle più svariate dimensioni: addirittura sono tuttora visibili piccoli blocchi rimasti imprigionati entro le ramificazioni degli alberi sui quali erano volati.

Caratteristica importante per la sicurezza della sottostante strada "Gardesana Orientale" risulta la presenza di blocchi rocciosi (di volume generalmente superiore al metro cubo) disseminati lungo la sponda lacustre, nonché di un piccolo conoide di detrito formatosi e sviluppatosi al di sotto della superficie del lago.

Per le proposte del P.A.T. relativamente a questa parte del territorio si rimanda allo specifico paragrafo (4.4).

5.4 Sintesi dei principali elementi litologici

- Le caratteristiche litologiche sono strettamente legate a quelle geomorfologiche.
- I depositi prevalenti sono di origine glaciale e fluvioglaciale
- Le aree di bassura tra i cordoni morenici possono essere lievemente intercluse e contenere sedimenti palustri
- Nella parte Nord del territorio comunale (Rocca di Garda) si hanno formazioni rocciose costituite da Calcareniti, che manifestano fenomeni di crollo

6 CARTA IDROGEOLOGICA (TAVOLA C0502)

6.1 Fasi di lavoro - Metodologia

La realizzazione della carta idrogeologica ha comportato le seguenti fasi di lavoro:

- ricerca bibliografica;
- verifica dei pozzi e punti d'acqua esistenti;
- acquisizione dei dati idrologici e meteorologici significativi presso gli Enti preposti;
- mappatura dei principali corsi d'acqua attraversanti il territorio comunale;
- ricerca, sulle aree interessate da precedenti e recenti esondazioni, su quelle potenzialmente esondabili e su quelle a difficile sgrondo e confronto con gli enti preposti alla regimazione idraulica del territorio (Genio Civile – Consorzio di Bonifica);
- rilievo delle opere di difesa e di regimazione idrica;
- rappresentazione cartografica.

La “Carta idrogeologica” riporta:

- l'idrografia di superficie;
- le sezioni che, nell'ambito dello studio geologico del 2004 erano state oggetto di misure di portata;
- le aree esondate o potenzialmente esondabili o a sgrondo difficoltoso;
- i pozzi con particolare riferimento a quelli acquedottistici;
- le fasce di rispetto dei punti di captazione acquedottistici;
- altri elementi in rapporto con le acque superficiali e sotterranee.

6.2 Elementi cartografati

ACQUE SOTTERRANEE

VOCE DI LEGENDA	CODICE/TIPO	PRIMITIVA GEOM.	NOME SHAPE	DATI PREGRESSI DISPONIBILI	NOTE
Pozzo (freatico)	I-SOT-06	Punto	C0502013_Cartaldrogeologica P.shp	P.R.G. 2004	
Zona di salvaguardia pozzi acquedottistici delimitata provvisoriamente con criterio geometrico	I-SOT-09	Area	C0502011_Cartaldrogeologica A.shp	P.A.T. 2008 Piano d'ambito A.T.O. Veronese	
Pozzo acquedottistico	I-SOT-10	Punto	C0502013_Cartaldrogeologica P.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Piano d'ambito A.T.O. Veronese	
Spartiacque	I-SUP-01	Linea	C0502012_CartaldrogeologicaL .shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	Gli spartiacque sono quelli del P.R.G. 2004 (che comprende anche alcuni sottobacini). Una suddivisione in bacini idrografici più generale è stata fornita anche dal Consorzio di Bonifica (quest'ultima non è riportata in carta)
Corsi d'acqua permanenti	I-SUP-02	Linea	C0502012_CartaldrogeologicaL .shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Consorzio di Bonifica (corsi d'acqua e rete irrigua)	Disponibile una cartografia dei corsi d'acqua anche nella carta del rischio idraulico del P.R.G. 2004 (non utilizzata) Il file rete_idrografica.shp, fornito dal Consorzio di Bonifica, è già compreso nella cartografia del P.R.G.

VOCE DI LEGENDA	CODICE/TIPO	PRIMITIVA GEOM.	NOME SHAPE	DATI PREGRESSI DISPONIBILI	NOTE
					2004
Corso d'acqua temporaneo	I-SUP-03	Linea	C0502012_CartaldrogeologicaL.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	Data la ridotta dimensione dei bacini idrografici e le caratteristiche geologiche, la maggior parte dei corsi d'acqua risultano temporanei
Stazione meteorologica	I-SUP-12	Punto	C0502013_Cartaldrogeologica P.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Stazione di misura della portata verificate per P.R.G. 2004	I-SUP-14	Punto	C0502013_Cartaldrogeologica P.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Area a deflusso difficoltoso	I-SUP-15	Area	C0502011_Cartaldrogeologica A.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	
Area soggetta ad inondazioni periodiche	I-SUP-16	Area	C0502011_Cartaldrogeologica A.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004 Piano Comunale di Protezione Civile	Studi pregressi solo parzialmente coincidenti tra loro. Sono state quindi eseguite nuove verifiche idrogeologiche
Area con falda affiorante o subaffiorante	I-SUP-18	Area	C0502011_Cartaldrogeologica A.shp	P.A.T. 2008 P.R.G. 2004	Corrispondono a dei modesti laghetti formati in aree di vecchia escavazione

6.3 Analisi della tavola c0502

6.3.1 Acque superficiali

6.3.1.1 Generalità

La tavola c0502 riporta i principali elementi del reticolo idrografico.

I corsi d'acqua principali defluenti nell'ambito del territorio comunale il Progno di San Severo ed il Progno di Valsorda; un terzo corso d'acqua il Dugale Vallesana scorre da Nord verso Sud tagliando longitudinalmente a metà il territorio comunale a partire dal centro, ma dopo circa due terzi del suo percorso passa nel territorio comunale di Lazise. Un altro corso d'acqua relativamente importante, per la superficie del bacino che occupa e per la lunghezza della sua asta, è il Rio Bisavola, che attraversa per un tratto del suo corso, in un ampio paleoalveo il territorio comunale nella parte orientale lambendo l'abitato di Calmasino.

Il Progno di San Severo ed il Progno di Valsorda ed i vari piccoli affluenti ad essi collegati si dipartono dalle pendici della Rocca del Garda e dal Monte Moscal; entrambi recapitano le loro acque nel lago di Garda, dopo aver attraversato trasversalmente il centro abitato di Bardolino.

Nel complesso, i corsi d'acqua del comune di Bardolino, sottendono un'area all'incirca pari a 15.5 Km², mentre le pendenze longitudinali sono variabili da poche unità percentuali al 15%, con valori medi dell'ordine del 5%.

Si tratta nel complesso di corsi d'acqua (in particolare per quelli che recapitano nel lago di Garda) di limitata estensione (pochi chilometri).

Dalla cartografia è possibile individuare i seguenti alvei significativi:

1. Progno di San Severo
2. Valle Fanino
3. Valle Vignola
4. Valle di Gazo
5. Progno di Valsorda
6. Val Molinello
7. Valle Mezzana
8. Fosso dei Molini
9. Val Quarole
10. Dugale Vallesana
11. Rio Bisaola

Questi corsi d'acqua verranno brevemente descritti, anche in funzione di uno studio idraulico svolto dal comune di Bardolino nel 2004 (a cura dell'Ing. Marcon).

PROGNO DI SAN SEVERO

Ha un bacino di superficie pari a 1,62 Km², tutti nel territorio comunale, comprese le superfici dei suoi tre affluenti, ed un asta lunga 2,60 Km.

A partire dal punto in cui il corso d'acqua sfocia nel lago di Garda in località Punta Cornicello, fino alla località San Severo (chiesetta omonima) il Progno scorre incassato fra alcuni muretti d'argine e fra molte abitazioni con un alveo che in alcuni punti presenta dei restringimenti ed alcuni manufatti (ponti).

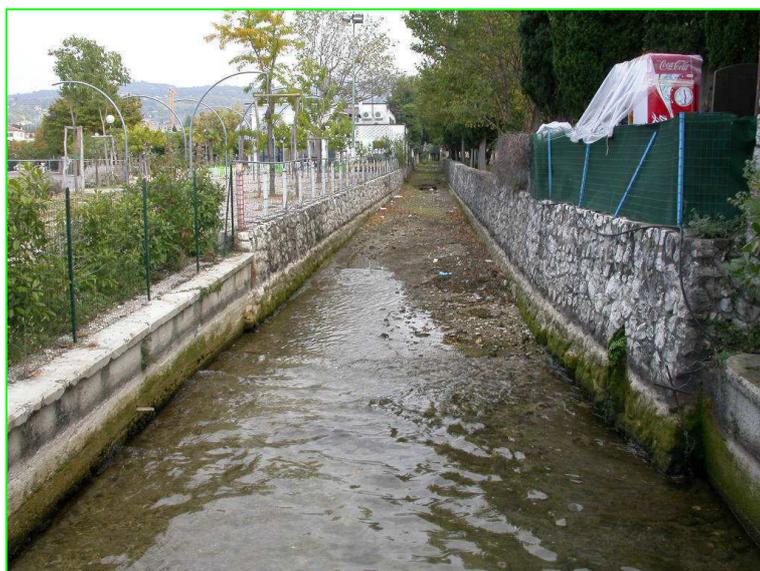


Figura 5 – Tratto terminale del Progno di San Severo.

Risalendo verso monte fino alla località Villaggio Oliveto nei pressi del cimitero, il San Severo scorre sempre fra dei muretti d'argine in pietra a secco ma con un alveo ben più largo; l'unico punto singolare (ponte) si trova dove il corso d'acqua cambia per la prima volta repentinamente direzione descrivendo una curva e controcurva nei pressi della nuova scuola alberghiera (Figura 6).

Da questo punto in poi il corso d'acqua scorre in alveo con argini naturali in terra con quote dell'alveo sempre inferiori a quelle del piano campagna circostante.

Poco più di 200 metri più a monte il Progno di San Severo riceve il primo affluente di sinistra e cioè la Valle di Gazo.

Ancora più a monte, il San Severo, riceve il Fanino ed il Vignola, entrambi affluenti di sinistra; si noti che il Vignola s'immette nel Fanino poco a monte della confluenza nel San Severo.

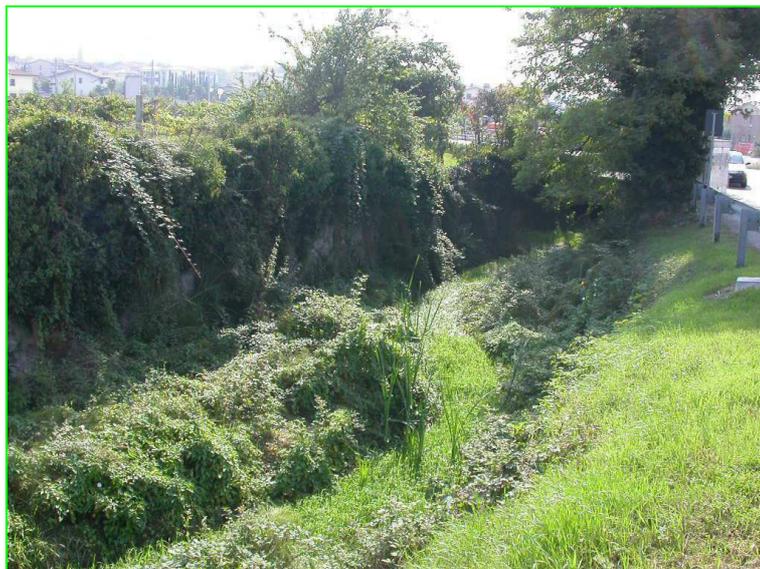


Figura 6 - Prognò di San Severo nei pressi della nuova scuola alberghiera.

Una decina di metri a valle dell'immissione del Fanino nel San Severo, vi è un punto singolare particolare; una stradina comunale, Via Bertoi, attraversa il corso d'acqua e per far scorrere la portata sotto alla strada sono stati impiegati 4 tubazioni di calcestruzzo del diametro di 800 mm.

Risalendo ancora verso monte, in località Palai, (circa 500 m) si trova l'ultimo manufatto per l'attraversamento del Prognò; un ponte in calcestruzzo conformato ad arco.

VALLE FANINO

E' il primo affluente di sinistra del San Severo e s'immette in esso una decina di metri prima del ponte formato da 4 condotte in calcestruzzo del diametro di 800 mm.

Molto probabilmente prima della costruzione di quest'attraversamento stradale, vi era un passaggio a guado per il passaggio del corso d'acqua vista la conformazione del terreno in quel punto.

Il suo alveo è abbastanza largo e fino al primo ponte in contrada Palai i suoi argini sono in muratura quello sinistro ed in terra quello destro, il fondo è comunque sempre ad una quota inferiore rispetto alle campagne circostanti, quindi il suo corso è sempre incassato. Il Fanino ha una lunghezza dell'asta pari a 915 m ed il bacino che sottende un territorio di circa 0,30 Km².

VALLE VIGNOLA

E' affluente di sinistra del Fanino che lo riceve qualche cinquantina di metri prima che quest'ultimo s'immetta nel San Severo.

Sottende un territorio di circa 0,35 Km² con una lunghezza d'asta di 920 m.

Morfologicamente conformato come il Fanino, scorre incassato per i primi 50 - 60 m fra due muri in cemento fino ad una soglia trasversale sempre in calcestruzzo e da qui dopo un brusco cambio di direzione attraversa tutto il villaggio Ideal con argini in terra e letto incassato, quindi prosegue sempre verso est fino al termine della valletta da cui prende inizio con graduale aumento della pendenza da valle verso monte.

VALLE DI GAZO

E' il primo affluente di sinistra del Progno di San Severo e decisamente il più lungo fra tutti gli affluenti; ha infatti un'asta con lunghezza pari a 1,15 Km alla sezione di chiusura che si trova in località villaggio Oliveto, il suo bacino ha una superficie pari a circa 0,40 Km².

I suoi argini sono in terra e scorre incassato fino ad incrociare Via Bertoi dove oltre a subire una strozzatura per l'attraversamento della strada, eseguito con una tubazione di calcestruzzo del diametro di 1000 mm, ha un brusco cambio di direzione da est verso nord, per poi subirne un secondo, da nord verso est poche decine di metri più a valle.

Da questo punto singolare arriva scorrendo, sempre nel suo alveo naturale incassato, dalle pendici di monte Felice da cui nasce.

PROGNO DI VALSORDA

Ha un bacino di superficie pari a 2,43 Km², gran parte nel territorio comunale ed un'esigua particella nel comune di Cavaion. La lunghezza dell'asta del corso d'acqua è di circa 4,90 km.

Il Progno di Valsorda, lungo il suo corso riceve le portate di due affluenti e precisamente da monte verso valle, il Rio di Valle Mezzana con il suo affluente di sinistra, il Rio di Val Molinello, che si getta nel nostro Progno in loc. Montavoletta ed il Rio di Valle dei Molini che si getta nel Valsorda poco a valle del ponte sulla S.P. 31.

A partire da valle, il Valsorda si getta nel lago di Garda in località punta Mirabello, dopo aver sotto passato lo stabilimento balneare omonimo.

Risalendo il suo corso si nota che esso dopo circa 3/400 m scorre con argine pensile fino al ponte che lo attraversa con la S.P. 31 indi per altri 2/300 m torna con il letto a livello del piano di campagna con gli argini in muratura e quindi ritorna ad essere pensile fino a valle nella loc. Montaolo.

Lungo il tratto pensile esistono due ponti canale in muratura di pietrame di cui uno è in centro e by-passa la S.S. Gardesana Orientale, mentre l'altro, circa 800 m più a

monte sovrappassa una strada comunale di secondaria importanza (Figura 7). Nel tratto pensile gli argini sono formati da una muratura in pietra sicuramente datata ma in discrete condizioni (Figura 8).



Figura 7 – Progno di Val Sorda: ponte canale



Figura 8 - Progno di Val Sorda: tratto pensile posto poco a valle del ponte canale.

Dopo l'ultimo ponte comunale il Valsorda è regimato con una sistemazione idraulica con briglie e soglie mentre gli attraversamenti stradali sono tutti a guado.

Nel punto in cui riceve il Rio di Valmezzana, il Valsorda piega decisamente verso sud e quindi, sempre regimato con briglie di muratura in pietra prosegue fino a loc. Giare dove ritornando verso est s'incassa nelle colline moreniche da dove nasce poco più a monte. La sistemazione idraulica è interessante, in quanto datata, ma molto bella nella sua esecuzione con briglie in muratura e sommità conformata a gaveta ribassata rivestita in pietra. Le murature di sponda sono anch'esse in pietrame legato con malta.

VALLE MEZZANA E VAL MOLINELLO

Hanno complessivamente una superficie di bacino di 1,00 Km con lunghezze d'asta pari a 2,2 Km per il Val Mezzana e di 250 m per il Val Molinello.

Le due Valli sono molto ripide ed incassate ed i corsi d'acqua hanno un pessimo grado di manutenzione, anche per la loro caratteristica di essere molto impervie.

La Valle Mezzana è molto ripida ed incassata fino alla località Alzeroni, da dove invece acquisisce una pendenza minima, fino alla sua sorgente posta in loc. Cortelline.

In questo tratto essa raccoglie tutte le acque di scolo della piana e delle colline circostanti. Dalla località Alzeroni, il fosso è stato tubato con un tubo in calcestruzzo di diametro 1000 mm, per una lunghezza di 3/400 m a monte per poi ritornare a cielo aperto e con pendenze quasi nulle e difficoltà di deflusso.

VALLE DEI MOLINI

La Valle dei Molini è un affluente del Prognò di Valsorda dove si getta poco a valle del ponte sulle S.P. 31 che attraversa il Valsorda. Il suo bacino imbrifero ha una superficie pari a 1,57 Km²; la sua asta invece ha una lunghezza pari a 2,80 Km.

Per un tratto di 350 m a partire dalla confluenza con il Valsorda, è stato tombato a mezzo di una tubazione in calcestruzzo del diametro di 800 mm.

Dove ritorna a cielo aperto, subisce un brusco cambiamento di direzione (quasi 180°) e ritorna tubato verso loc. Muran per poche decine di metri. Da qui scorre incassato nella piana esistente ed un bellissimo ponte in pietra lo attraversa proprio in loc. Muran.

A monte, dalla ZAI fino a loc. Modena, scorre come fosso lungo la S.P.31 di Bardolino.

VAL QUAROLE

I parametri morfometrici di questo corso d'acqua che ha il bacino imbrifero per gran parte nel territorio comunale di Bardolino ed una piccola parte in quello di Cavaion sono: superficie del bacino pari a 2,16 Km², lunghezza dell'asta del corso d'acqua pari a 2,00 Km.

E' praticamente la parte a monte del Dugale Vallesana, dove si getta in località Costabella.

Dopo un primo tratto incassato nei terreni morenici della pianura circostante e quindi con pendenze limitate, il Vai Quarole acquista quota fino all'incrocio con la S.P. 31 che attraversa a mezzo di due condotte in calcestruzzo del diametro di 1000 mm.

Da questo punto, fino al confine con il comune di Cavaion scorre con il letto a livello del piano campagna o poco meno ed è dotato di murature spondali parte in calcestruzzo e parte in muratura di ciottoli.

DUGALE VALLESANA

Il Dugale Vallesana attraversa in senso Nord - Sud il territorio comunale di Bardolino, tra le loc. Costabella e Vallesana (già comune di Lazise) raccogliendo le acque meteoriche di scolo della dolce valletta che attraversa.

Ha una pendenza limitatissima (ha infatti difficoltà di deflusso), una superficie del bacino di 4,9 Km² ed una lunghezza d'asta pari a 4,945 Km.

Scorre incassato nella piana morenica che attraversa sempre con argini di terra ed è attraversato da varie strade con manufatti di calcestruzzo (ponti) di buona fattura e altrettanta buona manutenzione.

RIO BISAOLA

Il Rio Bisaola nasce in Comune di Cavaion in località Pozzol ed entra nel territorio comunale di Bardolino poco a monte di Calmasino attraversa tutto il territorio comunale in direzione Nord - Sud e quindi passa nel comune di Lazise.

La Bisaola non s'immette nel lago di Garda ma nel fiume Mincio nei pressi di Salionze, e per questo fa parte dei corsi d'acqua del Bacino del Mincio.

Ha una lunghezza d'asta di 19,510 Km ed una superficie del bacino di 23,21 Km².

Scorre incassato nella piana morenica che attraversa sempre con argini in terra ed è attraversato da varie strade ed accessi ad abitazioni e terreni con dei manufatti in calcestruzzo di buona fattura e discreta manutenzione.

Per un tratto di circa 1000 m a valle di località Veronello è stato intubato a mezzo di una tubazione di calcestruzzo del diametro di 1000 mm; più a monte, nei pressi dell'attraversamento della strada provinciale ritorna ad essere intubato per un centinaio di metri, sempre con una condotta del diametro di 1000 mm in calcestruzzo.

Ha una pendenza limitata che crea zone con difficoltà di deflusso in relazione alle caratteristiche geomorfologiche delle aree compresi tra i cordoni morenici.

6.3.1.2 Corsi d'acqua inseriti negli elenchi delle acque pubbliche

Nell'elenco delle acque pubbliche (Delibera Consiglio Regionale 23/2001) risultano i seguenti corsi d'acqua:

23003 Rio Bisaola o Pisagola

23047 Progno di Valsorda

23048 Rio Dugale

23076 La Palù e Scolo Colombara

6.3.1.3 Aree soggette ad allagamenti o potenzialmente esondabili e/o a deflusso difficoltoso

Un dato particolarmente importante nel processo di pianificazione urbanistica è la stima delle condizioni di rischio geologico e di possibilità di alluvionamento presenti nel territorio comunale.

A tale scopo si sono raccolti i dati esistenti relativi alle aree esondate o potenzialmente esondabili, presso vari enti.

In particolare si è fatto riferimento al PAI ed agli studi preesistenti.

I dati esistenti sono stati confrontati con le analisi del presente lavoro, in particolare con la Carta geomorfologica. Infatti vi è una netta correlazione tra elementi geomorfologici, dinamica geomorfologica ed aree inondabili.

Le aree a maggiore probabilità di allagamento coincidono con le principali depressioni morfologiche:

Le aree interessate da problematiche⁷ di rischio sono:

- a. nella parte Nord del territorio comunale è presente, negli ultimi 300 metri del Progno di San Severo, prima del suo sbocco nel Lago di Garda, un'area segnalata come a rischio di esondazione. Si tratta di un'area di modeste dimensioni, anche se densamente antropizzata, che era già stata segnalata dallo studio idraulico dell'Ing. Marcon nel 2004, sulla base di verifiche idrauliche;
- b. sempre nella parte a Nord del territorio comunale e con meccanismi del tutto analoghi a quelli visti per il Progno di San Severo, anche il Progno di Valsorda risulta a rischio di esondazione nell'ultimo tratto (ca. 600 m) prima dello sbocco nel Lago. Anche in questo caso l'area è di modeste dimensioni ma densamente antropizzata;

⁷ Si veda anche la parte relativa alla normativa di attuazione ed alla carta delle fragilità.

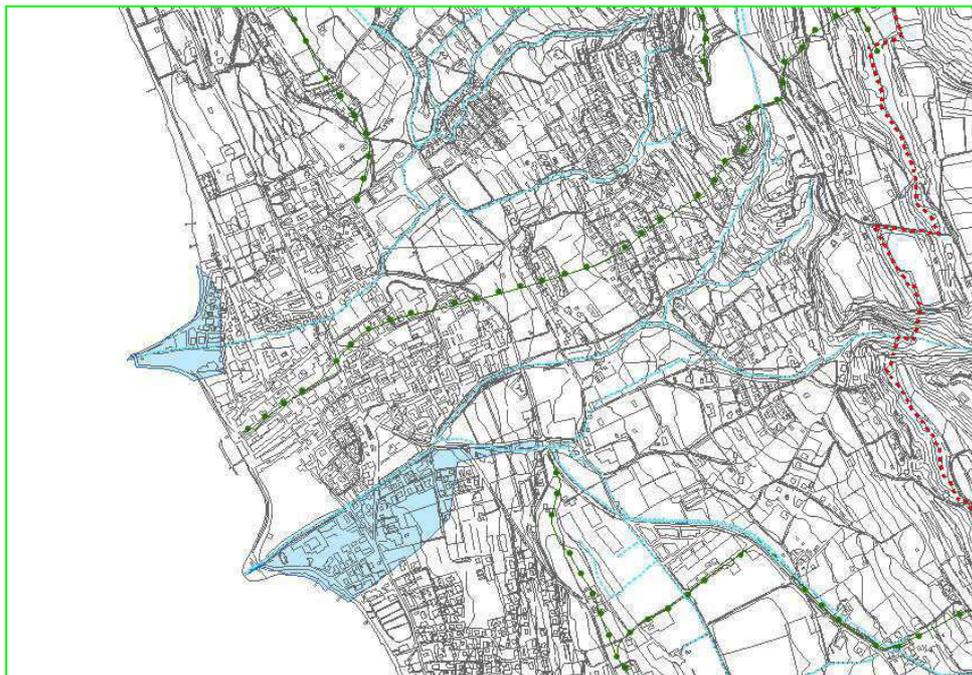


Figura 9 – Le aree allo sbocco del Prognos di San Severo e del Prognos di Valsorda, segnalate come a rischio di esondazione.



Figura 10 – Immagine del tratto terminale del Prognos di Val Sorda

- c. nella parte centrale del comune si hanno alcune aree che risultano a rischio di esondazione e di ristagno idrico in relazione al Dugale Vallesana un piccolo corso d'acqua che attraversa in senso Nord -

Sud il territorio comunale di Bardolino, tra le loc. Costabella e Vallesana (già comune di Lazise) raccogliendo le acque meteoriche di scolo. La situazione di rischio è legata alla particolare conformazione geologica e geomorfologica. Il Dugale infatti scorre con debolissima pendenza in un'area relativamente depressa tra i rilievi dati da cordoni morenici. La situazione è "aggravata" dalla matrice dei depositi morenici con elevate percentuali di sedimenti fini. Il fenomeno è quindi fondamentalmente di deflusso difficoltoso ed interessa aree pressoché prive di edificazioni.

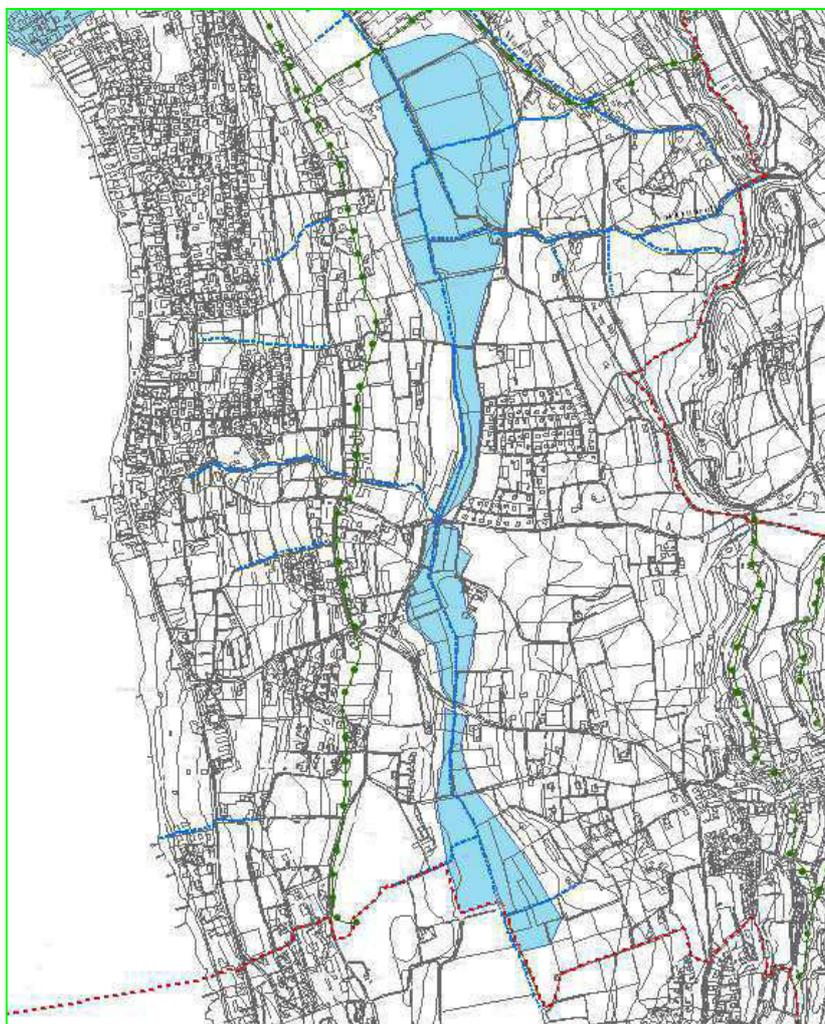


Figura 11 – Il tratto in cui, a causa delle caratteristiche geomorfologiche delle aree inframoreniche, il Dugale Vallesina, ha tendenza al ristagno ed al rischio di esondazione.



Figura 12 – Immagine del tratto in cui il Dugale Vallesina evidenzia tendenza al ristagno. La foto è presa in un periodo (settembre 2008) in cui il corso d'acqua risulta praticamente asciutto.

- d. Infine nella parte più a sud del territorio comunale, si segnalano alcune piccole zone a rischio in alcune aree intramoreniche attraversate dal Rio Bisaola. Come per il Dugale Vallesina anche in questo caso il rischio è legato soprattutto alla conformazione geomorfologica. Concorrono alla situazione di rischio una pendenza limitata che può creare zone con difficoltà di deflusso, la cattiva manutenzione in cui si trova lungo alcuni tratti, e la falda freatica prossima al piano campagna.

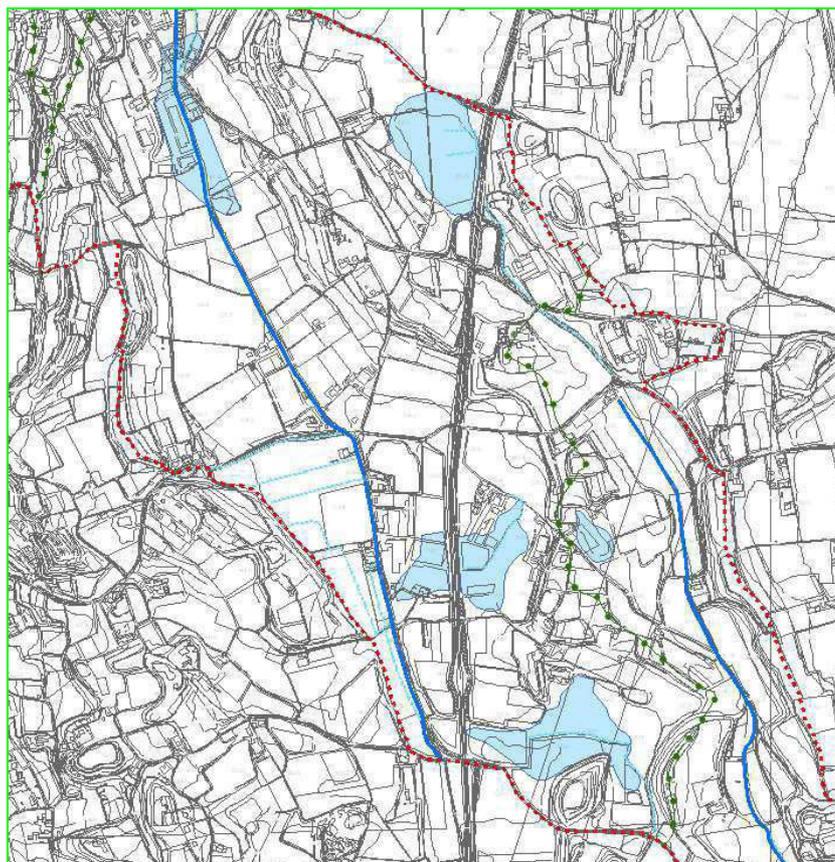


Figura 13 – Tratti a rischio in relazione al Rio Bisaola per difficoltà di deflusso, insufficiente manutenzione e falda freatica subaffiorante.

Oltre a queste aree vi sono altre limitate parte del territorio comunale a deflusso difficoltoso o a rischio di allagamento in relazione a situazioni idrogeologiche locali.

I fenomeni elencati sono quindi tutti legati a situazione locali, e principalmente alle caratteristiche geomorfologiche e, limitatamente, allo stato di manutenzione.

6.3.2 Acque sotterranee

6.3.2.1 Permeabilità dei terreni

Per quanto riguarda la classificazione di permeabilità superficiale, risultano ben poco rappresentati i terreni ad alta permeabilità, limitati agli accumuli di detriti di falda od ai conoidi di deiezione, ma la loro estensione è così limitata da non rivestire rilevanza idrogeologica.

Ben più rappresentati risultano, invece, i terreni di media permeabilità, trattandosi sostanzialmente di terreni di trasporto fluvioglaciale a prevalente composizione limo-sabbioso-ghiaiosa.

Tale classificazione, d'altra parte, non può riferirsi a particolari condizioni di uniformità lito-stratigrafica su ampie superfici e deve essere considerata espressione di

sintesi statistica, vista la variabilità locale di composizione granulometrica delle formazioni sedimentarie interessate, nonché la presenza casuale di lenti e livelli argillosi (particolarmente nel settore wurmiano più vicino alla linea di costa).

In linea di massima, tali terreni (talora di spessore elevato) consentono un buon drenaggio in profondità delle acque superficiali.

Si possono classificare come terreni di permeabilità da media a bassa i depositi morenici; per la loro natura sedimentologica (deposito in massa, entro pasta di fondo limosa o argillosa, senza classazione granulometrica) essi presentano spesso permeabilità assai limitata o nulla: in particolar modo i depositi cataglaciali costieri.

Altri terreni di bassa permeabilità (argilloso-limosi con frequente e rilevante frazione organica) sono quelli tipici delle depressioni intramoreniche o delle conche di sovraescavazione, ove hanno potuto instaurarsi condizioni di tipo acquitrinoso o palustre grazie al fondo argilloso.

6.3.2.2 *Struttura idrogeologica*

Le caratteristiche geologiche dei terreni descritte in precedenza si ripercuotono sulle caratteristiche idrogeologiche dei primi metri di sottosuolo facendo sì che la struttura idrogeologica sia caratterizzata da un'elevata variabilità della permeabilità sia verticale che orizzontale.

La presenza di paleoalvei sepolti consente una circolazione subalvea abbastanza regolare entro acquiferi sufficientemente permeabili: tale condizione rappresenta, in pratica, la sola possibilità di esistenza di falde freatiche (falde idriche sotterranee a pressione atmosferica). In realtà, la sola falda freatica abbastanza continua percorre il settore meridionale del territorio comunale entro la piana del paleoalveo della Bisaola.

Altre falde freatiche (di modesta capacità e di caratteristiche non sempre precisabili) percorrono, entro ristretti paleoalvei sepolti, le piane fluvioglaciali di fondovalle, drenando le percolazioni idriche provenienti dai depositi fluvioglaciali terrazzati.

Con i dati ad oggi disponibili non è quindi possibile definire un quadro complessivo degli acquiferi ed in generale, soprattutto nei primi metri di sottosuolo si hanno numerose "falde" sospese e con piezometria non collegabile tra loro.

In profondità, pur essendo lacunosa la conoscenza della struttura idrogeologica, si hanno sicuramente acquiferi di interesse idrogeologico. Infatti nel territorio comunale si hanno 4 pozzi di captazione ad uso acquedottistico.

6.3.2.3 Punti di prelievo e aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano - tutela delle acque potabili

La carta idrogeologica riporta l'ubicazione dei cinque pozzi ad uso acquedottistico e le relative fasce di rispetto. La normativa vigente (recentemente rivista dall'art. 94 del D.Lgs. 152/2006) prevede che, in assenza dell'individuazione delle singole zone di rispetto, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio dal punto di captazione o di derivazione. Lo stesso D.Lgs. 152/2006⁸ prevede che l'Ente competente alla delimitazione delle fasce di rispetto è la Regione (su proposta dell'Autorità d'Ambito). E' auspicabile che si giunga in tempi brevi ad una delimitazione con criterio idrogeologico,

⁸ L'articolo di legge relativo alle Zone di rispetto, così come ridefinito dal D.L. 152/2006, è il seguente:

1. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

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

2. Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 1, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Le regioni e le provincie autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:

- a) fognature;*
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;*
- c) opere varie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;*
- d) distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura nei casi in cui esista un piano regionale o provinciale di fertilizzazione.*
- e) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di fertilizzazione di cui alla lettera c) del comma 1.*

3. In assenza dell'individuazione da parte della regione della zona di rispetto ai sensi dell'articolo 4, comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione."

come stanno già facendo alcune Autorità d'Ambito⁹, anche allo scopo di prevenire "emergenze idriche".

6.4 Sintesi dei principali elementi idrogeologici

- I corsi d'acqua superficiali che recapitano nel Lago di Garda hanno ristretti bacini idrografici (1-2 km²) e percorsi limitati a poco chilometri. Hanno direzione prevalente Est-Ovest
- Due corsi d'acqua (Dugale Vallesina e Rio Bisaola) hanno direzione prevalentemente Nord-Sud, non recapitano nel Garda e escono in direzione sud dal territorio comunale
- Le situazioni di rischio idrogeologico sono complessivamente modeste e sono principalmente correlate alle condizioni geomorfologiche (bassure) o a condizioni locali dell'alveo
- Si riconoscono alcune aree a deflusso difficoltoso in quanto ubicate in alcune aree inframoreniche tendenzialmente intercluse e con terreni superficiali poco permeabili
- La struttura idrogeologica del sottosuolo è particolarmente complessa in relazione alla distribuzione dei sedimenti. Gli acquiferi superficiali sono di scarsa rilevanza e possono avere maggiore continuità in aree di paleoalveo
- Si hanno acquiferi anche di importanza acquedottistica. Nel territorio comunale sono presenti 5 pozzi acquedottistici
- Le fasce di rispetto dei pozzi acquedottistici non sono ancora stati delimitate con criteri idrogeologico. Transitoriamente hanno quindi forma circolare e raggio di 200 m

⁹ Ad es. l'AATO Laguna di Venezia.

Seconda fase:
Quadro Progettuale - Compatibilità geologica

7 CARTA DELLE FRAGILITA' – COMPATIBILITA' GEOLOGICA

7.1 Sicurezza geologica del territorio

La normativa vigente prevede che la sicurezza geologica del territorio vada valutata a più livelli:

- a livello di pianificazione mediante una analisi territoriale che è sintetizzata nel PAT e nelle relative carte del quadro progettuale ("carta della fragilità" indicante la "compatibilità geologica");
- a livello di Piano degli Interventi e di Piano Urbanistico Attuativo con la verifica di compatibilità geologica, geomorfologia e idrogeologica;
- a livello di singolo intervento edificatorio mediante una analisi puntuale, secondo quanto previsto dal DM 11.03.1988 e dal DM 14.09.2005 "Norme Tecniche per le costruzioni". Tutti gli interventi edilizi e infrastrutturali e quelli che comportano comunque movimenti di terra e/o scavi e/o interferenze con la falda acquifera e la cui realizzazione può recare danno o pregiudizio al patrimonio edilizio esistente o alla stabilità e qualità ambientale delle aree limitrofe e del sottosuolo, sono assoggettati a verifica di compatibilità del sito rilevabile dai contenuti del Modello Geologico e valutabili per un intorno di ampiezza tale da poter interagire con l'intervento in progetto.

7.2 Sicurezza Sismica del territorio

Il territorio del comune di Bardolino sulla base dell'O.P.C.M. 3274/2003, recepita dalla Regione Veneto, rientra nel novero dei comuni classificati a rischio sismico (classe 3).

L'entrata in vigore del DM 14.09.2005 "Norme Tecniche per le costruzioni" e la successiva OPCM 28.04.2006, n. 3519 " Criteri generali per l'individuazione delle norme sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" stabilisce nuovi criteri per la definizione delle zone sismiche, con 12 diverse fasce di pericolosità sismica e con la conseguenza che i confini comunali non sono più coincidenti con un unico livello omogeneo di rischio.

L'entrata in vigore delle nuove "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14.1.2008 prolunga fino al 30 giugno.2009 la covigenza di tutte le norme citate, comprese quelle riferite al DM 11.3.1988 e al DM 16.1.1996. Allo stato attuale si considera ancora valida la classificazione sismica di cui alla OPCM 3274/2003 ma ai fini del calcolo

strutturale si prende a riferimento la proposta di zonizzazione, con le diverse fasce di pericolosità sismica, allegata alla OPCM 3519/06 (Figura 14).

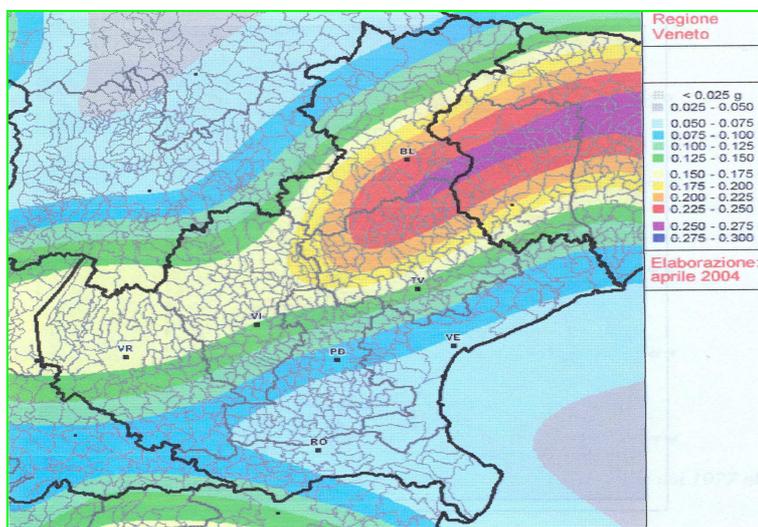


Figura 14 – Mappa della accelerazione massima al suolo.

Le nuove Norme Tecniche per le costruzioni hanno vigenza solo per gli edifici strategici di cui al D.P.C. del 21 ottobre 2003.

La pericolosità sismica viene espressa in termini di accelerazione massima al suolo riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800\text{m/s}$; cat.A, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Per il comune di Bardolino risulta una accelerazione massima al suolo compresa tra 0,150g e 0,175g, come indicato nella mappa di Figura 14.

7.3 Carta delle Fragilità e Compatibilità geologica

7.3.1 Criteri metodologici

La carta rappresenta, sotto il profilo geologico, la compatibilità e le condizioni di idoneità.

I suoi contenuti vengono trasferiti nelle Norme di Attuazione del Piano (si veda la parte successiva).

Si tratta di un documento di sintesi realizzato, mediante interpretazione e sovrapposizione (“overmapping”), di parte dei dati riportati sulle tre tavole d’analisi (geomorfologica, geolitologica ed idrogeologica).

Si recepiscono inoltre le valutazioni di rischio considerate dal Piano comunale di Protezione Civile.

Si ricorda che la zonazione effettuata è legata alla dinamica territoriale. Infatti può modificarsi in presenza di interventi antropici (quali interventi “correttivi” di natura idrogeologica che diminuiscano l’esonabilità o la riqualificazione di aree in dissesto) e ad eventi naturali.

Gli elementi geologici che hanno portato alla classificazione “a condizione” sono:

CARTA GEOMORFOLOGIA

Depressioni morfologiche

Pendenza elevata

Paleovalvei

Aree in erosione

Cave dismesse

Frane

Depositi palustri

Riempimenti artificiali

Aree di accumulo di frana

CARTA GEOLITOLOGIA

Litologie fini

CARTA IDROGEOLOGICA

Falda affiorante

Esonabilità

Ristagno

7.3.2 Condizioni di compatibilità

RI = Area a rischio idrogeologico (esonabile o a ristagno idrico) - Art. 17

FR = Area di frana - Art. 18

PG = Area con penalità geologica derivante dalle condizioni geomorfologiche e litologiche - Art. 18

ES = Area soggetta in passato ad escavazione

7.4 *Invarianti di natura geologica*

Gli atti di indirizzo regionali indicano che per “*invariante di natura geologica*” si intende un ambito territoriale caratterizzato da particolari aspetti geologici, nel quale non vanno previsti interventi di trasformazione se non per la loro conservazione, valorizzazione e tutela. Nel medesimo sito non vanno effettuate modifiche morfologiche ed idrologiche, se non per motivi di stabilizzazione dei pendii e bonifica dei terreni. Non vanno pertanto inserite come “invarianti” tutte le aree classificate come “non idonee” della

Carta delle Fragilità mentre vanno riportati, tra gli elementi geologici del Quadro Conoscitivo, solo quelli che hanno le caratteristiche di cui sopra o quelli che, per particolare pregio o interesse, possono essere individuati come “geositi”.

Si sono definite nella Tavola 2 di progetto come invariante natura geologica, i cordoni morenici che in particolare contribuiscono alla bellezza naturale e paesaggistica del territorio comunale.

Si segnala inoltre, parzialmente in coincidenza con il Rio Bisaola, la presenza di un paleoalveo della Bisaola (si veda la carta geomorfologica, che, pur non essendo stato classificato come “invariante geologica” vada valorizzato nelle successive fasi di pianificazione.

7.5 Confronto con le previsioni di piano

La tavola 4 del PAT (carta della trasformabilità), definisce le scelte urbanistiche del piano.

Si è effettuato un confronto tra le previsioni della tavola 4 ed i risultati del presente studio geologico. In particolare si sono verificate le linee preferenziali di sviluppo insediativo, peraltro arealmente modeste siano ubicate in aree classificate in aree “idonee” ed “idonee a condizione”. In particolare delle tre linee indicate, due (a Bardolino e Calmasino) ricadono in area idonea ed una (Cisano) in area idonea a condizione.

Terza fase:
Normativa geologica

8 NORME RELATIVE ALLE RISORSE GEOLOGICHE ED ALLA SICUREZZA GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO

In riferimento alla zonazione riportata nella cartografia di compatibilità geologica (carta della fragilità), ed ai risultati del presente studio si sono concordate con il progettista ed l'amministrazione specifici articoli delle norme di attuazione.

Per tali aspetti si rimanda in particolare ai seguenti articoli delle norme di attuazione:

- Art. 15 – Vincolo idrogeologico-forestale
- Art. 16 – Sicurezza geologica del territorio e delle opere
- Art. 17 - Sicurezza idrogeologica del territorio e delle opere
- Art. 18 - Aree classificate a rischio idrogeologico
- Art. 19 – Aree geologicamente idonee a condizione ed aree non idonee
- Art. 20 – Invarianti di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica (Tav. 2 – Carta delle invarianti)
- Art. 21 – Vincolo sismico
- Art. 28 – Idrografia – fasce di rispetto
- Art. 29 – Pozzi, sorgenti, sguzzi e laghetti – fasce di rispetto
- Art. 30 – Risorse idropotabili – fasce di rispetto

Geol. Pietro Zangheri



9 ELENCO DEI PRINCIPALI LAVORI CONSULTATI

- CALEFFA G., GOVI M., VILLI V., 1992 - *Carta dell'evento alluvionale dell'autunno 1882 nel territorio veneto*. C.N.R., Padova-Torino.
- CENTRO SPERIMENTALE PER L'IDROLOGIA E LA METEOROLOGIA (1993) - *Caratterizzazione agro-meteorologica del territorio veneto aree "5B"*. Teolo.
- SORBINI L., (a cura di), 1993 - *Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 4, 150 pp., Verona.
- UFFICIO IDROGRAFICO DEL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - *Annali idrologici*. Ministero LL.PP., Servizio idrografico, Roma.
- VENZO S., 1961. *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II: tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese*. Con carta al 25.000, 9 tavole, 25 figg. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. Milano. Milano.
- VIEL G., 1999 – *Carta del rischio geologico*. Provincia di Verona. Inedito
- ZAMPIERI D., ZORZIN R., 1993 - *Carta geologica dei Lessini centro-occidentali tra la Valpantena e la Val d'Ilasi*. In: SORBINI L. (a cura di), 1993 - *Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, II serie, Sezione Sc. della Terra, n° 4, 150 pp., Verona.