

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Dott. Geol. LAURA ZILIANI
Dott. Geol. DAVIDE GASPARETTI
Dott. Geol. GIANANTONIO QUASSOLI
Dott. Geol. SAMUELE CORRADINI

25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086
e-mail: info@studiogeologiambiente.it

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA PER IL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005

RELAZIONE

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA	6
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO	10
3.1	Inquadramento geografico - amministrativo	10
3.2	Inquadramento morfologico	10
4	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	14
4.1	Inquadramento	14
4.2	Descrizione della Carta di Inquadramento geologico - strutturale	15
5	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	33
5.1	Descrizione della carta geomorfologica	33
5.2	Valutazione e zonazione della pericolosità da frane di crollo nelle località “Rocca San Giorgio”, “San Fermo” e “Corno Crili”	45

5.3	Caratteristiche morfologico-strutturali del paesaggio	46
6	PERICOLOSITÀ SISMICA	50
6.1	Introduzione.....	50
6.2	Zona sismica di appartenenza	50
6.3	Carta della pericolosità sismica locale	52
6.4	Applicazione del 2° livello	53
7	IDROGEOLOGIA	63
7.1	Caratteristiche idrogeologiche del territorio.....	63
7.2	Pozzi comunali	71
8	RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE	76
8.1	Premessa	76
8.2	Reticolo idrico principale.....	76
8.3	Corsi d'acqua appartenenti reticolo idrico minore di competenza comunale	77
9	CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI.....	81
10	CARTA DI SINTESI.....	83
11	DESCRIZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE	87
12	CONCLUSIONI	100

1 PREMESSA

Nella presente relazione viene definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio di Iseo in attuazione dell'art.57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12.

Lo studio delle caratteristiche geologiche del territorio ha sostanzialmente due obiettivi. Il primo è la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e con le condizioni di sismicità del territorio. A tale scopo vengono definite le aree che possono essere interessate da situazioni di pericolo (frane, dissesti, allagamenti, amplificazioni dei danni di un terremoto, ecc.). Il secondo obiettivo è l'individuazione delle risorse presenti che si ritiene debbano essere tutelate, come la falda acquifera, le sorgenti, gli elementi morfologico-paesistici che caratterizzano il paesaggio, ecc.

Lo studio è stato condotto secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 aggiornata con D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

Il Comune di Iseo è dotato di *Studio Geologico del territorio comunale* prodotto nel 2004 (Ziliani L.) ai sensi della l.r. 24 novembre 1997 n.41, ritenuto conforme ai criteri di cui alla d.g.r. 6645/01 e alle disposizioni dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I. (rif. nota del Dirigente della Struttura Pianificazione di bacino e locale Dott. Ing. R. Occhi del 17 marzo 2006).

Ai sensi della D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 il Comune di Iseo è tenuto ad aggiornare lo studio geologico relativamente alla componente sismica, secondo la metodologia contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

Inoltre, tenuto conto dei due episodi di caduta massi verificatisi nell'estate 2005 in località Covelo, e della presenza in Comune di Iseo di altre due località a rischio di caduta massi individuate nello Studio geologico del 2004, è stato realizzato uno studio geologico di dettaglio relativo alla caduta massi nelle località "Rocca San Giorgio", "San Fermo" e "Corno Creill", al fine di procedere alla zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia e successivamente definire la tipologia, le dimensioni e l'ubicazione delle eventuali opere da predisporre a difesa delle abitazioni e delle strade sottostanti.

Gli studi relativi alla caduta massi, riportati nell'ALLEGATO 1 hanno seguito la metodologia descritta nella "procedura di dettaglio per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana" contenuta nel paragrafo 2 dell'Allegato 2 della D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 aggiornata con D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

I risultati dello studio di dettaglio hanno consentito l'aggiornamento della CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI (TAV. 8).

L'approfondimento sismico ha condotto alla predisposizione della CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 4). È stata quindi eseguita un'indagine geofisica sismica superficiale a rifrazione in alcune aree campione per la valutazione dei parametri V_p e V_s e per la ricostruzione del modello geofisico del sottosuolo. I risultati dell'indagine geofisica hanno consentito l'applicazione del 2° livello di approfondimento della metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale. L'applicazione del 2° livello ha permesso l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale.

Per l'inquadramento del territorio sono stati utilizzati i dati già contenuti nello Studio geologico del 2004. Sono state quindi prodotte la CARTA GEOLOGICA (TAV. 1), la CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. 2) e la CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 3).

La fase di sintesi/valutazione ha condotto alla predisposizione della CARTA DEI VINCOLI (TAVV. 5 EST e OVEST) che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico e della CARTA DI SINTESI (TAVV. 6 EST e OVEST) che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico.

La sovrapposizione critica di queste due cartografie ha portato alla redazione della CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (TAVV. 7 EST e OVEST) che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti.

Il presente studio geologico, redatto in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12, ai sensi delle direttive attuative precedentemente citate, costituisce adeguamento ai sensi dell'art.18 delle N.d.A. del PAI, una volta recepito nel Piano di Governo del Territorio con le modalità previste dalla L.R. 12/2005, e consente l'aggiornamento del quadro del dissesto di cui all'Elaborato 2 del PAI. A tale scopo è stata prodotta la CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI (TAV. 8).

Si allegano:

TAV. 1: CARTA GEOLOGICA – scala 1:7.500;

TAV. 2: CARTA GEOMORFOLOGICA – scala 1:7.500;

TAV. 3: CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO – scala 1:7.500;

TAV. 4: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – scala 1:7.500;

TAVV. 5 EST e OVEST: CARTA DEI VINCOLI – scala 1:5.000;

TAVV. 6 EST e OVEST: CARTA DI SINTESI – scala 1:5.000;

TAVV. 7 EST e OVEST: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO – scala 1:5.000;

TAV. 8: CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI - scala 1:10.000.

TAV. 9: CARTA LITOTECNICA DI DETTAGLIO E SEZIONI IDROGEOLOGICHE - scala 1:2.500

ALLEGATO 1 – ANALISI DEL DISSESTO DEI VERSANTI IN LOCALITÀ “ROCCA SAN GIORGIO”, “SAN FERMO” E “CORNO CRILÌ”. STUDIO GEOLOGICO-TECNICO E ANALISI CADUTA MASSI

2 RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA

Per il presente lavoro è stata svolta una ricerca storica e bibliografica finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame, andando ad esaminare l'evoluzione del territorio ed i fenomeni di dissesto avvenuti in passato. In particolare sono stati consultati: gli studi disponibili in bibliografia, il Sistema Informativo Territoriale regionale, gli studi di tipo geologico presenti presso l'Ufficio Tecnico Comunale, le cartografie disponibili al momento della stesura della presente relazione, le pubblicazioni effettuate dai vari Enti Territoriali (v. bibliografia di seguito riportata).

BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (1989) - *Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) - *Neotectonic Map of Italy*. Prog. Fin. Geodin. Sottopr. Neotettonica. Carte scala 1:500.000.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, (2001) - *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). 2. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici*.
- BARONI C. & VERCESI P.L. (1989) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. In: "Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione", Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica. Ed. Ramperto, Brescia.
- BERRUTI G., (1998) - *Levandosi i fiumi sopra le rive (per una mappa storica del rischio idrogeologico nel Bresciano)* – Grafo edizioni – Brescia.
- BONI A. & CASSINIS G. (1973) - *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a sud dell'Adamello (note illustrative della legenda stratigrafica)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia.
- BONI A. & PELOSO G.F. (1982) - *Dati sulla neotettonica dei fogli 34 "Breno", 47 "Brescia", di parte dei fogli 35 "Riva" e 48 "Peschiera del Garda"*. In: C.N.R. - "Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta neotettonica d'Italia", pubbl.506 P.F. Geodinamica.
- CARRARO M. (1993) - *Relazione idrogeologica allegata alla domanda di concessione trentennale di derivazione d'acqua dalla sorgente Bonomelli ad uso potabile da destinare all'acquedotto comunale*. Committ.: COGEME S.p.A.

- CASSINIS G., PEROTTI C.R., VERCESI P.L. (1990) - *Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche ed ulteriori temi di ricerca*. In : "Attualità dell'opera di Arturo Cozzaglio nel 40° della scomparsa". Atti del Convegno Nazionale, Ateneo di Brescia.
- CHARDON M. (1975) - *Les Préalpes Lombardes et leur bordures*. Thèse Univ. Aix-Marseille.
- E.R.S.A.L., (1999) - *I suoli della Franciacorta* – ERSAL Edizioni – Milano.
- MORI F. (2002) - *Evento franoso in località Imbocas*, committ.: Amm. Com. di Iseo.
- PEDERSOLI G. S. (1992) – *La lunga alluvione (1960)*, ed. Toroselle
- PESCE M. (1994) - *Indagine idrogeologica preliminare dei corsi d'acqua principali nel territorio comunale di Iseo finalizzata all'individuazione e definizione delle priorità di primo intervento lungo le aste torrentizie*, committ.: Amministrazione Comunale di Iseo.+
- REGIONE LOMBARDIA (Servizio Geologico – Ufficio Rischi Geologici) – *Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)*
- REGIONE LOMBARDIA (2002) - *Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia. Cartografia e Note illustrative* – B.U. Regione Lombardia n. 31, Edizione Speciale 31 luglio 2002 – Milano.
- REGIONE LOMBARDIA (D.G. Territorio e Urbanistica) (2003) – *Progetto CARG - Carta geologica alla scala 1:10.000 del Comune di Iseo* (a cura di: D. Corbari, P. Falletti).
- ROSSI G., ZILIANI L. (2000) – *Torrente Cortelo – Verifica idraulica delle condizioni di deflusso della portata di piena nella zona urbana di Iseo*, committ.: Amm. Com. di Iseo.
- ROSSI G. (2003) - *Studio idraulico riguardante il T. Valle del Tufo per la valutazione del rischio idraulico nel territorio in Comune di Iseo, località Clusane*, committ.: Amm. Com. di Iseo.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1990) *Carta Geologica della Regione Lombardia in scala 1:250.000* – Milano.
- TECNODRILL S.R.L. (1985) – *Verifica di stabilità del versante ad Est di Pilzone (Bs) in occasione della caduta di alcuni massi*”, committ.: Amm. Com. di Iseo.

- VECCHIA O. (1954) - *I terreni glaciali pleistocenici dei dintorni del Lago di Iseo (Lombardia)*, Atti Soc. It. di Sc. Nat. , vol. XCIII, Fasc. I - II, Milano.
- ZILIANI L., COLPANI E., DI PASQUALE A. (2004) - *Individuazione del reticolo idrico minore ai sensi della D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002 e successiva D.G.R. 7/13950 del 01.08.2003*, committ.: Amm. Com. di Iseo.
- ZILIANI L., FASSER G. (1994) – *Comune di Iseo – Indagine geognostica per la realizzazione di un complesso residenziale per anziani*, committ.: I.A.C.P..
- ZILIANI L., SCOVOLI M. (1996) – *Comune di Iseo – Studio geologico di alcune aree del territorio comunale interessate dalla variante generale al piano regolatore*, committ.: Amm. Com. di Iseo.
- ZILIANI L. (2000) – *Indagine geologica relativa al conoide del T. Vaglio*”, committ.: Amm. Com. di Iseo.
- ZILIANI L. (2003) - *Progetto di riqualificazione ambientale “Area Polle” - Relazione geologica*. committ.: Comuni di Iseo e di Corte Franca.
- ZILIANI L. (2010) – *Studio idrogeologico di fattibilità di un parcheggio interrato in viale Repubblica - Iseo*, committ.: Amm. Com. di Iseo.

CARTOGRAFIA

- *Carta geologica d'Italia. F.47 - Brescia. Scala 1:100.000*, 1968. Servizio Geologico d'Italia. Poligr. Stato, Napoli.
- *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a sud dell'Adamello, alla scala 1:50.000*, 1972. (Edita dall'Istit. di Geologia dell'Università di Pavia. Atti Ist. Geol.Univ. Pavia, 22, tav.4-5.
- *Carta degli ambiti di peculiarità morfo-paesistica, alla scala 1: 25.000*, 1988. Piano Territoriale Paesistico, Provincia di Brescia.
- *Carta delle grotte e delle sorgenti delle Prealpi Bresciane*, scala 1:50.000, 1990, Società Speleologica Bresciana e Azienda Servizi Municipalizzati di Brescia (a cura di Forti P., Marchesi G., Scrinzi F.).

- *Progetto CARG - Carta geologica alla scala 1:10.000 del Comune di Iseo*, 2003. (a cura di: D. Corbari, P. Falletti), Regione Lombardia (D.G. Territorio e Urbanistica).
- *I suoli della Franciacorta*, scala 1:50.000, 1997 (a cura di R. Minelli), in: "La zonazione della Franciacorta ", Provincia di Brescia (Assessorato Agricoltura).

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

3.1 Inquadramento geografico - amministrativo

Da un punto di vista amministrativo il comune confina, partendo da nord e procedendo in senso orario, con i territori di: Sulzano, Polaveno, Monticelli Brusati, Passirano, Cortefranca, Capriolo e Paratico.

Il territorio comunale è compreso nelle sezioni D5a3 "Sarnico" e C5e3 "Iseo" della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Il comune di Iseo, la cui estensione amministrativa è di 25,54 km², si trova lungo la sponda meridionale dell'omonimo lago, lungo la fascia di passaggio dalle Prealpi Bresciane alle colline moreniche della Franciacorta. All'interno del territorio comunale sono presenti tre centri abitati principali: Iseo (sede comunale), Clusane e Pilzone. Esistono poi altri piccoli centri abitati quali Covelo, Bosine, Bertagno, Cremignane, Zuccone, Dossello e Bossolà.

3.2 Inquadramento morfologico

Dal punto di vista morfologico è possibile condurre un'analisi indicativa del territorio comunale grazie ai dati vettoriali della topografia gentilmente forniti dalla COGEME S.p.A. Da questi dati è stata ricostruita una Rete di Triangoli Irregolari (TIN), che rappresenta la superficie topografica, dalla quale si sono poi ricavate, tramite un apposito software, 3 carte tematiche differenti:

- ⇒ la carte delle altimetrie;
- ⇒ la carta dell'esposizione dei versanti;
- ⇒ la carta delle pendenze.

Questa tipologia di analisi, pur con tutti i limiti propri del metodo dovuti alla puntualità di alcuni dati di pianura, all'utilizzo di software non specifici per il tipo di analisi e alla semplificazione di alcuni parametri per diminuire i tempi di calcolo, consente di ottenere un primo significativo esame del territorio comunale.

2.2.1. Altimetria (Figure 1a e 1b)

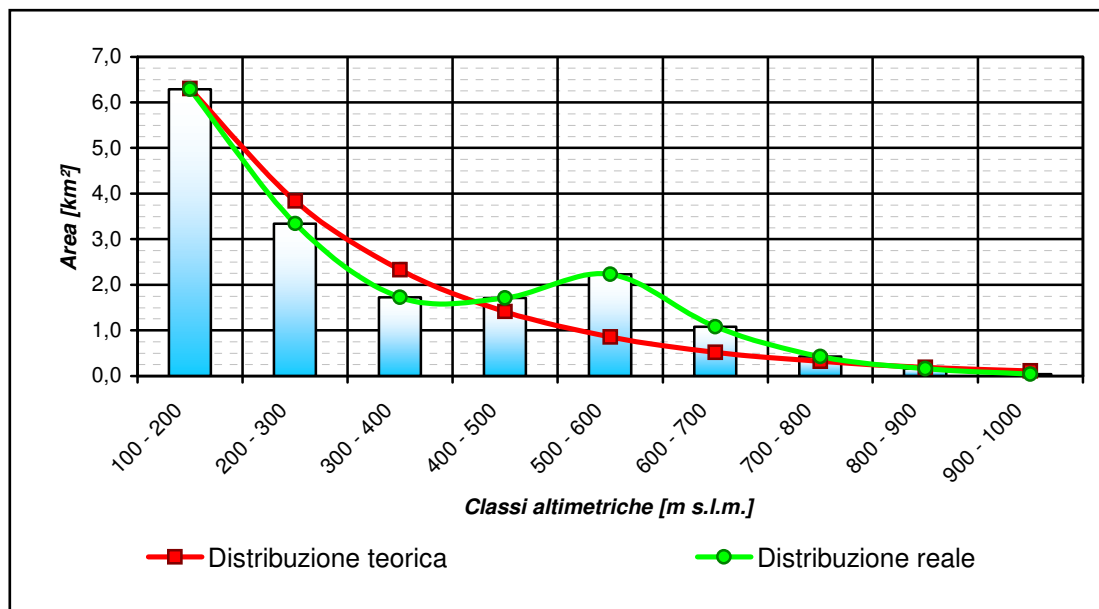
Nelle Figure 1a e 1b è rappresentata la suddivisione in classi altimetriche del territorio comunale. Le quote variano da un'altitudine minima di 186,40 m s.l.m. presso la "località

Lametta” ad una massima di 1.000 m s.l.m. presso la “Punta dell’Orto”, con una quota media di circa 343 m s.l.m.

Osservando la Tabella 1 ed il grafico associato si ricava che arealmente la maggior parte del territorio è compresa tra i 186,4 ed i 200 m s.l.m. (36,9 %), mentre solo una limitata porzione si trova al di sopra dei 500 m (23,2 %).

Classi altimetriche [m s.l.m.]	Area [km ²]	Area [% del territorio]
100 – 200	6,29	36,9
200 – 300	3,34	19,6
300 – 400	1,73	10,2
400 – 500	1,71	10,1
500 – 600	2,23	13,1
600 – 700	1,08	6,4
700 – 800	0,43	2,6
800 – 900	0,16	1,0
900 - 1000	0,04	0,3

Tabella 1: Distribuzione dell’altimetria all’interno del territorio comunale



La distribuzione areale delle classi altimetriche si discosta dalla curva teorica nella classe altimetrica 500 – 600. Questa anomalia è imputabile alla presenza di vasti altipiani di origine glaciale ubicati nella fascia altimetrica in questione (località San Martino).

2.2.2. Esposizione dei versanti (Figure 2a e 2b)

Nelle Figure 2.2a e 2.2b è riprodotta la suddivisione in classi di esposizione dei versanti.

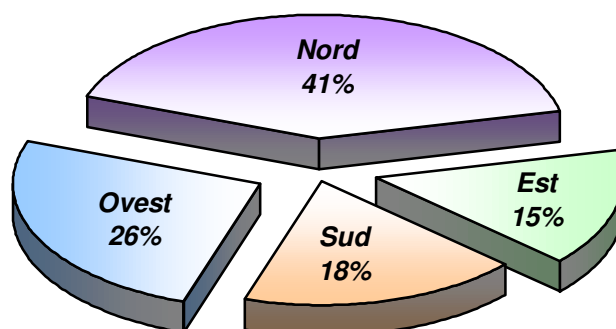
La carta delle esposizioni risente in maniera significativa del metodo di calcolo utilizzato per creare il modello digitale del terreno: infatti le zone di pianura presentano anomalie legate all'utilizzo di superfici triangolari create per simulare la superficie topografica. Inoltre il software di calcolo non consente di escludere le zone pianeggianti (la cui esposizione è contemporaneamente in tutte le direzioni) dalla creazione della carta tematica.

Per questo motivo la carta delle esposizioni è poco significativa a questo livello di calcolo per le zone di pianura.

Viceversa le esposizioni dei versanti sono significativamente corrette e forniscono una visione corretta del reale aspetto del territorio.

Classi di esposizione	Area [km ²]	Area [% del territorio]
Nord	6,94	41
Est	2,62	15
Sud	3,11	18
Ovest	4,35	26

Tabella 2: Distribuzione dell'altimetria all'interno del territorio comunale



Nella tabella e nel grafico sopra esposti è rappresentata la distribuzione areale delle esposizioni del versante dell'intero territorio comunale.

2.2.3. Acclività (Figure 3a e 3b)

Nelle Figure 3a e 3b è illustrata la suddivisione in classi di pendenza del territorio di Iseo.

Le classi di pendenza adottate, espresse in %, sono quelle proposte da Cooke e Doornkamp nel 1990 alle quali è associato un valore di criticità per particolari opere antropiche.

Nella Tabella 3 è evidenziata la porzione del territorio comunale appartenente a ciascuna classe di inclinazione.

Inclinazione [%]	Problematiche	Area [km ²]	Area [% del territorio]
0 – 2	Sotto il 2%, problemi di allagamento e scolo di acque	3,27	19,2
2 – 4	-	0,98	5,8
4 – 5	-	0,47	2,8
5 – 8	Erosione dei suolo	1,16	6,8
8 – 9	Pendenza eccessiva per sviluppo urbano.	0,30	1,8
9 – 10	Massimo assoluto per ferrovie.	0,27	1,6
10 – 15	Macchine agricole pesanti. Stabilimenti industriali di grosse dimensioni.	0,94	5,5
15 – 20	Costruzioni in genere. Trattori a ruote.	0,69	4,1
20 – 25	Aratura a doppio senso. Mietitrebbia. Edifici per abitazione.	0,62	3,7
> 25	Rotazione delle colture. Carico su rimorchi.	8,31	48,8

Tabella 3: Pendenze critiche per alcune attività (da Cooke e Doornkamp 1990, modificato)

Dalla tabella sopra esposta si evidenzia come circa la metà del territorio comunale abbia pendenze superiori al 25% mentre le aree pianeggianti costituiscono solo il 20% dell'intero comune.

4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

4.1 Inquadramento

L'area in studio si colloca nel Sudalpino Lombardo ed è caratterizzata dall'affioramento di formazioni rocciose triassico – giurassiche costituite in prevalenza da calcari, marne e calcari marnosi con subordinate argilliti e calcari selciferi.

Il substrato roccioso è in buona parte coperto da depositi quaternari (in prevalenza depositi sciolti) che formano generalmente terrazzi morfologici o superfici a pendenza debole o moderata, ove normalmente si concentra un'intensa antropizzazione.

Gli ultimi eventi che hanno lasciato tracce geologiche significative all'interno del settore in esame sono collegati agli eventi glaciali, iniziati circa 3 milioni di anni fa. Infatti verso i 2,4 milioni di anni fa si verifica la prima avanzata glaciale: a partire da questo momento il clima oscillerà tra due stati estremi caratteristici delle fasi glaciali e interglaciali. L'ultima avanzata glaciale si è verificata tra circa 20.000 anni fa.

Nell'area si alternarono i periodi freddi delle invasioni glaciali e i periodi caldo-umidi e secchi degli interglaciali da cui sono derivati processi periglaciali, ferrettizzazione rapida di materiali depositati, cementazione di ghiaie e detriti ecc. che testimoniano un'attività dei cicli di gelo e disgelo molto intense con elevate variazioni di temperatura.

Il succedersi delle fasi glaciali ha dato origine all'Anfiteatro morenico sebino che, in conseguenza della disposizione dei rilievi che lo delimitano verso S e della conformazione del Lago di Iseo, presenta una struttura bilobata.

Il lobo più esteso (circa 110 km²) è allineato secondo la direzione di flusso principale del ghiacciaio vallivo e costituisce l'Anfiteatro della Franciacorta. Il lobo occidentale corrisponde all'Anfiteatro di Sarnico-Paratico ed è ampio poco più di 12 km².

L'Anfiteatro della Franciacorta presenta la classica struttura a cerchie concentriche che segnano le diverse fasi di espansione dei ghiacciai. Da un punto di vista cronostratigrafico le cerchie moreniche possiedono in linea generale età crescente allontanandosi dalla linea di riva del lago di Iseo. Procedendo dall'interno verso l'esterno dell'anfiteatro si osserva che le morfologie divengono progressivamente meno nette a causa dei processi geomorfologici che le hanno interessate.

Carattere peculiare dei depositi glaciali presenti nel sistema morenico sebino è la scarsa abbondanza di till di ablazione, che porta a supporre che il ghiacciaio Camuno fosse, a

differenza degli altri ghiacciai lombardi, un ghiacciaio bianco, ovvero un ghiacciaio poco o nulla coperto da detriti. Si ipotizza che l'assenza di detrito sopragliaciale sia dovuta alla presenza del rilievo di Monte Isola che ostacolava il movimento della massa glaciale, provocando la formazione di ampie seraccate che avrebbero inghiottito la maggior parte del detrito situato sul ghiacciaio.

Durante lo scioglimento delle masse glaciali si originavano torrenti fluvio-glaciali che smantellavano i cordoni morenici già formati e deponevano il materiale nelle depressioni rimaste entro le diverse cerchie.

Tra ghiacciaio e morena, o tra ghiacciaio e versanti montuosi, o ancora tra morena e versanti montuosi si sono sedimentati depositi di contatto glaciale che talora corrispondono a terrazzi di kame.

Nelle aree depresse si sono sedimentati depositi glaciolacustri.

Con il passaggio verso le attuali condizioni climatiche i fenomeni geomorfici legati all'idrografia superficiale e alla gravità si sostituirono a quelli glaciali, apportando lievi modifiche al paesaggio. In corrispondenza delle depressioni intramoreniche meglio sviluppate si formarono torbiere e stagni.

La formazione del Lago di Iseo ebbe una certa influenza sul modellamento della fascia costiera. Significativo, perché ampiamente documentato lungo la sponda del lago, è il livello situato a circa 197 m s.l.m. riferibile al post glaciale (Vecchia, 1954).

La fascia costiera del lago divenne un ambiente di deposizione di materiali fini associati ai depositi più grossolani delle spiagge.

Infine l'azione antropica di modellamento della superficie topografica, dapprima essenzialmente legata alle pratiche agricole e successivamente ad una massiccia urbanizzazione, ha portato nel tempo il territorio all'attuale configurazione.

4.2 Descrizione della Carta di Inquadramento geologico - strutturale

La natura litologica del territorio comunale è riportata sulla CARTA GEOLOGICA (TAV. 1), prodotta in scala 1:7.500.

Per la realizzazione di queste carte è stata consultata la *Carta geologica alla scala 1:10.000 del Comune di Iseo* (2003), redatta dalla Regione Lombardia (D.G. Territorio e

Urbanistica - a cura di: D. Corbari, P. Falletti) per il Progetto CARG, e la *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello* (1973), redatta dall'Istituto Geologico dell'Università di Pavia. I dati ricavati da esse sono stati riveduti, completati e adattati agli scopi del presente lavoro sulla base delle risultanze dei rilievi di campagna.

3.2.1. Unità sedimentarie Mesozoiche

Le unità litologiche presenti nel territorio comunale di Iseo sono le seguenti, a partire dalla più recente (la sigla riportata tra parentesi identifica ciascuna unità in Tav. 1):

- **«Sass de la Lûna» - Marne e marne argillose, gradate (SDL)**

La formazione è costituita da alternanze di torbiditi pelagiche calcareo – marnose, fino ad argillose, di colore prevalentemente grigio – azzurro, e di marne friabili emipelagiche, intervallate aciclicamente da strati spessi a base grossolana, gradati. Le torbiditi presentano frequentemente una base bio-detritica, con laminazioni interne, sovente discontinue e comunque con spessori compresi tra pochi millimetri e uno – due centimetri.

Nell'area in esame la formazione è presente presso la località Stalla Bruciata (dove costituisce il nucleo della sinclinale di Polaveno) e presso la località Roccolo. Lo spessore della formazione varia da 350 a 400 m.

Inferiormente l'unità passa alla Marna di Bruntino.

- **Marna di Bruntino - Marne e argilliti talora debolmente arenacee, con intercalazioni di straterelli calcarei prevalenti alla base (BRU)**

L'unità è formata da marne e argilliti emipelagiche, spesso scagliose, di colore prevalentemente rossastro, verdino e nerastro nella parte inferiore, bruno e nero in quella superiore; localmente compaiono (prevalentemente alla base della formazione) siltiti ed arenarie sottilissime, con laminazione interna, e straterelli calcarei.

All'interno del territorio comunale la Marna di Bruntino affiora esclusivamente sui fianchi della sinclinale di Polaveno (località Stalla Bruciata). Il suo spessore è inferiore a 100 m.

Il limite basale è dato dalla «Maiolica», quello sommitale dal «Sass de la Lûna».

- **«Maiolica» - Calcari in strati ben definiti con presenza di noduli e liste di selce in tutta la sequenza e, nella porzione superiore, di sottili interstrati pelitici (MAI)**

La «Maiolica» è costituita da calcari pelagici (calcilutiti) biancastri e grigio chiari, in strati ben definiti di spessore da centimetrico a decimetrico, a frattura concoide, attraversati da frequenti suture stilolitiche. In tutta la sequenza sono presenti noduli e liste di selce, di colore chiaro alla base e grigio scure alla sommità. Nella porzione superiore sono visibili interstrati di shales nere, livelli intraformazionali risedimentati e slumpings. La comparsa di questa unità è spesso annunciata da calcari marnosi rosati e verdognoli in strati da centimetrici a decimetrici («calcari variegati») che costituiscono l'ultimo influsso delle condizioni di deposizione del sottostante Selcifero.

Nell'area in esame la «Maiolica» costituisce il litotipo arealmente prevalente; infatti affiora con una certa continuità lungo il versante orientale del territorio comunale (Colma Bassa, Colma Alta, SP 48, Rocca di S. Giorgio, località S. Fermo), presso la Valle del Tufo e, in maniera più modesta, presso la località «Montecolino» e la località «Cavone». Lo spessore della formazione varia da 200 a 250 m.

La «Maiolica» poggia sul Gruppo del «Selcifero Lombardo» mentre superiormente viene a contatto con la Marna di Bruntino.

- «Rosso ad aptici» - Calcari marnosi, marne calcaree e marne, spesso silicei, con selce (RAP)

Le formazioni del «Rosso ad aptici» e della sottostante «Radiolariti» costituiscono il Gruppo del «Selcifero Lombardo».

Il «Rosso ad aptici» è formato da calcari marnosi, marne calcaree e marne, spesso silicei, di colore prevalentemente rosso, in banchi a strati, con selce rossastra o talora verdognola per lo più disposta in listarelle. Il passaggio alla soprastante «Maiolica» è caratterizzato dalla presenza di «calcari variegati», con tonalità di colore che variano tra il rossiccio ed il verdino, e localmente, da facies brecciate.

Nel territorio di Iseo la formazione affiora in maniera estesa lungo la cresta che congiunge il Monte Coniolo con la Colma Bassa mentre affiora, in maniera molto più limitata, lungo la valle del Torrente Vaglio. Il suo spessore è variabile da 35 a 85 m.

Inferiormente l'unità si trova a contatto con le «Radiolariti»; superiormente con la «Maiolica».

- **«Radiolariti» - Selci in strati centimetrici, localmente si osservano intercalazioni di marne ed argilliti (RAD)**

Questa formazione è composta da selci policrome in strati centimetrici, di colore prevalentemente verdastro nella parte inferiore e rosso nella parte superiore. Localmente si osservano intercalazioni di marne ed argilliti.

Nel territorio di Iseo la formazione affiora in maniera estesa lungo il versante che congiunge il Monte Coniolo con la Colma Bassa mentre affiora, in maniera più limitata, lungo la valle del Torrente Vaglio, lungo la valle del Torrente Cortelo, lungo la Valle del Tufo e lungo la Valle della Rocchetta. In particolare le «Radiolariti» costituiscono il rilievo presso la località «Madonna della Neve». Lo spessore della formazione varia da 35 a 65 m.

Il limite inferiore è dato dalla Formazione dei calcari Medoloidi mentre il limite superiore è costituito dal «Rosso ad aptici».

- **Formazione dei «Calcarei medoloidi» - Calcarei e calcari marnosi attraversati da sottili listarelle centimetriche di selce, in banchi e strati separati da marne (CONB)**

La Formazione dei «Calcarei medoloidi» forma, insieme alla Formazione di Villa Carcina, il Gruppo di Concesio

L'unità in esame è caratterizzata da calcari e calcari marnosi grigi, bioturbati e attraversati da sottili listarelle centimetriche di selce, in banchi e strati separati da marne. Si alternano anche strati calcarenitici gradati e corpi ruditici. Alla sommità si riconosce una litozona caratterizzata da strati sottili di calcare marnoso siliceo di colore variegato tendente al rossastro.

La Formazione dei «Calcarei medoloidi» affiora con continuità lungo la fascia montana che collega il Corno del Crili alla Valle Gemella e alla località Il Piano. Si hanno poi altri affioramenti estesi presso la valle del Torrente Vaglio e presso la località Zuccone. Affioramenti più limitati sono presenti presso la valle del Torrente Cortelo. La potenza è compresa tra i 70 e i 130 m.

La Formazione dei «Calcarei medoloidi» poggia sulla Formazione di Villa Carcina mentre superiormente viene a contatto con il Gruppo del «Selcifero Lombardo».

- **Formazione di Villa Carcina - Calcarei, riccamente selciose, in banchi e/o strati gradati e laminati, intercalati a peliti e calcari marnosi. La base della formazione è caratterizzata localmente da una litozona marnosa basale cui fa seguito un potente corpo ruditico (CONA)**

Questa formazione, è costituita da calciruditi fini e calcareniti di colore bruno – nocciola, riccamente selciose, in banchi e/o strati gradati e laminati di natura torbiditica, contenenti

frammenti sia litici che biogeni, intercalati a peliti e calcari marnosi. La base della formazione è caratterizzata localmente da una litozona marnosa basale cui fa seguito un potente corpo ruditico (“slump del Caricatore”) esteso tra il Lago d’Iseo e la Val Trompia.

Nell’area in esame si hanno affioramenti della Formazione di Villa Carcina presso la valle del Torrente Vaglio, sul lato meridionale del Corno del Crili e presso la fascia che collega la Valle Gemella con la località Fontanelle. Lo spessore della formazione varia da 230 a 270 m.

In basso l’unità considerata si trova a contatto col Gruppo del «Medolo» mentre verso l’alto è delimitato dalla Formazione dei «Calcari medoloidi».

- *Calcare di Domaro (Membro superiore)* - Calcari e calcari marnosi con rare liste di selce chiara, in banchi metrici e orizzonti marnosi di spessore decimetrico. Nei calcari sono presenti noduli ferruginosi (DOMB); *(Membro inferiore)* - Banchi di calcare marnoso attraversato da sottili listarelle discontinue di selce, in alternanza con pacchi di marna. Caratteristici noduli ferruginosi (DOMA)

Il Calcare di Domaro costituisce, assieme al Calcare di Gardone Val Trompia, il Gruppo del «Medolo».

Suddiviso in un Membro superiore ed un Membro inferiore, il Calcare di Domaro è costituito nella parte superiore da calcari (calcilutiti) e calcari marnosi di colore beige chiaro, biancastri all’alterazione, poco bioturbati e con rare liste di selce chiara, organizzati in ciclica alternanza di banchi metrici, generati dall’unione di più strati, e di orizzonti marnosi di spessore decimetrico; mentre nella parte inferiore da banchi di calcare marnoso grigio plumbeo, talora giallognolo all’alterazione, intensamente bioturbato ed attraversato da sottili listarelle discontinue di selce, in alternanza con pacchi di marna scura, frequentemente fossilifera. Caratteristica del Calcare di Domaro è la presenza di noduli ferruginosi.

Il Membro superiore affiora, con spessori compresi tra 150 e 180 m, esclusivamente presso la valle del Torrente Vaglio; il Membro inferiore affiora sia nella sopraindicata valle che presso la località Montecolo con spessori di 100 – 150 m.

Inferiormente il Calcare di Domaro viene in contatto con il Calcare di Gardone Val Trompia mentre superiormente il limite è dato dal Gruppo di Concesio.

- *Calcare di Gardone Val Trompia* - Calcari in strati decimetrici, alternati a marne fini e laminate, ricche di liste e noduli di selce (GVT)

Si tratta di calcari (calcilutiti) grigio – nocciola in strati decimetrici, talora bioturbati, alternati a calcareniti fini e calcisiltiti spongolitiche laminate, di natura torbidity, ricche di liste e noduli di selce da marroncina a grigio – bluastro.

Gli affioramenti del Calcare di Gardone Val Trompia sono limitati alla sola località Montecolo, con spessori non valutati per l'area in esame.

Il limite basale è dato dalla «Dolomia a Conchodon», quello sommitale dal Calcare di Domaro.

- *«Dolomia a Conchodon»* - Calcari, calcari dolomitici e dolomie, talora saccaroidi, in grossi banchi e strati amalgamati (DCO)

La «Dolomia a Conchodon» è formata da calcari, calcari dolomitici e dolomie, talora saccaroidi, di colore grigio – nocciola chiaro, in grossi banchi e strati amalgamati. La dolomitizzazione, tardiva e selettiva, è sviluppata in modo irregolare, interessando principalmente la parte inferiore e media della formazione; nelle porzioni non dolomitizzate si riconoscono calcareniti intraclastiche e oolitiche, localmente a laminazione incrociata, e calcari micritici. Nell'area in esame l'affioramento della «Dolomia a Conchodon» è dovuto essenzialmente a fenomeni tettonici.

La «Dolomia a Conchodon» compare in località Montecolo e sulla Punta dell'Orto con spessori variabili da 70-80 a 150 m. In quest'ultima località è essenzialmente calcarea, come dimostra lo sviluppo di fenomeni carsici.

3.2.2. Unità e depositi continentali Quaternari

I depositi quaternari del territorio comunale sono stati raggruppati nelle seguenti unità (la sigla riportata tra parentesi identifica ciascuna unità in Tav. 1):

- *Accumulo di frana (Af)*

Corrispondono a depositi derivanti da movimenti franosi.

La maggior parte delle frane individuate sul territorio è costituita da frane di scivolamento. In tal caso la granulometria dell'accumulo è variabile; generalmente comunque il deposito è costituito da frammenti lapidei immersi in una più o meno abbondante matrice fine.

Sono state cartografate tre frane di crollo, due delle quali a valle del Corno dei Creili (M. Cognolo), l'altra a valle di S. Fermo (Pilzone). Gli accumuli sono costituiti da frammenti lapidei a granulometria eterogenea, a spigoli vivi.

- Detrito di falda (Df)

È costituito da elementi clastici di grossa o media pezzatura a spigoli vivi. Laddove la morfologia è particolarmente acclive e la produzione di detrito è attiva, si presentano solo parzialmente colonizzati da parte della vegetazione. La distribuzione spaziale di questi depositi è legata alla presenza, verso monte, di ripide pareti rocciose. I fenomeni che generano questa tipologia di depositi sono i cicli gelo/disgelo, la presenza di superfici di debolezza all'interno delle rocce, l'azione di disaggregazione delle radici, l'azione meteorica.

- Depositi di torbiera (Dt)

Sono localizzati nella porzione centrale del territorio comunale in corrispondenza della zona depressa creatasi fra l'attuale sponda lacustre e le cerchie moreniche che limitavano verso sud il ghiacciaio Camuno.

Questi depositi sono costituiti da materiali fini limosi ed argillosi con forte componente organica. Sono possibili livelli di colori diversi, con accenno di stratificazione.

La loro origine è da attribuirsi all'accumulo di resti di piante parzialmente decomposti e disaggregati, conservati in condizioni di incompleta aerazione e alto contenuto d'acqua. In altre parole, ambienti intrisi d'acqua e poco drenati permettono sia la crescita sia la conservazione post mortem di particolari tipi di vegetazione. La decomposizione del materiale è più intensa in superficie, dove esistono condizioni aerobiche, e rallenta entro la massa.

- Travertini (Tr)

Nella Valle del Cortelo sono presenti alcuni lembi di depositi travertinosi recenti di limitata estensione. La loro origine è riconducibile alla circolazione di acqua ricca di carbonato di calcio. In carta è stato delimitato l'affioramento di maggiori dimensioni.

- Depositi colluviali (Dco)

Sono costituiti da materiale derivato dall'alterazione e dal disfacimento del substrato roccioso, trasportato ad opera degli agenti morfogenetici in luogo diverso da quello di origine. Sono formati da elementi di differente pezzatura a spigoli vivi, immersi in una più o meno abbondante matrice limoso – argillosa.

In particolare, laddove creano morfologie subpianeggianti, tendono a creare situazioni di ristagno delle acque superficiali a causa della loro bassa permeabilità.

- Depositi di conoide (Dc)

Sono costituiti da elementi rocciosi di varia pezzatura, a spigoli vivi o parzialmente arrotondati, immersi in una matrice limosa ed argillosa quantitativamente variabile. Sono particolarmente riconoscibili e separabili dai restanti depositi soprattutto per la tipica forma a cono a cui danno origine allo sbocco di alcune valli laterali.

- Depositi lacustri (DI)

Sono caratterizzati da litologie prevalentemente fini (limi ed argille) con scadenti caratteristiche geotecniche.

Sono diffusi lungo la costa del lago a quote inferiori a 197 m s.l.m. che rappresenta la quota di una antica linea di costa della quale restano numerose tracce. I depositi lacustri si incuneano nell'ampia depressione presente a W dell'abitato di Iseo, tra il conoide del T. Cortelo e le torbiere.

Un altro importante affioramento è quello situato in località Polle, interessato in passato da attività estrattiva. È costituito da depositi glacio-lacustri laminati, essenzialmente limoso-argillosi, che si sono depositi durante la fase di ritiro dell'ultima espansione glaciale. Infatti non sono ricoperti da depositi più recenti, né risultano disturbati dall'azione del ghiacciaio.

Infine un ultimo affioramento di depositi lacustri, legato alla presenza in passato di un laghetto intermorenico, è stato cartografato in località S.Martino.

- Depositi glaciali (Dg)

Si tratta di ghiaie e blocchi poligenici in matrice limosa. Al loro interno sono riconoscibili depositi ottenuti sia per spalmatura del detrito glaciale dalla base del ghiacciaio in scorrimento, per fusione da pressione e/o altri processi meccanici di un ghiacciaio (*till di alloggiamento*, spesso sovraconsolidati), sia per lento rilascio del detrito glaciale da un ghiacciaio che non è più in movimento e non è interessato da deformazioni interne (*till di ablazione*).

Come già detto, il sistema morenico sebino è caratterizzato da abbondante till di alloggiamento e da scarso till di ablazione.

I depositi glaciali formano i cordoni morenici della cerchia di Clusane-Cremignane-Iseo, oppure si trovano addossati ai versanti montuosi.

- Depositi di contatto glaciale (Dcg)

Presentano una granulometria assai varia. Si sono generati nelle zone prossimali del ghiacciaio e sono costituiti da depositi vari (fluviali, lacustri, till di colata, colate di soliflusso e frane dei versanti) che hanno riempito i vuoti tra ghiacciaio e morena, o tra ghiacciaio e versanti montuosi, o ancora tra morena e versanti montuosi.

Sono stati cartografati sia lungo il versante orientale del M.Alto, sopra Clusane, sia nei dintorni di Cremignane, sia in località Padone, lungo la strada Iseo-Polaveno.

- Depositi fluvioglaciali (Dfg)

Sono depositi costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con subordinata matrice fine. La loro origine è dovuta alle acque di fusione glaciale che si muovono a velocità elevata e sono cariche di particelle abrasive che asportano il substrato su cui scorrono e lo depositano in zone a minore gradiente energetico. Una caratteristica dei corsi d'acqua fluvioglaciali è che la maggior parte del carico solido viene trasportata durante i pochi giorni estivi con fenomeni di piena.

Sono stati cartografati in corrispondenza delle due vallette fluvioglaciali di S.Teresa e di Bosine, entrambe ben conservate.

- Conglomerato o Ceppo di Cremignane (Co)

Si tratta di depositi prevalentemente ghiaiosi di origine fluviale da molto ben cementati a litificati; i ciottoli sono ben arrotondati e sono costituiti in prevalenza da tonalite, scisti cristallini, "porfidi", "verrucano" e subordinatamente da calcari scuri. Presenta striature glaciali.

Affiora esclusivamente nei pressi di Cremignane e di Timoline.

3.2.3. Caratteristiche strutturali

Le unità triassico-giurassiche sono coinvolte in pieghe e sovrascorrimenti sudvergenti che caratterizzano l'intera regione in esame

La struttura tettonica del territorio comunale è caratterizzata dal "sovrascorrimento di Punta dell'Orto" e dalla "sinclinale di Polaveno".

Il sovrascorrimento di Punta dell'Orto interessa la porzione nord - orientale del territorio comunale. Si tratta di due lineamenti tettonici che portano la "Dolomia a Conchodon" a

sovrascorrere le unità comprese fra la Formazione del “Rosso ad Aptici” ed il “Calcere di Domaro”, le quali a loro volta sovrascorrono la “Maiolica”.

Collegata alla presenza del sovrascorrimento è la “sinclinale di Polaveno”. Questa piega è costituita da una sinforme sinclinale che presenta, a causa della sua geometria, un fianco rovescio. Infatti la superficie assiale ha direzione Est – Ovest ed immersione verso Nord, mentre la linea di cerniera è immergente verso Ovest. Secondo la classificazione proposta da Roberts (1992) la piega risulta una sinclinale inclinata immergente.

Un altro elemento tettonico è rappresentato da una faglia in località Montecolo che mette in contatto la “Dolomia a Conchodon” con il “Calcere di Gardone Val Trompia”.

3.2.4. Caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi

Per una prima classificazione geotecnica del territorio comunale sono stati raccolti i dati relativi ad indagini geognostiche effettuate all'interno del comune. I dati di carattere geologico-tecnico sono stati messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico comunale e da alcuni professionisti che hanno operato nell'ambito del territorio comunale di Iseo.

Nella Figura 4 sono riportate le ubicazioni delle indagini effettuate di cui si ha conoscenza, mentre nella Tabella 4 sono riportati i riferimenti bibliografici dei singoli lavori. Come si può notare, le indagini sono ubicate soprattutto in corrispondenza dei terreni fini di origine lacustre.

La consultazione dei lavori eseguiti, unitamente alla geologia del territorio, consente di individuare nel territorio comunale le seguenti unità geotecniche (Figure 5a e 5b):

- ⇒ terreni prevalentemente fini (sabbioso-limoso-argillosi talora con torba) con caratteristiche geotecniche da scadenti a molto scadenti;
- ⇒ terreni prevalentemente grossolani (ghiaioso-sabbiosi);
- ⇒ terreni ghiaioso-sabbioso-limosi;
- ⇒ roccia affiorante o subaffiorante.

Le considerazioni che seguono sono indicative del comportamento medio del litotipo e non possono quindi sostituire indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dal D.M. 14 settembre 2005 “Norme tecniche per le costruzioni”) per la realizzazione di

interventi specifici sul territorio; permettono tuttavia di esprimere una valutazione di massima sull'area e di programmare le indagini geotecniche più opportune in relazione alle caratteristiche litologiche.

- Terreni prevalentemente fini

Si tratta prevalentemente di depositi lacustri o glaciolacustri poco o nulla addensati con caratteristiche geotecniche da scadenti a molto scadenti, come evidenziato dai risultati delle indagini geotecniche effettuate sia nell'area compresa tra il centro storico di Iseo e il Parco Naturale delle Torbiere, sia ai margini dell'area delle "Polle", sia a monte del Camping Quai.

Gli spessori di questi depositi variano in relazione all'andamento dell'antico fondo del lago che era piuttosto irregolare.

Nell'area compresa tra il centro storico di Iseo e il Parco Naturale delle Torbiere i risultati delle indagini hanno consentito di effettuare una CARTA LITOTECNICA DI DETTAGLIO (TAV.9) e di elaborare due sezioni idrogeologiche, come illustrato nel prossimo paragrafo.

In località "Polle" lo spessore dei depositi glaciolacustri varia in relazione all'andamento dell'antico fondo del lago, raggiungendo al massimo i 10-12 m nella zona centrale e riducendosi progressivamente verso la zona di raccordo con i rilievi morenici e con i depositi di conoide. Nella zona sono presenti materiali di riporto che sono stati utilizzati per colmare depressioni causate dall'attività estrattiva. Tali materiali possiedono caratteristiche geotecniche estremamente variabili.

Il livello piezometrico della falda corrisponde alle quote della superficie d'acqua nei laghetti e, in relazione all'andamento della superficie topografica, è spesso subaffiorante.

Nei pressi del Bùs del Quai, tra via Roma ed il raccordo della SS. N.510, i depositi lacustri hanno uno spessore variabile da 3,6 a 6,6 m e appoggiano su depositi sabbioso-ghiaiosi ben addensati.

- Terreni prevalentemente grossolani (ghiaioso-sabbiosi)

Comprendono i depositi alluvionali grossolani, quelli fluvio-glaciali e il detrito di falda. Si tratta di materiali costituiti prevalentemente da blocchi, ciottoli, ghiaie e sabbie con subordinata matrice fine. Le caratteristiche geotecniche sono generalmente buone.

- Terreni ghiaioso-sabbioso-limosi

Si tratta di depositi di origine glaciale costituiti da ghiaie, ciottoli e blocchi in abbondante matrice limoso-argillosa. Vista l'estrema variabilità di questa tipologia di depositi non è possibile una generalizzazione delle caratteristiche geotecniche di questi materiali che possono variare da buone a mediocri.

- Le aree costituite da ammassi rocciosi affioranti o subaffioranti

Le formazioni rocciose presenti nel territorio del Comune di Iseo presentano generalmente caratteristiche geomeccaniche da discrete a buone.

La presenza del "sovrascorrimento della Cima dell'Orto" e della "sinclinale di Polaveno" rende localmente gli ammassi rocciosi soggetti a stress e deformazioni molto intense. Queste deformazioni tendono a manifestarsi, nelle porzioni superficiali degli ammassi, per mezzo di sistemi di fratture più o meno persistenti che determinano parametri geomeccanici localmente mediocri.

Gli interventi nelle aree a substrato roccioso, trovandosi quasi esclusivamente in zone di versante, dovranno valutare, oltre alle condizioni meccaniche e alle caratteristiche geotecniche del substrato, anche l'assetto morfologico e l'acclività dei versanti.

L'individuazione di sorgenti (vedi Cap. 7), di grotte e di doline all'interno del territorio comunale o nelle sue immediate vicinanze testimoniano la presenza di fenomeni carsici più o meno profondi, fenomeni che richiedono studi particolareggiati qualora si intendano realizzare strutture particolarmente importanti o opere sotterranee.

3.2.5. Carta litotecnica di dettaglio dell'area compresa tra il centro storico di Iseo e le torbiere (Tav.9)

Nell'area compresa tra il centro storico di Iseo e il Parco Naturale delle Torbiere i numerosi dati disponibili relativi alle indagini geognostiche effettuate (sondaggi, prove penetrometriche statiche e dinamiche, indagini sismiche) hanno consentito di predisporre una CARTA LITOTECNICA DI DETTAGLIO (TAV.9) e di elaborare due sezioni idrogeologiche.

Nell'area interessata dal dettaglio il substrato roccioso è in buona parte coperto dai depositi quaternari. La formazione rocciosa delle Radiolariti affiora infatti in corrispondenza

del piccolo rilievo della Madonna della Neve e si approfondisce lungo i bordi del rilievo stesso, infossandosi sotto i depositi quaternari.

I dati relativi alla profondità del substrato roccioso, rilevati dalle stratigrafie, evidenziano la presenza di una sorta di conca con base intorno ai 130-140 m s.l.m., aperta verso il lago (direzione nord) e verso Cremignane (direzione ovest), chiusa verso il Monte Cognolo (direzione sud) ed il rilievo della Madonna della Neve (direzione est).

Nella porzione nord-occidentale del territorio studiato, a nord di via Rovato, sono presenti alcuni cordoni morenici della cerchia Clusane-Iseo, costituiti da depositi glaciali, formati da ghiaie e blocchi poligenici in matrice limosa.

Nella piana situata tra tali cordoni morenici e il rilievo della Madonna della Neve sono presenti in superficie depositi lacustri limoso-argillosi. Gli spessori di questi depositi variano in relazione all'andamento dell'antico fondo del lago. I dati stratigrafici dei pozzi e dei piezometri presenti, nonché i dati relativi alle indagini geognostiche disponibili evidenziano che nell'area compresa tra il centro storico di Iseo e il Parco Naturale delle Torbiere i depositi lacustri hanno spessori massimi di 3 m. Tra l'Istituto Tecnico "Antonietti" ed il lago, così come all'estremità sud-occidentale dell'area i depositi lacustri argilloso-limosi si approfondiscono leggermente, arrivando a 4 m di profondità.

Al di sotto dei terreni limoso-argillosi, nell'area compresa tra l'Oratorio S. Giovanni Bosco ed il Centro sportivo, tra via Gorzoni ed il lago, si riscontrano depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi. Nella zona del pozzo comunale di via Mier si tratta di ghiaia grossolana con ciottoli che si spinge fino almeno a 23 m (profondità raggiunta dal pozzo di via Mier). Si ipotizza che si tratti di antichi depositi di conoide del T. Cortelo. In corrispondenza del piezometro del campo sportivo (n.10) la stratigrafia indicativa, in quanto è stato realizzato a distruzione di nucleo, segnala la presenza di materiale ghiaioso-sabbioso fino almeno a -53 m; in realtà informazioni raccolte riguardanti prove di portata effettuate inducono a ritenere che il materiale ghiaioso-sabbioso contenga abbondante matrice limosa.

A sud del Centro sportivo e di via Gorzoni, le prove penetrometriche e i sondaggi più profondi individuano, inferiormente ai depositi lacustri, un livello ghiaioso-sabbioso potente dai 3 ai 5 m e, successivamente, limi sabbiosi talora con torba. Nel pozzo n. 8 i materiali limoso-argillosi si spingono fino a 50 m di profondità dal piano campagna.

Sulla Tav. 9 sono state quindi individuate due unità litotecniche: una caratterizzata da depositi lacustri passanti in profondità a depositi ghiaioso-sabbiosi, contraddistinta dal colore

verde, e l'altra definita da depositi lacustri passanti in profondità a depositi prevalentemente limoso-sabbioso, segnata in colore azzurro.

Per illustrare le caratteristiche idrogeologiche della piana sono state elaborate due sezioni idrogeologiche riportate in Tav.9: la sezione A-A' con andamento grosso modo N-S e la sezione B-B' con andamento grosso modo E-W. Nelle sezioni è stato inserito il livello piezometrico "dinamico" misurato in data 23.03.2010 con il pozzo di via Mier in attività con 108 l/s.

La sezione A-A' evidenzia nella zona del pozzo di via Mier (n. 3) la presenza dell'acquifero ghiaioso-sabbioso che tende a chiudersi in direzione S.

La sezione B-B' illustra invece che l'acquifero ghiaioso-sabbioso del pozzo di via Mier (n.3) prosegue in direzione W fino alla zona del piezometro del centro sportivo. Come già detto poco sopra si ritiene che la permeabilità dei depositi ghiaioso-sabbiosi in quest'ultima zona sia inferiore a quella che caratterizza i materiali nei pressi del pozzo di via Mier.

3.2.6 Caratteristiche pedologiche

Utilizzando il lavoro eseguito dalla Provincia di Brescia (Assessorato Agricoltura) intitolato *La zonazione della Franciacorta* (1997) ed in particolare alla tavola *I suoli della Franciacorta* realizzata in scala 1:50.000 dal Dott. Rodolfo Minelli, è stato prodotto un inquadramento pedologico del territorio comunale (Figura 6).

Uno sguardo d'insieme del territorio comunale consente di identificare 7 sistemi o sottosistemi di paesaggio ai quali corrispondono altrettanti gruppi di suoli:

- ⇒ i rilievi montuosi delle Alpi e Prealpi lombarde, caratterizzati da un substrato roccioso e da affioramenti litoidi;
- ⇒ le superfici di raccordo tra versanti e fondovalle, costituite da conoidi e falde detritiche;
- ⇒ i depositi glaciali intermedi (Pleistocene medio), costituiti da materiale di origine glaciale e fluvioglaciale mediamente alterati, sovente sepolti da coperture eoliche ("loess") e/o colluviali;
- ⇒ i depositi glaciali recenti (Pleistocene superiore), dotati di morfologia aspra e costituiti da sedimenti glaciali, fluvioglaciali e glaciolacustri poco alterati con diffusa presenza di pietrosità in superficiale e di scheletro nei suoli;

- ⇒ le scarpate di notevoli dimensioni, connesse all'azione erosiva delle acque incanalate dei torrenti;
- ⇒ le aree prive di suolo, comprendenti aree urbane, autostrade e cave;
- ⇒ le aree poste a quote superiori ai 496 m s.l.m.

All'interno dell'area in esame sono state riconosciute 21 unità pedologiche secondo il criterio di classificazione proposto dall'ERSAL per la realizzazione della carta dei suoli della Lombardia.

I nomi utilizzati per la classificazione pedologica fanno riferimento ai toponimi prossimi al sito del profilo tipo osservato, mentre i numeri delle unità sono quelli utilizzati dal lavoro precedentemente citato.

- Rilievi montuosi delle Alpi e Prealpi lombarde

All'interno di questo sistema di paesaggio sono stati individuati:

- ⇒ **I suoli Montorfano a pendenza molto elevata (Unità 1)** si sviluppano su substrati rocciosi calcarei più o meno affioranti con pendenze comprese tra 40 e 80%. Sono caratterizzati da orizzonti argillici sviluppati in modo estremamente discontinuo in tasche di dissoluzione, fratture, la profondità varia da sottile a moderatamente profonda (25 – 100 cm), con tessitura prevalentemente franco – argillosa. Il drenaggio è generalmente buono, ma può divenire moderatamente rapido o rapido.
- ⇒ **I suoli Corneto (Unità 3)** si rinvenivano sui substrati calcareo marnosi delle formazioni medoloidi (versante settentrionale del "Monte Cognolo"), con pendenza molto variabile (30-80%) e profondità a cui si trova la roccia che limita i suoli compresa tra i 30 e gli 80 cm (sottili o poco profondi). Le tessiture prevalenti sono franco – argillose o argillose. Il drenaggio è buono.
- ⇒ **I suoli Variani (Unità 4)** evolvono su rocce in cui prevalgono decisamente i termini marnosi ("Sass de la Luna") e che danno materiali di alterazioni molto argillosi, a colorazioni tendenzialmente grigiastre. I suoli sono poco o moderatamente profondi (75 – 150 cm), limitati dalla roccia, con tessitura argillosa o franco – argillosa. Il drenaggio è buono (o mediocre dove cala la pendenza).
- ⇒ **I suoli Montorfano a pendenza elevata (Unità 6)** hanno caratteristiche simili all'Unità 1 e sono localizzati in genere in aree interessate in passato da episodi erosivi, forse connessi alla scomparsa della copertura arborea naturale o ad asportazioni e sistemazioni antropiche.

- Aree di raccordo tra versanti e fondovalle

Questo sottosistema di paesaggio comprende i conoidi di deiezione e le fasce colluviali ai piedi dei versanti:

- ⇒ I **suoli Iseo (Unità 14)**, sviluppati sul conoide del T. Cortelo, sono risultati moderatamente profondi ((100 – 150 cm), a tessitura franca con drenaggio buono. Poiché il torrente Cortelo non risulta molto inciso nel conoide è possibile che vi siano tratti con suoli più evoluti ed altri meno.
- ⇒ I **suoli Piè di monte a pendenza moderata (Unità 15)** sono in assoluto i più tipici rappresentanti dei suoli su falda colluviale connessa a versanti calcarei o calcareo marnosi. Le colorazioni prevalenti sono bruno – rossastre o rosso scure, con profondità maggiore di 150 cm. La tessitura è franco – argillosa in superficie e argillosa o argilloso – limosa in profondità. Il drenaggio è buono, aiutato dalla pendenza.

- Depositi glaciali intermedi (Pleistocene medio)

Tra le colline del morenico intermedio sono incise vallecole un tempo occupate da scaricatori fluvioglaciali che hanno originato suoli a substrato ghiaioso – sabbioso – ciottoloso. In particolare sono presenti:

- ⇒ I **suoli Pagulle (Unità 30)**, evoluti su depositi fluvioglaciali (Valletta di S. Teresa) e caratterizzati da profondità variabile da moderata a elevata (> 100 cm), hanno tessitura franca o localmente franco – limoso – argillosa in superficie, franca o franco – argillosa o franco – sabbioso – argillosa in profondità. Il drenaggio è buono.

- Depositi glaciali recenti (Pleistocene superiore)

La porzione di maggior consistenza areale del territorio comunale è occupata dal morenico recente, rappresentato da terrazzi più o meno pianeggianti, occupati da depositi sovraconsolidati o da depositi di contatto sabbioso – limosi, ed aree di collegamento in debole pendenza, solitamente occupati da till di fondo. Nelle porzioni più ribassate all'interno della cerchia morenica compaiono poi depositi giaciolacustri molto fini, e colmature colluviali. La classe in esame è suddivisa in:

- ⇒ Sui versanti dei Monte Cognolo esposti a lago i suoli sono caratterizzati da una forte variabilità, dovuta a fenomeni erosivi, e vengono raggruppati con il nome di **suoli Uccellanda a pendenza molto elevata (Unità 31)**. I suoli hanno profondità variabile

tra il sottile ed il molto sottile (pochi cm – 50 cm), limitati dal substrato sovraconsolidato, con tessitura franco – sabbiosa o franca. Il drenaggio è moderatamente rapido o rapido.

- ⇒ I **suoli Nigoline (Unità 33)** sono relativamente simili agli Uccellanda (Unità 31) e presentano spessori da sottili a moderatamente profondi (25 – 100 cm), limitati dal substrato sovraconsolidato. La tessitura è franco – sabbiosa o franca. Il drenaggio è buono, anche se possono verificarsi locali ristagni dovuti alle basse pendenze.
- ⇒ In aree leggermente meno pendenti delle precedenti, sono maggiormente diffusi i **suoli Bordigo a pendenza moderatamente elevata (Unità 34)**, che presentano spessori da moderatamente profondi a profondi (75 – 150 cm), con tessitura franca e drenaggio buono.
- ⇒ I **suoli Foiano a pendenza moderata o moderatamente elevata ed i Santa Barbara (Unità 35)** costituiscono un'unica unità caratterizzati da estrema variabilità tra i due elementi tipici. I suoli Foiano sono moderatamente profondi o profondi (75 – 150 cm), limitati dal substrato molto calcareo più o meno sovraconsolidato. Presentano una tessitura franca in superficie e franca o franco – argillosa in profondità. Il drenaggio è buono. I suoli S. Barbara sono sottili (25 – 50 cm), limitati dal un substrato fortemente calcareo, presentano una tessitura franco – sabbiosa. Il drenaggio è moderatamente rapido. Generalmente i Foiano si trovano nelle concavità e nelle zone più basse degli appezzamenti, mentre i Santa Barbara compaiono nei piccoli dossi e nelle porzioni più alte dei versanti. Tra i due pedotipi esistono numerose situazioni intermedie.
- ⇒ I **suoli Foiano a pendenza bassa (Unità 36)** sono localizzati nella fascia che da Clusane giunge fino a Cremignane. Questi suoli presentano profondità variabili da moderatamente profondi a profondi (75 – 150 cm), tessitura franca in superficie e franca o franco – argillosa in profondità, con drenaggio buono. Nella porzione centrale ed orientale della cerchia dei morenico recente, compare una variante dei suoli precedenti caratterizzata da un minore tenore in argilla ed un minore approfondimento: si tratta dei **suoli Mancapane (Unità 37)**. Essi sono sottili o poco profondi (25 – 100 cm), con tessitura franca e drenaggio buono.
- ⇒ In alcune aree limitate poste all'interno della morena che contiene la torbiera delle Lame compaiono i **suoli Cerreto (Unità 38)** che sono moderatamente profondi (75 – 100 cm) a tessitura franca. Il drenaggio è mediocre.
- ⇒ Sui terrazzi subpianeggianti presenti lungo i versanti rivolti verso l'interno dell'anfiteatro morenico compaiono i **suoli Foiano a pendenza nulla (Unità 41)**, ossia i suoli tipici evoluti su depositi morenici a substrato sovraconsolidato. Questi suoli presentano

spessori variabili da poco profondi a profondi (75 – 150 cm), con tessitura franca in superficie e franca o franco – argillosa in profondità e drenaggio buono.

- ⇒ I suoli evoluti su depositi ghiaioso – sabbiosi sono raggruppati all'interno dei **suoli Limbo (Unità 43)**, moderatamente profondi o profondi (75 – 150 cm), limitati dal substrato ghiaioso – sabbioso, con tessitura franca in superficie e franco – argillosa nel secondo orizzonte. Il drenaggio è buono.
- ⇒ I suoli tipici dei depositi glaciolacustri sono i **suoli Colatore (Unità 45)** che sono moderatamente profondi (75 – 100 cm), limitati da orizzonti asfittici e tessitura franco – limosa o franca. Il drenaggio è lento e sono comuni i ristagni superficiali. Si tratta di suoli che richiedono una certa inclinazione delle superfici per evitare i problemi di ristagno e limitare l'infiltrazione.
- ⇒ Quest'unità, denominata **Longarone (Unità 49)**, è rappresentata dall'incisione dello scaricatore della cerchia morenica di Timoline, detto Longarone, il cui tratto apicale coincide con il Fosso Colatore. Nell'area in esame questi suoli compaiono lungo la parte meridionale della collina di Cremignane. I suoli sono moderatamente profondi (75 – 100 cm), limitati dal substrato a scheletro molto calcareo; con tessitura franca, franco – argillosa in profondità. Il drenaggio è mediocre.
- ⇒ I **suoli Uccellanda a pendenza estremamente elevata (Unità 66)** sono costituiti dalle scarpate non utilizzate a scopo agricolo, solitamente boscate, con pendenze prossime o superiori al 100%. Presentano spessori sottili o moderatamente sottili (25 – 50 cm), con tessitura franco – sabbiosa o franca a drenaggio rapido.

5 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

5.1 Descrizione della carta geomorfologica

Data la natura del presente lavoro, lo studio delle caratteristiche geomorfologiche del territorio ha essenzialmente le seguenti finalità:

- ⇒ valutare la pericolosità dei processi morfogenetici che possono determinare situazioni di rischio;
- ⇒ analizzare l'evoluzione geomorfologica del territorio comunale, in modo da verificare la compatibilità di eventuali cambiamenti di destinazioni d'uso;
- ⇒ evidenziare gli elementi che caratterizzano il paesaggio o che presentano interesse dal punto scientifico – naturalistico.

I processi morfogenetici e le relative forme di erosione o di deposito più significative sono riportati sulla CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. 2) prodotta in scala 1:7.500.

All'interno delle carte è stato distinto lo stato di attività del fenomeno geomorfologico individuato, differenziandolo in:

- ⇒ attivo: processi, forme e depositi legati a fenomeni “in atto” all'epoca del rilevamento e/o ricorrenti con ciclo stagionale;
- ⇒ quiescente: processi, forme e depositi per i quali esistono evidenze geomorfologiche o testimonianze storiche di attività nell'attuale sistema morfoclimatico e che, non avendo ancora esaurito la loro evoluzione, hanno concreta possibilità di riattivarsi;
- ⇒ non attivo o relitto: processi, forme e depositi riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse da quelle attuali, che hanno portato a termine la loro evoluzione e non possono più mutare.

Sono stati inoltre separati i fenomeni di natura antropica che hanno avuto o potranno avere una significativa influenza sull'evoluzione dell'ambiente naturale.

5.1.1 Forme, processi e depositi gravitativi di versante

Appartengono a questa categoria i fenomeni franosi.

I dissesti rilevati sul territorio comunale di Iseo sono riconducibili essenzialmente a scivolamenti rotazionali e a crolli di blocchi rocciosi da pareti o da tratti di versante molto ripidi.

- Scivolamenti rotazionali

Interessano generalmente i depositi glaciali caratterizzati da una abbondante frazione fine, in corrispondenza di pendii con pendenza prossima all'angolo limite di stabilità. La loro scarsissima permeabilità, in particolari condizioni idrogeologiche o in occasione di precipitazioni abbondanti, tende a saturarli di acqua diminuendo la coesione interna e appesantendoli, dando così origine a movimenti franosi più o meno lenti.

Le **frane attive** rilevate sono generalmente di dimensioni piuttosto ridotte, tali da non essere cartografabili. La loro ubicazione in carta è comunque indicata da un apposito simbolo.

La maggior parte è concentrata nella valle del T. Cortelo, in corrispondenza della profonda incisione che il corso d'acqua ha prodotto nei depositi glaciali a valle del ripiano di S. Martino. La valle del T. Cortelo è infatti una valle sospesa, sbarrata dai cordoni morenici. Dal ritiro del ghiacciaio l'erosione regressiva del corso d'acqua tende a raccordare il profilo longitudinale con il nuovo livello di base. Si è quindi prodotta una profonda incisione che è tuttora in evoluzione, come dimostrato dai numerosi dissesti presenti, riconducibili all'azione di scalzamento della sponda operata dalle acque durante gli eventi di piena e/o alla pendenza eccessiva della scarpata, non compatibile con le caratteristiche geotecniche dei materiali.

In località Imbocas, lungo la scarpata a valle della strada comunale che proviene da S. Teresa, si è verificata una frana in seguito alle abbondanti precipitazioni verificatesi nel 2000 (021SVm). La superficie di rottura della frana interessa la banchina ed una porzione della strada. I terreni coinvolti sono rappresentati dai depositi glaciali e dal sovrastante riporto stradale. L'Amministrazione Comunale ha in progetto la realizzazione di un muro in terra rinforzata (Mori, 2002).

Sempre lungo l'alveo del Torrente Cortelo, laddove l'incisione del torrente ha raggiunto il substrato roccioso, sono frequenti gli scivolamenti del materiale di copertura, soprattutto in sponda sinistra, nei tratti in cui la giacitura è a franapoggio.

I dissesti attivi interessano spesso il corpo di **vecchie frane di maggiori dimensioni, ritenute quiescenti** che, come illustrato dalla carta geomorfologica, sono concentrate soprattutto tra la località Bersaglio e le località e Casa Fidirighino - Cà Lucia.

Alcune di queste frane quiescenti sono prive dell'accumulo. L'assenza degli accumuli è da ricondursi all'azione erosiva del torrente e dei suoi affluenti che tendono ad asportare il materiale depostosi.

In località Roccolino nell'autunno 2000 si è verificata una frana per scivolamento e colata in depositi glaciali, innescata dalle acque meteoriche scaricate a valle della strada Iseo-Polaveno in occasione di abbondanti precipitazioni (n.490 del database dei dissesti della Regione Lombardia). Il dissesto ha interessato una porzione della frana quiescente e ha coinvolto il ciglio della strada sovrastante.

Poco più a valle, in località Bertagno, nel 1980 si è verificata una frana per scivolamento traslazionale nei depositi glaciali a causa dell'erosione al piede (n. 4 del database Regione Lombardia).

In località Padone, sempre nell'autunno 2000 si è verificata una frana per scivolamento nell'orizzonte superficiale di alterazione dei depositi glaciali che ha coinvolto la scarpata di un piccolo terrazzo morfologico. È stata innescata dalle precipitazioni intense e prolungate che hanno provocato la saturazione del terreno (n. 491 del database della Regione Lombardia).

In prossimità della località il Piano è stata identificata una frana relitta ormai stabilizzata.

Lungo il versante settentrionale e quello orientale del M. Alto, alle spalle di Clusane, non sono state evidenziate frane attive, ad eccezione di alcuni dissesti di piccole dimensioni concentrati all'interno di due aree che presentano problemi piuttosto simili a quelli evidenziati nella valle del T. Cortelo, classificate come "aree in erosione accelerata". Queste due aree, la più estesa delle quali comprende l'alta valle del Tufo, sono caratterizzate da superfici a forte pendenza impostate su depositi glaciali. Al loro interno sono presenti piccoli dissesti e fenomeni erosivi.

Lungo la S.P. 12 che collega Clusane d'Iseo e Paratico sono state riconosciute e cartografate due frane quiescenti.

Il versante settentrionale e quello orientale della dorsale M. Alto-Corno Pendita presentano inoltre alcune **frane di scivolamento considerate inattive**.

I rilievi di superficie non hanno confermato la presenza di alcune grosse frane inattive riportate nelle *Carte inventario delle frane e dei dissesti* prodotte dalla Regione Lombardia – Struttura Rischi Idrogeologici in scala 1:10.000.

- Crolli

I crolli si verificano soprattutto in corrispondenza delle pareti rocciose più o meno fratturate appartenenti alla formazione dei «Calcari medoloidi» e alla «Maiolica».

In comune di Iseo sono presenti tre zone interessate da fenomeni di crollo significativi per dimensione e pericolosità, ubicate nelle seguenti località:

1. “Rocca San Giorgio”: porzione di versante che dalla Rocca San Giorgio scende verso la s.s. n° 510 e la frazione di Covelo;
2. “San Fermo”: porzione di versante compresa tra San Fermo e la frazione di Pilzone;
3. “Corno Crili”: porzione di versante compresa tra il Monte del Crili, il Monte Cognolo e la frazione di Dangoli.

Su queste tre aree è stato realizzato uno studio geologico di dettaglio relativo alla caduta massi, al fine di procedere alla valutazione e zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia, riportato nell'ALLEGATO 1, i cui risultati sono illustrati nel par. 4.2.

Oltre a queste tre zone sono segnalate occasionali cadute di piccoli blocchi rocciosi lungo la S.P. 48 che collega l'abitato di Iseo con il comune di Polaveno; i frammenti rocciosi provengono dalla scarpata non stabilizzata prodotta dallo sbancamento della strada.

5.1.2 Forme, processi e depositi legate alle acque superficiali

- Fenomeni di erosione diffusa o incanalata

L'erosione, operata principalmente dall'acqua, asporta la parte superficiale del suolo, che contiene un'alta proporzione della sostanza organica e dei materiali fini che forniscono l'apporto nutritivo alle piante.

Si definisce diffusa l'erosione costituita da flussi non confinati di acqua turbolenta con velocità variabili da 1,5 a 30 cm/s. Il potere erosivo di questo fenomeno è limitato, ma spesso

investe aree molto estese. Se la velocità dell'acqua, in condizioni turbolente, supera i 30 cm/s si osserva il fenomeno del ruscellamento, con la creazione di solchi e canali erosivi. La quantità di materiale rimosso da questo fenomeno è notevole, anche se l'area su cui incide è limitata al solco scavato.

I fenomeni di erosione diffusa e incanalata sono riscontrabili in alcune località del territorio in esame, ma sono sempre di scarsa entità.

- Alvei torrentizi con tendenza all'approfondimento

Appartengono a questa tipologia di fenomeni i tratti di torrenti che, in occasione di eventi meteorici intensi, tendono ad approfondire il proprio alveo trasportando materiale solido verso il fondovalle. Questa tipologia di manifestazioni interessa la quasi totalità dei torrenti del comune di Iseo.

- Fenomeni di esondazione fluviale

Il territorio comunale di Iseo è stato in passato soggetto più volte a esondazioni da parte dei corsi d'acqua.

Gli eventi pluviometrici più intensi che hanno colpito il territorio di Iseo negli ultimi 40 anni, provocando allagamenti più o meno gravi, sono i seguenti: 17-21 settembre 1960, 30 ottobre 1976, 11 dicembre 1976, 20 maggio 1977, 28 agosto 1977, 22 settembre 1979, 25 settembre 1980, 26-27 maggio 1981, 26 giugno 1982, 6 agosto 1982, 19, 20 e 25 giugno 1992, 23-25 settembre 1992.

I dati messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico di Iseo e da quello della Comunità Montana del Sebino Bresciano, nonché la consultazione dell'archivio del Genio Civile di Brescia hanno consentito di ricostruire alcuni eventi alluvionali verificatisi in passato e di individuare i punti del reticolo idrico ritenuti critici e le aree allagabili.

Nel presente lavoro sono state individuate diverse tipologie di aree allagabili: le aree che possono subire un fenomeno di inondazione di modesta entità ("aree potenzialmente allagabili a bassa pericolosità"), le aree che possono subire un fenomeno di inondazione di grave entità ("aree potenzialmente allagabili ad alta pericolosità") e le aree situate lungo la rete idrica minore che hanno subito in passato almeno un fenomeno di inondazione ("aree occasionalmente allagate").

Per il T. Cortelo e per la Valle del Tufo sono stati utilizzati i risultati di due studi idraulici specifici, fatti realizzare dall'Amministrazione Comunale negli anni scorsi.

Per il T. Cortelo lo studio idraulico, integrato dallo studio geomorfologico del conoide e dai dati storici delle esondazioni verificatesi, ha consentito di definire aree a differente pericolosità (Rossi G, Ziliani L., *Torrente Cortelo – Verifica idraulica delle condizioni di deflusso della portata di piena nella zona urbana di Iseo*, 2000).

Sono state così definite ad “alta pericolosità” le aree con alta probabilità di essere interessate da fenomeni di trasporto in massa e / o trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido e con danneggiamento di opere e manufatti. Si tratta di un’ampia area sviluppata a monte e a valle del ponte di via Roma, di alcune aree limitrofe al ponte canale sulla ferrovia e al ponte di via Pusterla, nonché dell’area situata presso lo sbocco a lago.

In maniera analoga sono definite “a bassa pericolosità” le aree con moderata probabilità di essere esposte a fenomeni alluvionali (esondazione). Si tratta di aree all’interno delle quali si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20 – 30 cm) e trasporto di materiali sabbioso – ghiaiosi tali da non pregiudicare l’incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche. Sono state così classificate alcune aree, adiacenti alle precedenti, che possono essere interessate dallo scorrimento di acqua proveniente dalle aree classificate ad alta pericolosità a causa del T. Cortelo. L’acqua, fuoriuscita nei punti critici, si incanala lungo le strade e di conseguenza può interessare gli edifici che sono affacciati sulle vie e che hanno porte, finestre o cortili situati a quote inferiori.

Sono state definite “a bassa pericolosità” anche altre aree situate lungo la rete idrica minore che potrebbero essere interessate da allagamenti di modesta entità.

In località Le Polle, in corrispondenza della depressione occupata dai laghetti non si è ritenuto opportuno cartografare un’area allagabile. Tuttavia si sottolinea che in occasione di precipitazioni particolarmente intense e prolungate, il livello piezometrico, già vicinissimo al piano campagna, si innalza a causa della difficoltà di drenaggio delle acque, saturando i terreni. In tali condizioni è possibile che le aree più depresse vengano allagate sia a causa delle acque meteoriche e di scorrimento superficiale che ristagnano e sono smaltite con difficoltà, sia a causa dell’innalzamento del livello falda che satura i terreni.

- Orli di scarpata

Sono state individuati:

- ⇒ gli orli di scarpata dovuti a erosione fluviale o torrentizia, che sono attualmente in evoluzione;
- ⇒ gli orli dovuti a più agenti morfogenetici.

- Emergenza idrica effimera

In località Dossello sono state individuate alcune aree nelle quali durante i sopralluoghi i terreni risultavano saturi d'acqua.

- Conoidi alluvionali

All'interno del territorio comunale di Iseo sono stati individuati diversi conoidi le cui dimensioni sono molto variabili. Questi conoidi, originatisi dal trasporto di materiale ad opera dei torrenti principali e secondari, presentano un differente stato di attività.

Nell'area in esame sono presenti:

- ⇒ tre piccoli conoidi quiescenti lungo via Risorgimento tra i Km 2 e 4;
- ⇒ il conoide quiescente di Clusane, il cui apice è ubicato all'incrocio fra il Torrente Tufo e la Trav. II di Via Di Bernardo, sul quale sorge buona parte del centro storico di Clusane;
- ⇒ il conoide quiescente della Valle del Tufo, il cui apice si trova nei pressi della Casa il Mulino, che si sviluppa verso Est oltre la Trav. VII di Via Risorgimento;
- ⇒ il conoide quiescente della Valle della Rocchetta, che risulta essere coalescente con il conoide precedente, il cui sviluppo inizia a monte di Villa Campioni e termina oltre l'incrocio tra la Trav. VII di Via Risorgimento e Via Fornace;
- ⇒ il piccolo conoide quiescente lungo il viale dello Zuccone;
- ⇒ i due conoidi quiescenti lungo via Zatti;
- ⇒ il conoide quiescente in località Fontanelle;
- ⇒ il conoide del torrente Cortelo, all'interno del quale sono state individuate una zona relitta, una zona quiescente ed una zona attiva. La zona relitta, il cui apice è ubicato allo sbocco della Galleria Monte Cognolo, è caratterizzata dal fatto che il torrente Cortelo ha inciso il proprio alveo e di conseguenza non è più in grado di accrescere questa parte del conoide tramite il trasporto di materiale. A valle di via Roma si

riconoscono un vecchio conoide quiescente, prodotto quando il T. Cortelo scendeva lungo l'attuale via Sombrico, ed il conoide attivo, attraversato nella zona mediana dall'attuale percorso del torrente.

- ⇒ il piccolo conoide quiescente in località Imbocass;
- ⇒ i due conoidi quiescenti lungo il raccordo fra Via Roma e la nuova "S.S. 510";
- ⇒ i due piccoli conoidi quiescenti in località Montecolino;
- ⇒ il conoide del Torrente Vaglio, la cui parte relitta ricade nel territorio comunale di Iseo mentre la parte quiescente e quella attiva ricadono quasi esclusivamente nel territorio di Sulzano (Ziliani L., *Indagine geologica relativa al conoide del T. Vaglio*, 2000),.

- Aree interessate da scorrimenti con trasporto di materiale solido

Si tratta di aree che, in occasione di eventi meteorici eccezionali, costituiscono vie preferenziali di scorrimento delle acque superficiali, spesso cariche di fango e detriti. Queste vie preferenziali sono principalmente tratti di strada con un certo grado di pendenza, situate nella fascia pedemontana.

Nel comune di Iseo sono state individuate le seguenti aree:

- ⇒ allo sbocco della Valle del Tufo: Via di Bernardo e la Trav. II di Via Di Bernardo;
- ⇒ alcuni tratti delle strade che portano da Via Risorgimento alla Località Dossello; la pendenza elevata di alcuni tratti di strada e la carenza del sistema di raccolta delle acque di scorrimento superficiale può creare problemi erosivi e allagamenti;
- ⇒ un segmento di Via Zatti presso Ronco Zuccoli;
- ⇒ un breve tratto del raccordo fra Via Roma e la nuova "S.S. 510";
- ⇒ alcune zone di Via Bonomelli (S.P. 48) tra il Km 2 ed il Km 4;
- ⇒ Via Silano e la parallela a Via Volontari del Sangue nell'abitato di Pilzone.

- Aree in erosione regressiva

Si tratta di superfici profondamente incise dalla rete idrografica che tende ad approfondirsi e ad allungarsi con un progressivo arretramento delle testate delle incisioni torrentizie. In tali aree sono concentrati numerosi dissesti, dovuti all'azione di scalzamento della sponda operata dalle acque torrentizie durante gli eventi di piena e/o alla pendenza eccessiva della scarpata, non compatibile con le caratteristiche geotecniche dei materiali.

Piuttosto estesa è l'area in erosione regressiva prodotta dal T. Cortelo nei depositi glaciali, a valle del ripiano di S. Martino. La valle del T. Cortelo è stata sbarrata dai cordoni morenici.

Dal ritiro del ghiacciaio l'erosione regressiva del corso d'acqua tende a raccordare il profilo longitudinale con il nuovo livello di base. Si è quindi prodotta una profonda incisione, delimitata da versanti in forte pendenza quasi interamente boscati.

Altre due aree in erosione regressiva sono rappresentate dall'alta Valle del Tufo e da una valletta sua affluente, anch'esse caratterizzate da depositi glaciali profondamente incisi.

- Aree soggette ad allagamenti lacuali

Nel settembre 1960 il lago ha raggiunto il livello massimo di +1,83 m rispetto allo 0 idrometrico di Sarnico, situato a quota 185,15 m s.l.m.. (Prima della regolazione del lago, nel 1888, era stato raggiunto il livello +2,37 m).

Considerato che l'idrometro di Sarnico è situato a circa 1 km di distanza dalla diga e che quindi risente della chiamata di sbocco, si può ritenere che in occasione di eventi di piena la cadente tra lago e lago-fiume sia sensibile e che a Iseo possa essere dell'ordine di 0,20-0,30 m. Ne deriva che presumibilmente nel settembre del 1960 il lago ha raggiunto almeno una quota assoluta pari a 187 m s.l.m. Anche le testimonianze storiche (Pedersoli G. S. – *La lunga alluvione* (1960), 1992) e l'accurata testimonianza fotografica dei giorni in cui il lago aveva allagato il centro abitato di Iseo, messa a disposizione dall'Ufficio Tecnico Comunale, concordano con questo dato.

Sulla base delle informazioni raccolte sono state delimitate le aree allagabili nel caso si ripeta un simile evento meteorico.

5.1.3 Forme legate a fenomeni carsici

All'interno del territorio comunale sono presenti forme di tipo carsico determinate dalla dissoluzione delle rocce calcaree ad opera delle acque meteoriche (di norma leggermente acide). Il grado di aggressività dell'acqua verso i calcari dipende sia dalla temperatura dell'acqua che dalla sua possibilità di circolazione (la circolazione diminuisce la concentrazione di carbonato disciolto, rendendo l'acqua più aggressiva verso i calcari). Questa circolazione può essere favorita dalla presenza di fratture o discontinuità all'interno dell'ammasso roccioso. Le formazioni geologiche che sul territorio di Iseo sono maggiormente interessate dai fenomeni carsici sono la Maiolica e la Dolomia a Conchodon, laddove è calcarea.

Sulla CARTA GEOMORFOLOGICA sono riportate le cavità carsiche, tratte dalla *Carta delle grotte e delle sorgenti delle Prealpi Bresciane*.

Nella tabella 5, i cui dati sono tratti dalla carta sopra citata, sono riassunte tutte le caratteristiche principali delle grotte presenti nel territorio comunale. Ad ogni grotta è abbinata la numerazione corrispondente del Catasto delle grotte della Lombardia.

L'area carsica più interessante della zona è quella di Punta dell'Orto che nel territorio di Sulzano e di Polaveno presenta una notevole estensione di doline. Nella porzione di area carsica in territorio di Iseo ci sono numerose cavità, quali il *Silter de Fra* (n.100), la *Grotta sotto Punta dell'Orto* (n.472), la *Grotticella sopra il sentiero* (n.473), il *pozzo sotto il Silter de Fra* (n.474) e la *Grotticella vicino al pozzo nuovo* (n.475).

N.°	Denominazione	Comune	Quota [m s.l.m.]	Dislivello [m]	Sviluppo [m]
30	Büs del Quai	Iseo	265	32,0	1035,0
100	Silter de Fra	Iseo	925	7,0	18,0
253	Büs de l'Umbriù (Orècia de Parlo)	Iseo	725	120,0	400,0
427	Grotta sotto il Quai	Iseo	223	1,0	18,0
468	Prima Diaclasi di S. Fermo	Iseo	551	8,5	29,0
469	Seconda Diaclasi di S. Fermo	Iseo	569	19,0	72,0
472	Grotta sotto la Punta dell'Orto	Iseo	916	4,5	9,5
473	Grotticella sopra il sentiero	Iseo	881	3,5	8,0
474	Pozzo sotto il "Silter de Fra"	Iseo	915	7,5	20,0
475	Grotticella vicino al pozzo nuovo	Iseo	915	4,5	9,0
486	Sorgente della valle del Tüf	Iseo	351	3,0	53,5
571	2ª grotta sotto il Quai	Iseo	224	1,0	7,0
579	3ª grotta sotto il Quai	Iseo	205	0,0	6,0
580	4ª grotta sotto il Quai	Iseo	223	3,0	6,0
581	Büs del Bocàs	Iseo	581	7,0	21,0
582	Büs de le Sento Pèrè	Iseo	374	2,0	5,0

Tabella 5: Elenco delle grotte presenti nel comune di Iseo

Lungo il versante nord-occidentale di Punta dell'Orto sono presenti altre cavità carsiche. Il *Büs de l'Umbriù (Orècia de Parlo)* (n.253) è situato nella valle del T. Vaglio, in destra idrografica, a 725 m s.l.m. e possiede uno sviluppo di 400 m con un dislivello di 120 m. In sinistra idrografica, a 352 m s.l.m., è ubicata la *sorgente della valle del Tüf* (n.486), una

cavità carsica che funge da risorgente temporanea, con un dislivello di 3 m ed uno sviluppo di 53,5 m.

In località S.Fermo sono presenti altre due cavità: la *Prima Diaclasi di S. Fermo* (n. 468) e la *Seconda Diaclasi di S. Fermo* (n.469), ubicate a 551 e 569 m s.l.m. Il loro sviluppo è rispettivamente di 29 e 72 m con un dislivello di 8,5 e 19 m.

Un'altra risorgente temporanea emerge da una delle grotte più importanti del bresciano, il *Büs del Quai* (n.30), posizionata a 265 m s.l.m., con uno sviluppo di 1035 m ed un dislivello di 32 m. La grotta è visibile dalla strada statale, in prossimità dell'intersezione tra il nuovo tracciato e Via Roma, per la maestosa nicchia di ingresso alta 20 m, posta sopra una balza rocciosa. A seguito di intense e prolungate precipitazioni dalla grotta fuoriescono piene improvvise che si riversano nell'area sottostante, allagandola. A quote più basse, tra i 205 ed i 224 m s.l.m., si trovano altre quattro cavità, il cui sviluppo è compreso tra i 6 ed i 18 m ed dislivello varia tra 0 e 3 m.

Sul versante che dalla località Forcella porta alla Colma Bassa è segnalata una grotta a quota 581 m s.l.m. denominata *Büs del Bocàs* (n.581) che presenta uno sviluppo di 21 m con un dislivello di 7 m.

Un'altra grotta, denominata *Büs de le Sento Père* (n.582), è situata nella valle del Torrente Cortelo, a quota 374. Questa cavità ha uno sviluppo di 5 m con un dislivello di 2 m.

Le aree carsiche, oltre a rappresentare zone di interesse naturalistico e paesaggistico, costituiscono aree fragili dal punto di vista delle acque sotterranee.

5.1.4 Forme, processi e depositi glaciali

All'interno di questa categoria ricadono tutte le forme legate alle fasi glaciali susseguites nel Quaternario.

- Le creste di morena

In senso morfologico si intende con il termine morena un dosso allungato costituito da detrito e accumulatosi al margine di un ghiacciaio. Nel presente lavoro sono state riportate le creste delle morene ancora visibili sul territorio.

Si tratta di elementi di particolare interesse paesistico, oltre che geomorfologico, in quanto strutturano il paesaggio.

Particolarmente significativi sono i due cordoni paralleli e ravvicinati di Invino-S.Teresa, all'interno dei quali si è sviluppata una valletta fluvioglaciale.

Pure rilevanti dal punto di vista paesistico sono i cordoni che dal Camping Sassabanek si sviluppano fino a Clusane bordando il lago. Appena arretrati si trovano i cordoni di Cremignane e quello che taglia la III traversa di via Risorgimento, a Clusane.

- Gli scaricatori fluvioglaciali

I ghiacciai la cui terminazione è sulle terre emerse rilasciano grandi quantità di acqua di fusione. I corsi d'acqua che percorrono le pianure prossime al ghiacciaio erodono e rielaborano materiali di origine glaciale ridepositandoli con caratteristiche litofacies fluvioglaciali.

Sono stati individuati due percorsi di scaricatori fluvioglaciali, rappresentati oggi da due vallette a fondo piatto situate in località Bosine e in località S. Teresa.

- I massi erratici

I massi erratici costituiscono la testimonianza visibile della avanzata dei ghiacciai nel quaternario. Il loro ritrovamento in posto e la loro ubicazione (soprattutto alle quote più elevate) hanno un importante valore scientifico in quanto consentono di capire le quote massime raggiunte dai ghiacciai durante le fasi di espansione.

- Rocce montonate

Sono segnalate le zone nelle quali i segni dell'abrasione del ghiacciaio sulle rocce è particolarmente evidente e si possono osservare gobbe rocciose levigate e arrotondate, spesso associate in gruppi irregolari, con strie, scanalature, e solchi glaciali, diretti secondo il flusso del ghiacciaio.

Le rocce sono sagomate secondo la direzione di movimento della massa glaciale. Sono infatti arrotondate sul lato controcorrente e presentano invece forme spezzate (con pareti rocciose) sul lato a valle. Significative sono le rocce montonate di Montecolino.

A Cremignane il Ceppo omonimo presenta strie e solchi glaciali perfettamente conservati.

5.1.5 Forme antropiche

Tra le forme di origine antropica sono stati cartografati i tratti dei corsi d'acqua caratterizzati da sponde artificiali e le principali opere di regimazione idraulica..

Inoltre sono segnalate le aree interessate in passato da attività estrattiva, le scarpate antropiche e i depositi costituiti da materiale di riporto.

5.2 Valutazione e zonazione della pericolosità da frane di crollo nelle località “Rocca San Giorgio”, “San Fermo” e “Corno Crili”

Su queste tre aree soggette a fenomeni di crollo di massi è stato realizzato uno studio geologico di dettaglio al fine di procedere alla valutazione e zonazione della pericolosità e, laddove ritenuto necessario, definire la tipologia, le dimensioni e l'ubicazione delle opere da predisporre a difesa delle abitazioni e delle strade sottostanti.

Lo studio è riportato nell' ALLEGATO 1.

Nell'ambito dello studio allegato, per ogni sito, sono state elaborate la “Carta della pericolosità preliminare” e la “Carta della pericolosità finale”.

Il termine “preliminare” attribuito alla pericolosità è dovuto al fatto che in questa tavola il grado di pericolosità non tiene conto né del grado di attività delle pareti rocciose dalle quali si staccano i massi, né delle eventuali opere di difesa già esistenti nell'area, né del fatto che gli edifici presenti costituiscano essi stessi delle barriere in grado di salvaguardare la porzione di territorio a valle. Al contrario la “Carta della pericolosità finale” tiene conto di tutti questi fattori.

Sulla CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. 2) sono riportate le “aree potenzialmente interessate dalla traiettoria di frane di crollo o dal rotolamento massi” così come risultano dalla Carta della pericolosità preliminare.

La “Carta della pericolosità finale” è invece stata utilizzata per definire le aree in dissesto con legenda uniformata PAI che sono riportate sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV.5) in quanto vincoli legati alla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89.

In particolare sono state cartografate come “area di frana attiva (Fa)” le pareti rocciose interessate dal distacco di massi e le sottostanti classi di pericolosità H5, H4 e H3. Le aree appartenenti alla classe di pericolosità H2 sono state definite come “area di frana quiescente” e le aree appartenenti alla classe di pericolosità H1 sono state definite come “area di frana stabilizzata (Fs)”.

Le classi di pericolosità finale, riportate anche sulla CARTA DI SINTESI (TAV.6), sono state inoltre utilizzate per definire le classi di fattibilità geologica: le pareti rocciose interessate dal distacco di massi e le sottostanti classi di pericolosità H5, H4 e H3 corrispondono alla classe di fattibilità 4, la classe di pericolosità H2 corrisponde alla classe di fattibilità 3, mentre la classe di pericolosità H1 corrisponde alle classi di fattibilità 1 o 2.

Le correlazioni tra classi di pericolosità, voci della legenda PAI e classi di fattibilità hanno rispettato la Tabella 2 contenuta nei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.” allegati alla D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566.

5.3 Caratteristiche morfologico-strutturali del paesaggio

In riferimento al Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia e alla D.G.R. 8 novembre 2002 n.7/11045, nel presente paragrafo si esaminano le caratteristiche morfologico-strutturali del paesaggio di Iseo.

Il territorio di Iseo partecipa a due sistemi territoriali di paesaggio i cui aspetti strutturali sono strettamente legati alla vicenda glaciale:

- coste del Lago di Iseo e ambiti montani collegati
- sistema morenico della Franciacorta

Coste del Lago di Iseo e ambiti montani collegati

La costa del Lago di Iseo costituisce una fascia subpianeggiante generalmente piuttosto stretta in quanto i versanti montuosi incombono sul lago. La fascia si allarga in corrispondenza degli ampi conoidi prodotti dall'abbondante materiale morenico eroso e depositato dai principali corsi d'acqua.

Lungo la costa sono presenti le due penisole di Montecolo e Montecolino che corrispondono a due gobbe rocciose levigate e arrotondate dal ghiacciaio. Localmente i

segni dell'abrasione del ghiacciaio sulle rocce sono particolarmente evidenti e si possono osservare strie, scanalature, e solchi glaciali, diretti secondo il flusso del ghiacciaio. Significative sono le "rocce montonate" di Montecolino.

La morfologia dei versanti montuosi è molto varia: sono presenti pareti rocciose come quelle del Corno dei Creili, della Rocca San Giorgio e di S. Fermo, versanti acclivi con substrato roccioso subaffiorante e pendii dolci in corrispondenza dei depositi glaciali addossati ai versanti, spesso caratterizzati da serie di scarpate morfologiche e da creste di cordoni morenici.

Si tratta di un paesaggio con diversi caratteri identificativi che concorrono a connotarlo.

Negli ambiti montani gli elementi che strutturano il paesaggio sono:

- picchi, cime, sommità arrotondate
- crinali, creste rocciose, passi
- dirupi e pareti rocciose
- scarpate morfologiche
- terrazzi naturali
- creste di cordoni morenici
- massi erratici

Alcuni di questi elementi, quali le scarpate morfologiche, i terrazzi naturali e le creste dei cordoni morenici sono particolarmente vulnerabili in quanto sono situati in aree poco acclivi, facilmente soggette a processi di trasformazione.

Particolarmente significativi sono i due cordoni morenici paralleli e ravvicinati di Invino-S. Teresa, all'interno dei quali si è sviluppata una valletta fluvioglaciale. Poco più a valle, in località Bosine sono presenti altri due piccoli cordoni morenici paralleli che delimitano un'altra valletta fluvioglaciale.

Notevole rilievo morfologico, oltre che paesistico, riveste l'ampio ripiano a morfologia ondulata di S. Martino, compreso tra il cordone di Invino-S.Teresa e il versante montuoso.

Significativa è inoltre la serie di scarpate morfologiche che caratterizza la morfologia del versante nord-orientale del Corno Pendita, alle spalle di Clusane.

Sistema morenico della Franciacorta

Il sistema morenico della Franciacorta presenta la classica struttura a cerchie concentriche che segnano le diverse fasi di espansione dei ghiacciai.

I rilievi morenici presentano una morfologia dolce dovuta al materiale incoerente che le costituisce, messo in posto dal ghiacciaio e successivamente modellato dal ruscellamento e dalla degradazione meteorica. Le cerchie sono state frazionate dall'erosione delle acque originatesi dallo scioglimento del ghiacciaio. I cordoni morenici sono separati da depressioni che spesso corrispondono ai percorsi degli antichi scaricatori fluvio-glaciali. All'interno delle depressioni intermoreniche sono frequenti conche lacustri o palustri.

Nel territorio di Iseo particolarmente rilevanti dal punto di vista paesistico sono i cordoni che dal Camping Sassabanek si sviluppano fino a Clusane bordando il lago. Appena arretrati si trovano i cordoni di Cremignane e quello che taglia la III traversa di via Risorgimento, a Clusane.

I cordoni di Cremignane separano le due ampie depressioni occupate dalle torbiere e dai laghetti delle "Polle" di interesse ambientale e naturalistico, oltre che paesistico.

Nel sistema morenico gli elementi che strutturano il paesaggio sono principalmente:

- creste di cordoni morenici
- scarpate morfologiche
- terrazzi naturali
- bacini d'acqua e zone umide con vegetazione idrofila
- sistema dei corsi d'acqua, il cui percorso è frequentemente evidenziato da vegetazione arborea e arbustiva

Il P.T.C.P. individua nel territorio della Provincia di Brescia un certo numero di "Ecomosaici", intesi come "complessi di unità ecosistemiche strutturalmente e funzionalmente coerenti". Gli ecomosaici interessati dal Comune di Iseo sono:

- coste naturali del Lago di Iseo e ambiti montani collegati - ECM 34
- coste orientali insediate del Lago di Iseo - ECM 35
- ambito collinare a sud del Lago di Iseo - ECM 44
- Torbiere di Iseo - ECM 45
- Rilievi ad ovest della Val Trompia - ECM 46

➤ Ecomosaico della Franciacorta - ECM 55

Nel Comune di Iseo sono presenti tre elementi areali di rilievo che costituiscono l'ossatura del progetto speciale di rete ecologica del P.T.C.P. Si tratta di ambiti di specificità biogeografia (BS2) per i quali sarebbe opportuno avviare politiche di valorizzazione specifica. Essi corrispondono a:

- Riserva Naturale delle Torbiere
- Clusane con il versante orientale del M. Alto e la zona umida in località "Polle"
- Ambito montano che comprende il M. Cognolo, la Colma Bassa e la Colma Alta con la valle del T. Cortelo, Punta dell'Orto fino a Montecolo.

Si segnala infine la presenza di un "bene geologico" rappresentato dal "Conglomerato o Ceppo di Cremignane", formazione geologica costituita da depositi fluviali molto ben cementati.

La necessità di tutela deriva da un lato dalla ristrettezza degli affioramenti di questa unità geologica e dall'altro dalle strie e scanalature che l'abrasione del ghiacciaio ha lasciato, in particolare su un affioramento. Dal punto di vista scientifico si ritiene necessario salvaguardare la possibilità di osservare e studiare quanto meno gli affioramenti più interessanti.

6 PERICOLOSITÀ SISMICA

6.1 Introduzione

L'attività sismica storica nel bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria evidenziata nella FIGURA 7 che costituisce uno stralcio della "Carta neotettonica dell'Italia" (Ambrosetti et al., 1987), modificata da Cassinis et alii, 1990. Il territorio di Iseo appartiene ad "un'area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore; in forte sollevamento durante il Pliocene medio-superiore e il Quaternario".

La sismicità di questa zona è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria.

Da un punto di vista storico i terremoti più significativi il cui epicentro è collocabile in un'area di 10 Km dal territorio comunale sono i seguenti:

Anno	Intensità (scala Mercalli)	Magnitudo (scala Richter)	Epicentro
1581	n. d.	n. d.	Capriolo
1661	VII/VIII	n. d.	Lago d'Iseo
1774	Effetti notevoli		Rovato
1894	VII	4,7	Gussago
1904	V	3,6	Iseo
1934	V/VI	4,3	Pisogne
1947	VI	4,1	Gardone Val Trompia
1974	IV/V	3,3	Lumezzane
2002	VI	4,2	Lago d'Iseo
2004	VIII	5,2	Lago di Garda-Val Sabbia

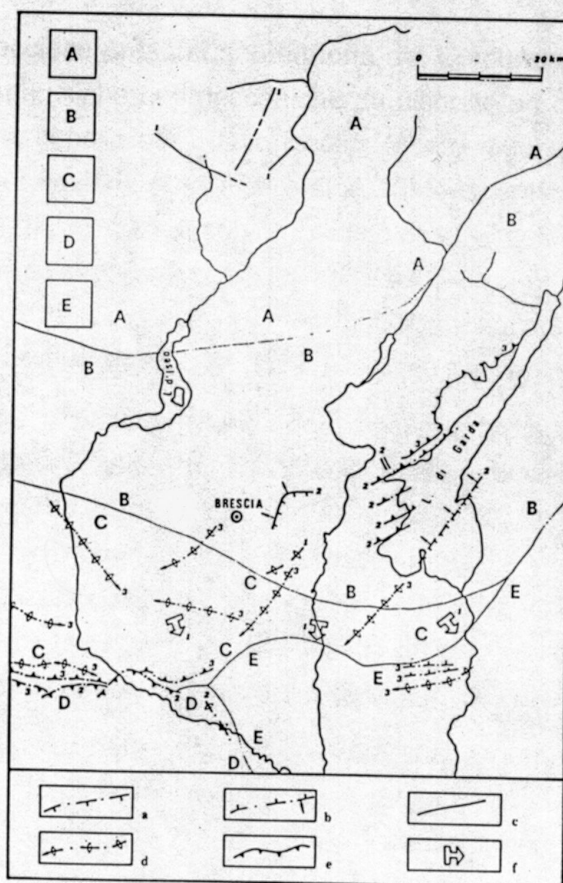
Tabella 6: elenco degli eventi sismici registrati

6.2 Zona sismica di appartenenza

La nuova normativa sismica (allegata alla OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003) suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche. Ciascuna zona è contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (*formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi*), espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g .

Fig. 7 – Carta neotettonica riferita al territorio bresciano

(da Cassinis G., Perotti C., Vercesi P.L. (1990) – Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche e ulteriori temi di ricerca. In: Attualità dell'opera di A. Cozzaglio nel 40° della scomparsa, Ateneo di Brescia)



– Carta neotettonica riferita al territorio bresciano (da Ambrosetti et al., semplificata).

Elementi areali: A = catena alpina interessata da un forte e all'incirca continuo sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario. Le deformazioni avvengono per faglie normali e localmente trascorrenti; B = area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore; forte sollevamento durante il Pliocene medio e superiore e il Quaternario; C = area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario; D = area caratterizzata da continuo e intenso abbassamento durante il Pliocene e il Quaternario. Deformazioni pressoché assenti o, localmente, blande per piegamento; E = area interessata da abbassamento generalizzato. Moderate deformazioni avvenute principalmente per piega, e localmente per sovrascorrimento.

Elementi lineari: a = faglia normale; b = faglia inversa; c = faglia di tipo non definito; d = asse di anticlinale; e = sovrascorrimento; f = sollevamento differenziale. Elementi che definiscono i momenti di attività neotettonica degli elementi lineari: 1 = attivo nel Pleistocene-Olocene e forse in precedenza; 2 = attivo nel Pliocene e nel Quaternario; 3 = attivo dal Pliocene (generalmente medio e superiore) al Pleistocene inferiore; 4 = attivo nel Pliocene (generalmente inferiore e medio).

Il Comune di Iseo ricade in Zona Sismica 3 e al suo interno il valore di a_g da adottare è pari a 0.15g. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

Alla stessa data sono entrate in vigore anche le "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14 settembre 2005). In data 4 febbraio 2008 sono state pubblicate in Gazzetta Ufficiale le nuove NTC (D.M. 14 gennaio 2008) in sostituzione di quelle del 2005.

La Regione Lombardia con D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 recepisce, in via transitoria e fino a nuova determinazione, la classificazione contenuta nella OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003.

6.3 Carta della pericolosità sismica locale

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28/05/2008, prevede un 1° livello di approfondimento che consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica. Le diverse situazioni tipo (scenari) in grado di determinare gli effetti sismici locali sono elencate nella tabella riportata di seguito.

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili ai seguenti scenari, rappresentati sulla CARTA DI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tav. 4):

- Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi (Instabilità);
- Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti (Instabilità);
- Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana (Instabilità);
- Z2 - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (Cedimenti e/o liquefazioni);
- Z3a - Zona di ciglio $H > 10$ m (Amplificazioni topografiche);
- Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo: appuntite - arrotondate (Amplificazioni topografiche);

- Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi (Amplificazioni litologiche);
- Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre (Amplificazioni litologiche);
- Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (Amplificazioni litologiche);
- Z5 - Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Comportamenti differenziali).

Nelle aree identificate come “Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi”, “Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti”, “Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana” e “Z2 - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti” è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento previsto dalla normativa regionale necessario per la quantificazione dei fenomeni di instabilità e dei cedimenti.

Per le aree interessate dalla “Z5 - Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti” non è previsto un approfondimento delle conoscenze dal punto di vista sismico in quanto tale scenario esclude la possibilità di edificare a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione potrà essere superata qualora si operi in modo tale da ottenere un terreno di fondazione omogeneo.

Per gli altri scenari di pericolosità sismica individuati si rende necessaria l'applicazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 che consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

6.4 Applicazione del 2° livello

6.4.1 Effetti morfologici

L'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28/05/2008 riporta la procedura per la valutazione qualitativa degli scenari morfologici suscettibili di amplificazione sismica. Tali scenari sono costituiti da “Z3a - Zona di ciglio $H > 10$ m” e da “Z3b - Zona di cresta rocciosa”.

Nel territorio di Iseo (vedi tav. 4) sono osservabili diverse scarpate che presentano altezze anche notevolmente superiori a 10 m; si segnalano soprattutto quelle rilevate all'interno della

Valle del T. Cortelo, a valle di località Invino, Padone, Bosine, Rocca San Giorgio, San Fermo, Pareo e lungo le pendici nord e ovest di Montecolo.

Per quanto riguarda le creste e i cocuzzoli, sebbene quelli individuate ricadano generalmente in aree non urbanizzate o urbanizzabili, è stata comunque condotta l'analisi sulla base della scheda "EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE – SCENARIO Z3b".

In tavola 4 (CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE) sono riportate le creste e le scarpate individuate e anche le tracce delle sezioni utilizzate per l'analisi sismica.

Facendo riferimento alle relative schede per gli effetti morfologici riportate nell'allegato 5 sono stati ottenuti i fattori di amplificazione (F_a) che dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica nazionale vigente.

Per gli effetti morfologici la procedura fornisce il valore di F_a solamente per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

I valori di F_a ottenuti dalle schede di valutazione (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore di S_T delle Norme Tecniche per le Costruzioni riportate in tabella 3.2.VI del D.M. 14 gennaio 2008 (derivante dalla categoria topografica – Tab. 3.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008), che rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa nazionale non è sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione topografica presente nel sito. Rispetto al valore di soglia, viene considerata una variabilità di + 0.1 che tiene conto della variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

A fine paragrafo sono riportate le schede utilizzate per l'analisi topografica.

Scenario Z3a - Zona di ciglio $H > 10$ m

La scheda riportata nell'integrazione dell'allegato 5 (Scheda: "Effetti morfologici – scarpata – scenario Z3a) illustra le caratteristiche morfologiche per la classificazione delle scarpate e per la valutazione del fattore di amplificazione.

Per il territorio di Iseo le scarpate individuate presentano fattori di amplificazione F_a compreso tra 1.1 e 1.3 nell'intervallo 0.1-0.5 s.

Tale fattore di amplificazione (F_a abaco) deve essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica nazionale vigente ed

essere confrontato con il valore di S_T delle Norme Tecniche per le Costruzioni, che rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa non è sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione topografica presente nel sito. Il valore di S_T di riferimento è quello relativo alla categoria topografia T2, nella quale ricadono le scarpate individuate.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s	
Fa abaco	Soglia norma Categoria topografica T2
1.1÷1.3	1.2

Il confronto mostra come il valore di soglia sia uguale al valore di Fa ottenuto dall'abaco considerando una variabilità di + 0.1 che tiene conto della variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata.

Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo

La scheda riportata nell'integrazione dell'allegato 5 (Scheda: "Effetti morfologici – creste – scenario Z3b) illustra le caratteristiche morfologiche per la classificazione delle creste e per la valutazione del fattore di amplificazione.

Il confronto mostra come i valori di soglia siano superiori o uguali ai valori di Fa ottenuti dall'abaco.

Lungo alcune sezioni si osserva un valore calcolato di Fa superiore di 0.1 rispetto al valore di soglia, che indica situazioni topografiche limite. In questi casi, in fase di progettazione, risulta quindi ancora più importante la corretta applicazione della normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) e in particolare delle tabelle 3.2.IV – *Categorie topografiche* e 3.2.VI – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T* .

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per il territorio di Iseo la possibile amplificazione sismica di carattere topografico risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione topografica.

6.4.2 Effetti litologici

Per l'applicazione del 2° livello di approfondimento è necessario conoscere, oltre alla stratigrafia del sito, l'andamento della velocità delle onde trasversali (V_s) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s ed in particolare lo spessore e la velocità V_s di ciascuno strato. Sulla base dei risultati del livello 1, illustrati sulla carta della pericolosità sismica locale (Tav. 4), sono state scelte 4 aree campione dove realizzare indagini geofisiche per la ricostruzione di profili di V_s che potessero essere rappresentativi degli scenari individuati in tutto il territorio.

I terreni presenti nel territorio di Iseo sono caratterizzati da un'accentuata variabilità anche all'interno delle di una stessa unità litologica individuata. Utilizzando, in associazione ai dati geofisici, i dati geotecnici e le stratigrafie dei pozzi disponibili si è cercato di individuare, all'interno delle unità litologiche, le aree maggiormente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Di conseguenza non vi è sempre corrispondenza tra i limiti delle unità litologiche che definiscono il modello geologico e gli scenari di pericolosità sismica individuati.

La tabella riportata di seguito illustra i dati geofisici utilizzati in rapporto allo scenario individuato:

Area campione per indagine geofisica	Scenario di pericolosità sismica locale
ST1 – Campo Sportivo ST2 - Pilzone	Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi
ST3 - Clusane ST4 – Via Roma	Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre
Fantecolo (Provaglio d'Iseo) ST3 – Borgonato (Corte Franca)	Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

Tabella 7: elenco degli stendimenti per indagini geofisiche utilizzati

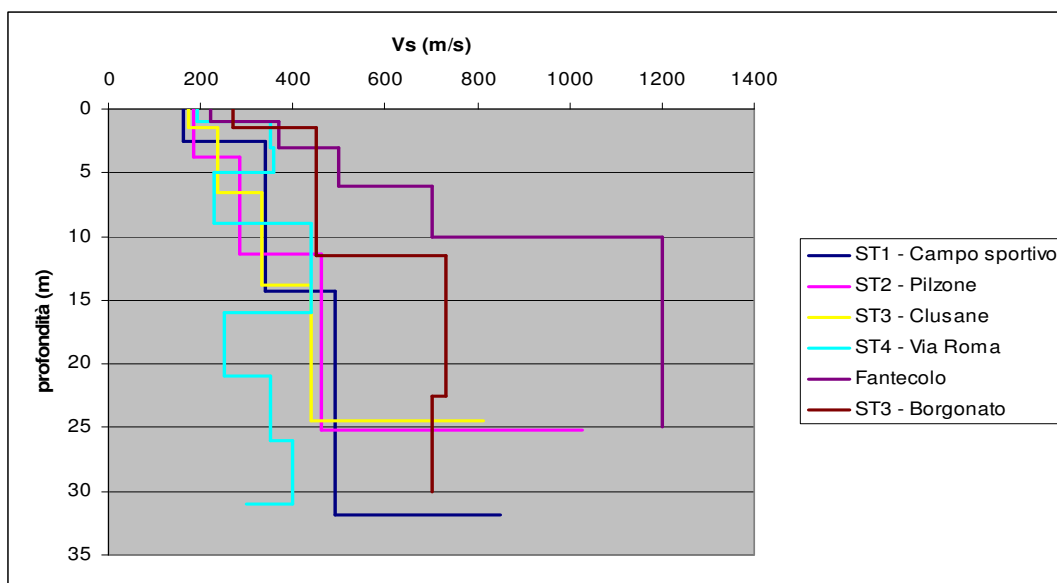
Lungo gli stendimenti ST1, ST2 e ST3 sono state realizzate indagini di sismica a rifrazione con onde di volume V_p e V_s ; mentre lungo lo stendimento ST4 sono state effettuate due diverse tipologie di indagini: indagine di sismica a rifrazione con onde di volume V_p e V_s e analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW.

Per la valutazione degli effetti di amplificazione litologica all'interno dello scenario "Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi" si è fatto riferimento ad

indagini geofisiche eseguite in territori limitrofi appartenenti caratterizzati dalle medesime litologie; in particolare si sono reperiti i dati disponibili per i Comuni di Provaglio d'Iseo e Corte Franca.

L'ubicazione delle indagini geofisiche è riportata in Tavola 4 – Carta della pericolosità sismica locale.

Di seguito si riporta un grafico che illustra l'andamento delle Vs con la profondità per i dati geofisici raccolti.



Il livello di attendibilità dei dati geofisici, derivanti da indagini dirette, risulta alto; tuttavia, vista l'estrema variabilità delle litologie che costituiscono i terreni presenti nel territorio di Corte Franca si ritiene più corretto assegnare ai dati un livello di affidabilità medio.

ST1 – Campo Sportivo

In base ai valori delle onde di taglio (Vs) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo C "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti" ($V_{s30} = 365$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio Vs con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.312 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia limoso-argillosa tipo 2 (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 3 (colore blu) e

inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.312$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.8$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.2$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Iseo per la categoria di sottosuolo C.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C	Fa calcolato	Soglia norma C
1.8	1.9	1.2	2.4

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di F_a ottenuti dall'abaco.

ST2 – Pilzone

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo C “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti” ($V_{s30} = 366$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.275 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia limoso-argillosa tipo 2 (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.275$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 2.1$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.2$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Iseo per la categoria di sottosuolo C.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C	Fa calcolato	Soglia norma C
2.1	1.9	1.2	2.4

Il confronto mostra come, per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s, il valore di F_a ottenuto dalla procedura contenuta nell'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 risulta maggiore del valore soglia. Quindi, in fase di progettazione edilizia, sarà necessario o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, ovvero quello della categoria di sottosuolo D.

ST3 – Clusane

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo C “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti” ($V_{s30} = 364$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.280 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia limoso-argillosa tipo 2 (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.280$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 2.1$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.2$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Iseo per la categoria di sottosuolo C.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C	Fa calcolato	Soglia norma C
2.1	1.9	1.2	2.4

Il confronto mostra come, per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s, il valore di F_a ottenuto dalla procedura contenuta nell'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 risulta maggiore del valore soglia. Quindi, in fase di progettazione edilizia, sarà necessario o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, ovvero quello della categoria di sottosuolo D.

ST41 – Via Roma

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo C “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti” ($V_{s30} = 319$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.512 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia limoso-sabbiosa tipo 2 (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 3 (colore blu) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.512$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.8$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.5$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Iseo per la categoria di sottosuolo C.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C	Fa calcolato	Soglia norma C
1.8	1.9	1.5	2.4

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di F_a ottenuti dall'abaco.

Stendimento Fantecolo (Provaglio d'Iseo)

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo B “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti” ($V_{s30} = 730$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.107 s. Utilizzando la scheda relativa alla ghiaiosa (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 3 (colore blu) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.107$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.2$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.0$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Iseo per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.2	1.5 + 0.1	1.0	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di F_a ottenuti dall'abaco.

ST3 – Borgonato (Corte Franca)

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" ($V_{s30} = 560$ m/s).

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.198 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia ghiaiosa (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 3 (colore blu) e inserendo nell'abaco il periodo $T = 0.198$ s, il fattore di amplificazione risulta $F_a = 1.3$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.1$ nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di F_a (F_a abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Corte Franca per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.3	1.5 + 0.1	1.1	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di F_a ottenuti dall'abaco.

6.4.3 Conclusioni dell'analisi sismica di 2° livello

L'applicazione della metodologia regionale per la valutazione degli effetti di amplificazione litologica evidenzia innanzitutto come, anche all'interno dello stesso scenario individuato, si possano avere risultati non uniformi.

A fini cautelativi, si prendono in considerazione solamente i valori peggiori individuati per gli scenari "Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi" e "Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre".

Per quanto riguarda lo scenario "Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi", i dati raccolti in comuni limitrofi per litologie simili evidenziano un comportamento sismico che non porta a valori di fattore di amplificazione F_a maggiori rispetto a quelli di soglia.

Sulla Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (Tav. 7) saranno riportate tutte le aree per le quali è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento in fase progettuale, cioè le aree classificate "Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi", "Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti", "Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana" e "Z2 - Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti".

Saranno inoltre riportati, per facilitare la lettura della carta, solamente gli scenari che hanno evidenziato un fattore di amplificazione F_a maggiore rispetto a quello di soglia ("Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi" e "Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre").

In queste aree, in fase di progettazione edilizia, sarà necessario o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore.

Alla luce della complessità litologica del territorio comunale e volume ridotto di terreno indagabile attraverso le indagini realizzate, qualora in fase di progettazione le indagini geologico-geotecniche (ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008) evidenzino dei risultati in contrasto con quanto emerso dal presente studio, sulla base di dati geofisici sito-specifici sarà possibile applicare nuovamente la procedura di secondo livello prevista dall'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 per la valutazione della reale amplificazione sismica locale.

7 IDROGEOLOGIA

7.1 Caratteristiche idrogeologiche del territorio

Dal punto di vista idrogeologico nel comune di Iseo si distingue il settore montuoso, dominato dagli affioramenti del substrato roccioso calcareo e calcareo-marnoso ed il settore morenico e perilacustre che coincide con il territorio pianeggiante o debolmente ondulato, costituito prevalentemente da depositi glaciali, fluvioglaciali, lacustri e di torbiera.

Nella tabella seguente ad ogni unità geologica descritta precedentemente è associata una valutazione del tipo e grado di permeabilità del litotipo, del significato idrogeologico della formazione e del grado di vulnerabilità delle acque sotterranee in corrispondenza ad essa.

Descrizione	Unità geologiche	Tipo di permeabilità	Grado di vulnerabilità
Depositi prevalentemente limosi o limoso – sabbiosi, o limoso – argillosi.	DI, Dco	Bassa per porosità. Sono possibili falde sospese per lo più a carattere stagionale, contenute negli orizzonti poroso-permeabili.	Medio-basso
Ghiaie e blocchi in matrice limoso-argillosa.	Af, Dcg, Dg	Medio – bassa per porosità. La potenzialità idrica è nel complesso limitata, contenendo ridotte falde idriche per lo più a carattere stagionale.	Da basso a medio
Depositi di prevalente natura torbosa, frammisti a limi e limi sabbiosi.	Dt	Bassa per porosità. La circolazione idrica ed il regime idrogeologico in questi depositi sono direttamente collegati con le acque dei laghi.	Alto
Detriti ghiaiosi in matrice sabbioso-limosa più o meno abbondante.	Al, Df, Dfg, Dc	Alta o medio-alta per porosità in funzione della distribuzione della frazione fine, con presenza di falde libere.	Alto
Conglomerati e depositi travertinosi	Co, Tr	Formazioni a permeabilità media per porosità, con circolazione discontinua.	Medio
Calcari compatti, ben stratificati con presenza di selce, più o meno marnosi.	MAI	Formazione permeabile per fratturazione con circuiti idrici irregolari, ma in genere continui, di tipo carsico, localizzati secondo direzioni strutturali preferenziali.	Alto
Calcari dolomitici, calcari e dolomie calcaree a stratificazione per lo più indistinta o potente.	DCO	Formazioni permeabili per fratturazione e fessurazione con circuiti idrici irregolari e pervasivi nel corpo roccioso, con circolazione di tipo carsico	Elevato
Calcari più o meno marnosi	GVT, DOMA, DOMB, CONA, CONB	Formazioni a permeabilità da media a bassa per fessurazione. Circolazione idrica piuttosto irregolare e discontinua.	Medio
Marne calcaree, marne e selci con locali intercalazioni di argilliti	RAD, RAP, BRU, SDL	Formazioni a permeabilità bassa per fessurazione. Circolazione idrica poco sviluppata per la presenza di frequenti interstrati marnoso-argillitici.	Basso

Tabella 8: Unità idrogeologiche

Sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 3 Est e 3 Ovest) il territorio è stato suddiviso in base al grado di permeabilità dei terreni e degli ammassi rocciosi, raggruppando le unità che presentano comportamento idrogeologico omogeneo. Sono inoltre riportati i pozzi utilizzati per l'acquedotto comunale, i pozzi privati, le sorgenti che alimentano l'acquedotto comunale e quelle non captate o captate da privati.

7.1.1 Settore montuoso

Il settore montuoso è caratterizzato dalla presenza di rocce prevalentemente calcaree o calcareo-marnose che presentano una circolazione idrica sotterranea più o meno sviluppata.

Gli affioramenti di "Dolomia a Conchodon" e di "Maiolica", caratterizzati da forme carsiche (doline, inghiottitoi, ecc.) e dalla presenza di zone intensamente fratturate per motivi tettonici, consentono una facile penetrazione delle acque nel sottosuolo che vanno ad alimentare i circuiti idrici sotterranei, sviluppati prevalentemente lungo direzioni preferenziali che sono in stretto rapporto con le discontinuità più importanti dell'area.

L'area che si sviluppa da Punta dell'Orto alla Colma Bassa fino al M. Cognolo si presenta frammentata in almeno due settori, delimitati dal sovrascorrimento di Punta dell'Orto che consente solo una intercomunicazione molto limitata tra gli stessi.

Il territorio situato a nord di Punta dell'Orto appartiene alla struttura idrogeologica di Sulzano-Zone, mentre quello situato a sud fa parte della struttura idrogeologica di Iseo-Polaveno-Sarezzo. Quest'ultima comprende la sinclinale di Polaveno, ampia piega con asse W-E, localmente deformata, che interessa le formazioni rocciose dal "Selcifero Lombardo" fino al "Sass de la Lūna". Il nucleo della sinclinale è costituito in misura limitata dalle rocce marnose poco permeabili del "Sass de la Lūna" e della "Marna di Bruntino" e in buona parte invece dai calcari permeabili per fessurazione e carsismo della "Maiolica" che consentono l'infiltrazione delle acque e la loro circolazione sotterranea.

Le acque sotterranee trovano nel "Selcifero Lombardo" un livello generalmente poco permeabile (salvo dove è intensamente fratturato) che impedisce una ulteriore percolazione e convoglia le acque in superficie, dando origine a diverse sorgenti, quali la sorgente Madonnina a Sarezzo e le sorgenti Gelé e Valle di Avino a Polaveno, tutte situate nella porzione orientale della sinclinale.

Nella porzione occidentale che interessa il comune di Iseo l'assetto geostrutturale favorisce l'emergenza di sorgenti nella zona compresa tra Covelo e il T. Cortelo. La sorgente

carsica più importante è quella che emerge dal *Büs del Quai*, grotta sviluppata nella formazione della “Maiolica”. Si tratta di una sorgente temporanea che si attiva solo in seguito a prolungate precipitazioni e che può anche originare piene improvvise che si riversano nell’area sottostante, allagandola. Sempre dalla “Maiolica” emerge la sorgente “Covelo”, utilizzata in passato per il funzionamento di un mulino.

Altre sorgenti emergono invece dai depositi glaciali addossati al versante che, anche se caratterizzati da permeabilità media o medio-bassa, drenano dal substrato roccioso le acque sotterranee, fungendo da serbatoi.

Emergono da depositi glaciali la sorgente Bonomelli che alimenta l’acquedotto comunale e alcune emergenze idriche di esigua entità situate lungo via Bonomelli.

Lungo il versante orientale della dorsale M.Alto-C.Pendita non emergono sorgenti particolarmente significative. Infatti la giacitura degli strati rocciosi facilita il deflusso delle acque sotterranee verso nord-ovest. Sono presenti comunque alcune sorgenti di esigua entità che emergono dai depositi glaciali.

7.1.2 Settore morenico e perilacustre

7.1.2.1. Struttura idrogeologica

Nel settore morenico e perilacustre che caratterizza la porzione centrale del territorio di Iseo l’alternarsi di periodi glaciali e interglaciali ha portato alla sovrapposizione e interazione dei fenomeni di deposito e di erosione, per cui materiali sedimentati durante la fase glaciale vennero spesso erosi e rimaneggiati nella successiva fase interglaciale. Ne deriva una struttura idrogeologica piuttosto complessa, caratterizzata dall’alternarsi di livelli permeabili e di orizzonti a bassa permeabilità che presentano brusche variazioni laterali.

I depositi fluvioglaciali e quelli alluvionali e di conoide, caratterizzati da permeabilità medio-alta possono contenere falde freatiche, la cui potenzialità, generalmente piuttosto scarsa, varia comunque in relazione allo spessore dei depositi, alla loro permeabilità e ai processi di alimentazione.

Altre falde freatiche, generalmente di bassa potenzialità, alimentate dalle precipitazioni, sono contenute nei cordoni morenici e sono legate a condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali. In corrispondenza dell’intersezione tra la superficie della falda e quella topografica si hanno manifestazioni sorgentizie, caratterizzate da portate esigue, e fenomeni

di alimentazione della rete idrografica che esercita un effetto drenante sulla falda superficiale.

I depositi di origine lacustre e glacio-lacustre che si trovano nella zona compresa tra la stazione di Iseo e la Tangenziale sud e nella depressione delle “Polle” sono caratterizzati da alternanze di orizzonti poroso-permeabili, costituiti da sabbie spesso limose e di orizzonti semi-permeabili o impermeabili, rappresentati da limi sabbiosi o argillosi.

Nei livelli sabbiosi o limoso-sabbiosi è possibile una esigua circolazione idrica.

Nella zona delle “Polle” si tratta di livelli idrici semiconfinati, considerati i tempi lunghi di riempimento delle cavità prodotte dall’escavazione di argilla, descritti dagli operatori delle cave di argilla. Il livello piezometrico di questo sistema idrico superficiale semiconfinato corrisponde alle quote della superficie d’acqua nei laghetti. È presumibile che la superficie piezometrica segua l’andamento della superficie topografica, convergendo verso la zona dell’incubatoio ittico, e che da lì degradi verso NE (Casa Breda), defluendo nel lago. In passato nell’area erano presenti diversi pozzi, profondi qualche metro, che attualmente risultano chiusi.

Nella zona compresa tra la stazione di Iseo e la Tangenziale sud il livello piezometrico è legato a quello del Lago di Iseo e dello specchio d’acqua delle torbiere. In particolare i rilievi piezometrici effettuati nell’ambito dello *Studio idrogeologico di fattibilità di un parcheggio interrato in viale Repubblica* (Ziliani L., 2010) evidenziano che in condizioni statiche la superficie piezometrica è molto piatta e presenta generalmente un gradiente molto basso diretto dal lago verso l’interno della piana (da nord-ovest verso sud-est). In seguito a precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate può verificarsi un aumento dell’alimentazione da parte del conoide del T. Cortelo in grado da determinare un’inversione del gradiente da sud-est verso nord-ovest. In condizioni intermedie la superficie piezometrica è piatta ed il livello del lago e quello della falda sono in equilibrio.

La **falda superficiale** è alimentata dalle acque meteoriche e di scorrimento superficiale, dai corsi d’acqua e dai circuiti idrici provenienti dai versanti montuosi.

L’escursione piezometrica annuale è pari a circa 1-2 m. In occasione di precipitazioni particolarmente intense e prolungate il livello piezometrico si innalza a causa della difficoltà di drenaggio delle acque.

Nel settore occidentale del territorio, tra i 30 e i 50 m di profondità dal piano campagna, è presente una **falda acquifera confinata o semiconfinata** captata da due pozzi pubblici

(Cremignane e Badaline) e da alcuni pozzi privati. Essa è contenuta in un livello di conglomerato più o meno fessurato con ghiaia e sabbia.

Nella tabella 9 sono riportati i pozzi pubblici e privati che risultano presenti nel territorio comunale.

7.1.2.2. Sezioni idrogeologiche

Per illustrare la struttura idrogeologica del territorio sono state realizzate due sezioni idrogeologiche (Figura 8), la cui traccia è riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAVV. 3 Est e 3 Ovest).

La sezione A-A', parallela alla linea di costa del Lago di Iseo, evidenzia la presenza, nel settore occidentale (pozzi 2 e 11), di un livello acquifero ghiaioso-conglomeratico presente all'incirca tra i 30 e i 50 m di profondità dal piano campagna. Lo stesso livello è stato incontrato anche dal pozzo 1 di Cremignane (sezione B-B'). Il conglomerato dovrebbe corrispondere al "Ceppo di Cremignane" che affiora a NE di Cremignane. Più in profondità, a circa 80-100 m di profondità, il pozzo 2 (Badaline) ed il pozzo 11 hanno incontrato un ulteriore livello acquifero costituito anch'esso da ghiaia più o meno cementata.

Nel settore orientale della sezione, ancora a circa 30-50 m di profondità, è presente un livello ghiaioso (pozzi 3, 8, 9 e 10).

La sezione evidenzia inoltre la continuità della coltre di depositi a bassa permeabilità (rappresentati sia dai depositi glacio-lacustri che da quelli glaciali) che ricopre il livello acquifero captato dai pozzi, proteggendolo da eventuali infiltrazioni superficiali. Questa coltre si assottiglia a pochi metri all'estremità orientale della sezione A-A', in corrispondenza dei pozzi 3 (via Mier) e 7, situati in prossimità di una emergenza del substrato roccioso e del conoide del Torrente Cortelo.

A nord-est della Stazione ferroviaria, lungo la costa del lago fino a Montecolo, il substrato roccioso è situato a ridotta profondità e di conseguenza i depositi quaternari possiedono spessori assai limitati. Tuttavia i depositi ghiaioso-sabbiosi possono costituire acquiferi di un certo interesse, soprattutto se ben alimentati, come ad esempio i depositi alluvionali attraversati dal pozzo di via Mier, alimentati presumibilmente dal conoide del T. Cortelo oppure i depositi alluvionali attraversati dai pozzi di Pilzone e di Montecolino, alimentati verosimilmente anche dalle acque del lago.

Pure nella sezione B-B', tracciata tra il pozzo Badaline ed il pozzo Cremignane, si riconosce il livello acquifero ghiaioso-conglomeratico situato a circa 30-40 m di profondità dal piano campagna, protetto in superficie da materiali a bassa permeabilità. Tuttavia il pozzo Cremignane è situato in corrispondenza di depositi di contatto glaciale, che possono essere caratterizzati da una notevole varietà granulometrica in senso sia verticale che orizzontale. In altre parole, considerata la genesi dei depositi situati al di sopra dell'acquifero captato dal pozzo, non si può escludere la presenza di lenti più o meno permeabili e di conseguenza le acque captate dal pozzo Cremignane non risultano così protette come quelle del pozzo Badaline.

La struttura idrogeologica dell'area compresa tra il centro storico di Iseo e le torbiere è illustrata in dettaglio nelle due sezioni idrogeologiche riportate in Tav.9 (CARTA LITOTECNICA DI DETTAGLIO E SEZIONI IDROGEOLOGICHE), già illustrate nel paragrafo 3.2.5.

7.1.2.3. Vulnerabilità delle acque sotterranee: settore montuoso

Nel settore montuoso le aree di affioramento di "Dolomia a Conchodon" e di "Maiolica" costituiscono aree ad elevata vulnerabilità delle acque sotterranee in quanto sono caratterizzate da forme carsiche (doline, inghiottitoi, ecc.) e dalla presenza di zone in cui l'ammasso roccioso si presenta intensamente fratturato per motivi tettonici. Di conseguenza le acque di scorrimento superficiale si infiltrano facilmente nel sottosuolo e vanno ad alimentare i circuiti idrici sotterranei.

7.1.2.4. Vulnerabilità delle acque sotterranee: settore morenico e perilacustre

La valutazione del grado di vulnerabilità nel settore morenico e perilacustre è stata effettuata utilizzando il sistema DRASTIC, proposto da Aller et Al., 1985 ed utilizzato dall'Epa (U.S. Environmental Protection Agency). I parametri su cui si basa sono i seguenti:

- D = Profondità della falda
- R = Ricarica della falda
- A = Mezzo acquifero saturo
- S = Tipo di suolo
- T = Inclinazione della superficie topografica
- I = Mezzo non saturo
- C = Conducibilità idraulica

Di questi 7 parametri i primi due sono dinamici, cioè soggetti a variazioni nel tempo, mentre gli altri 5 sono statici, cioè costanti nel tempo, salvo variazioni antropiche in particolare sul suolo. La variabilità di ciascun parametro, in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio (I) variabile da 1 a 10. La maggiore o minore importanza dei diversi parametri è controllata da un peso fisso (P) attribuito al parametro, variabile da 1 a 5, che viene moltiplicato per il punteggio di ogni singolo parametro. La somma dei punteggi corrisponde ad un indice Drastic ID ($ID = \sum I \cdot P$).

I punteggi, compresi tra 23 e 230, sono stati da noi suddivisi in 10 classi di vulnerabilità i cui limiti sono riportati nella tabella seguente.

CLASSI	LIMITI	VULNERABILITA'
1	23-43	minima
2	44-64	estremamente bassa
3	65-85	molto bassa
4	86-106	bassa
5	107-127	mediamente bassa
6	128-148	mediamente alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

Tabella 10: Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)

Nel settore morenico e perilacustre sono state individuate tre situazioni differenti: l'area di affioramento dei depositi lacustri, quella dei depositi di conoide e i cordoni morenici.

Per il territorio occupato dai depositi lacustri l'analisi dei parametri sopra esposti ha portato ad attribuire i punteggi riportati nella tabella sottostante.

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	0-2 m	10	5	50
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Sabbie limose	6	3	18
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8	2	16
T	Pendenza	0-2 %	10	1	10
I	Mezzo non saturo	Sabbie limose	4	5	20
C	Conducibilità idraulica	0,76-1,4 m/s $\cdot 10^{-4}$	2	3	6
	TOTALE (ID)				140

Tabella 11: Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti al territorio occupato dai depositi lacustri

L'indice Drastic risulta pari a 140 e corrisponde alla classe di vulnerabilità mediamente alta.

Come evidenziato nella tabella seguente, nel territorio occupato dai depositi di conoide la vulnerabilità risulta alta (ID = 155), in quanto i depositi presentano una permeabilità piuttosto alta.

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	2-5 m	8	5	40
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie e sabbie	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività media	5	2	10
T	Pendenza	2-6 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	1,4-3,2 m/s *10 ⁻⁴	4	3	12
	TOTALE (ID)				155

Tabella 12: Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti al territorio occupato dai depositi di conoide

In corrispondenza dei cordoni morenici la vulnerabilità risulta mediamente bassa (ID = 118).

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	5-10 m	7	5	35
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie limose	6	3	18
S	Tipo di suolo	Protettività media	5	2	10
T	Pendenza	10-20 %	3	1	3
I	Mezzo non saturo	Ghiaie limose	4	5	20
C	Conducibilità idraulica	1,4-3,2 m/s *10 ⁻⁴	4	3	12
	TOTALE (ID)				118

Tabella 13: Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti ai cordoni morenici

7.2 Pozzi comunali

L'acquedotto comunale è alimentato, oltre che dalla sorgente Bonomelli, da cinque pozzi:

- Pozzo Cremignane (n. 1 in Tav.3)
- Pozzo Badaline (n. 2 in Tav.3)
- Pozzo Ferrovia di via Mier (n. 3 in Tav.3)
- Pozzo Pilzone (Montecolino) (n. 4 in Tav.3)

I pozzi Cremignane e Badaline captano la falda acquifera contenuta in un livello di conglomerato più o meno fessurato con ghiaia e sabbia situato a profondità comprese all'incirca tra 30 e 40 m dal piano campagna.

Il pozzo di via Mier capta invece una falda libera contenuta in depositi superficiali prevalentemente ghiaiosi. I tratti di colonna fessurata sono infatti situati tra 15 e 21 m di profondità dal piano campagna.

Anche il pozzo Pilzone (Montecolino) capta una falda libera contenuta in depositi ghiaiosi superficiali; i filtri sono situati tra 6 e 20 m e tra 21 e 25 m di profondità dal piano campagna.

Sia il pozzo di via Mier che il pozzo Pilzone sono in collegamento con le acque del lago.

Per definire lo stato qualitativo delle acque di falda captate dai pozzi pubblici sono stati esaminati i parametri chimici relativi alle acque distribuite dai pozzi Cremignane, Badaline, via Mier e Pilzone dal 1999 ad oggi, messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico di Iseo.

Le tabelle seguenti evidenziano i valori massimi e minimi dei parametri chimici più significativi rilevati, con indicazione dei valori guida e della concentrazione massima ammissibile, previsti dal D. Lgs. 31/2001.

Tutti i parametri chimici rientrano nei limiti di legge.

Pozzo Cremignane (n.1)

Parametro	Val. max	Val min	Val.limite DPR 236/88
Conducibilità elett. 20°C (µS/cm)	761	655	-
Residuo (mg/l)	533	458	1500
Durezza tot. (gr. franc.)	41,2	37,5	-
Alcalinità (mg/l HCO ₃ ⁻)	389	367	-
Cloruri (mg/l)	15,3	13,0	-
Azoto ammoniacale (mg/l NH ₄ ⁺)	0,20	0,05	0,5
Azoto nitroso (mg/l NO ₂ ⁻)	0,05	0,02	0,1
Azoto nitrico (mg/l NO ₃ ⁻)	39,0	26,5	50
Ossidabilità sec. Kübel (mg/l)	0,6	0,4	5
Ferro (mg/l)	0,097	0,020	0,2
Manganese (mg/l)	0,005	0,010	0,05

Pozzo Badaline (n.2)

Parametro	Val. max	Val min	Val.limite DPR 236/88
Conducibilità elett. 20°C (µS/cm)	596	516	-
Residuo (mg/l)	417	361	1500
Durezza tot. (gr. franc.)	30	26	-
Alcalinità (mg/l HCO ₃ ⁻)	346	306	-
Cloruri (mg/l)	8,2	6	-
Azoto ammoniacale (mg/l NH ₄ ⁺)	0,2	0,05	0,5
Azoto nitroso (mg/l NO ₂ ⁻)	0,05	0,02	0,1
Azoto nitrico (mg/l NO ₃ ⁻)	5,0	1,3	50
Ossidabilità sec. Kübel (mg/l)	0,6	0,4	5
Ferro (mg/l)	0,169	0,02	0,2
Manganese (mg/l)	0,026	0,011	0,05

Pozzo Mier (n.3)

Parametro	Val. max	Val min	Val.limite DPR 236/88
Conducibilità elett. 20°C (µS/cm)	671	587	-
Residuo (mg/l)	470	346	1500
Durezza tot. (gr. franc.)	38,9	34,1	-
Alcalinità (mg/l HCO ₃ ⁻)	383	342	-
Cloruri (mg/l)	16,2	11	-
Azoto ammoniacale (mg/l NH ₄ ⁺)	0,2	0,05	0,5
Azoto nitroso (mg/l NO ₂ ⁻)	0,05	0,02	0,1
Azoto nitrico (mg/l NO ₃ ⁻)	30,3	17,1	50
Ossidabilità sec. Kübel (mg/l)	0,9	0,4	5
Ferro (mg/l)	20	20	0,2
Manganese (mg/l)	10	5	0,05

Pozzo Pilzone (n.4)

Parametro	Val. max	Val min	Val.limite DPR 236/88
Conducibilità elett. 20°C (µS/cm)	596	495	-
Residuo (mg/l)	417	347	1500
Durezza tot. (gr. franc.)	34	26,4	-
Alcalinità (mg/l HCO ₃ ⁻)	323	277	-
Cloruri (mg/l)	12,7	5,8	-
Azoto ammoniacale (mg/l NH ₄ ⁺)	0,2	0,05	0,5
Azoto nitroso (mg/l NO ₂ ⁻)	0,05	0,02	0,1
Azoto nitrico (mg/l NO ₃ ⁻)	24,5	13,9	50
Ossidabilità sec. Kübel (mg/l)	0,8	0,4	5
Ferro (mg/l)	20	20	0,2
Manganese (mg/l)	10	5	0,05

Le figure 9, 10, e 11 illustrano l'andamento nel tempo rispettivamente della conducibilità elettrica specifica a 20 °C, della durezza totale e dei nitrati.

In tutte e tre le figure si osserva che il pozzo Badaline è caratterizzato da valori più bassi rispetto a quelli degli altri pozzi e da oscillazioni dei parametri più contenute nel tempo.

Inoltre i dati relativi al pozzo Badaline riportati nella tabella precedente ed in particolare il valore molto basso dei nitrati e i valori relativamente alti dei parametri ferro e manganese indicano che il chimismo delle acque è tipico di falda profonda che non comunica direttamente con le falde superficiali o con corsi d'acqua.

Le acque captate dai pozzi Cremignane e via Mier (e in misura leggermente minore quelle emunte dal pozzo Pilzone) presentano invece un chimismo che sembra risentire maggiormente dell'apporto da parte delle acque superficiali e quindi indicano che l'acquifero captato è più vulnerabile.

Figura 9 - Andamento della conducibilità elettrica specifica a 20 °C

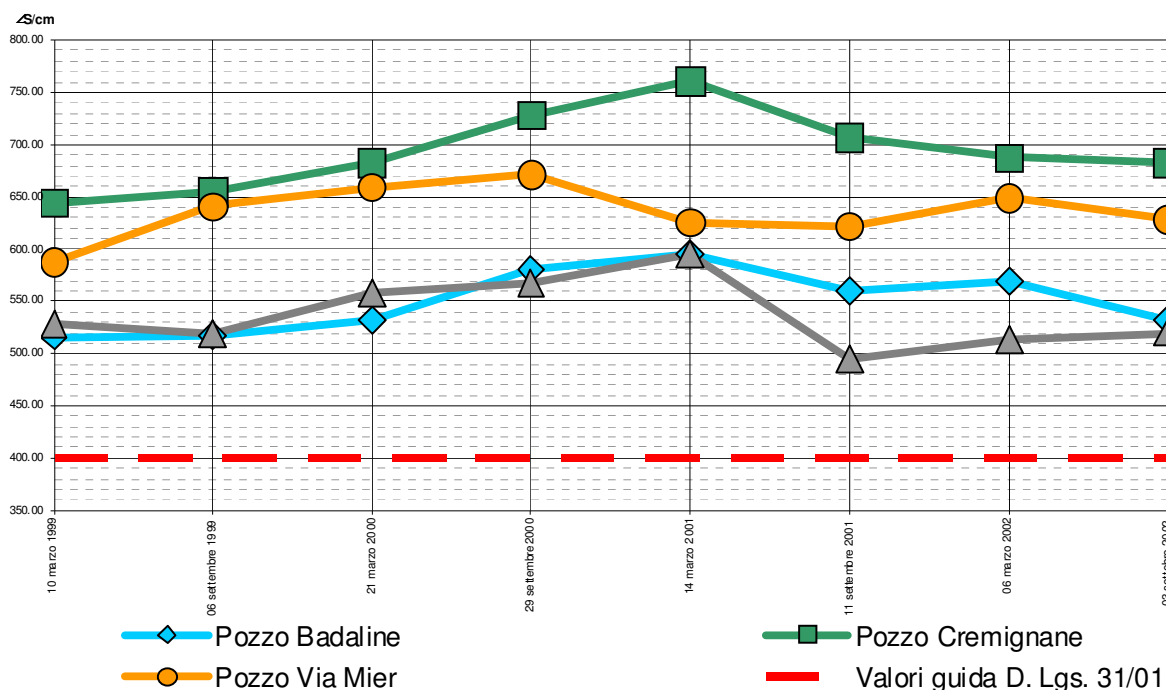


Figura 10 - Andamento della durezza totale

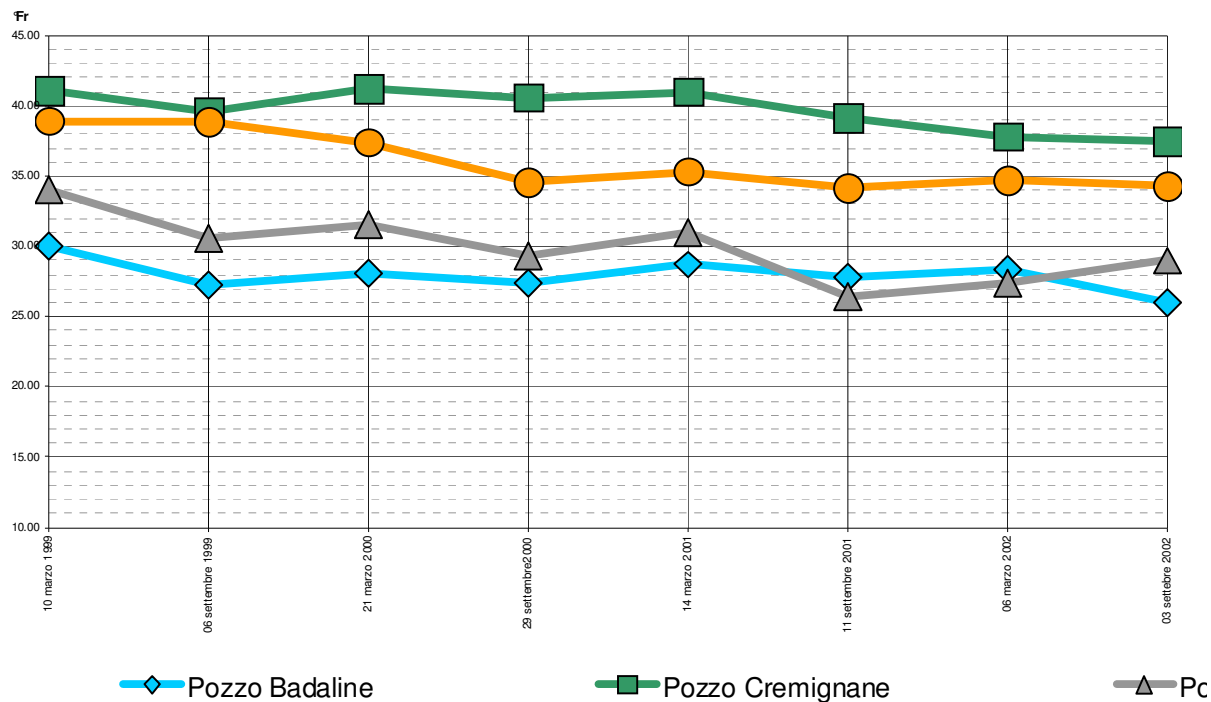
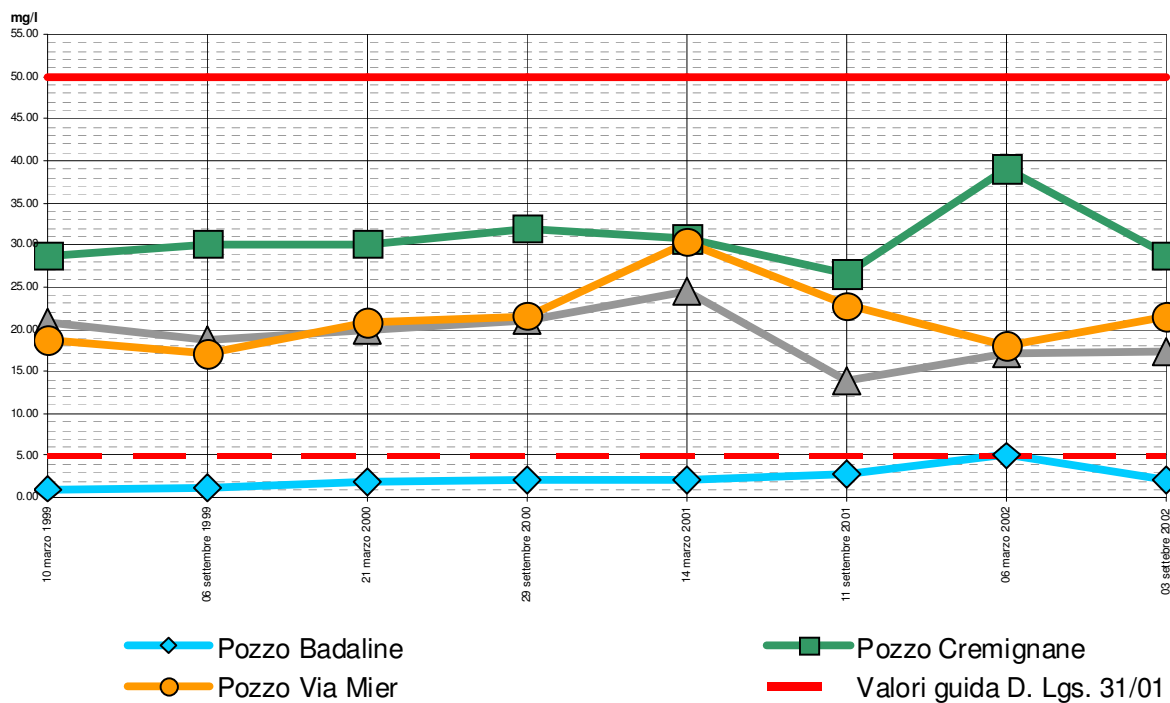


Figura 11 - Andamento dei Nitrati



8 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE

8.1 Premessa

In attuazione della L.R. 1/2000 e seguendo le direttive contenute nella D.G.R. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 e le successive modifiche contenute nella D.G.R. 1 agosto 2003 n° 7/13950 è stato individuato il reticolo idrico presente sul territorio del Comune di Iseo e sono state delimitate le relative fasce di rispetto all'interno delle quali gli organi competenti si assumono i compiti di attività di polizia idraulica (ZILIANI L., COLPANI E., DI PASQUALE A., *Individuazione del reticolo idrico minore ai sensi della D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002 e successiva D.G.R. 7/13950 del 01.08.2003*). L'elaborato ha ottenuto parere favorevole da parte della Regione Lombardia, sede territoriale di Brescia (parere n.103 del 09.02.2006).

Il reticolo idrico, suddiviso in principale e minore, è stato riportato sulla *Carta idrogeologica e del sistema idrografico* (TAV. 3) e sulla *Carta dei vincoli* (TAV. 5).

8.2 Reticolo idrico principale

Il territorio di Iseo è attraversato da un solo corso d'acqua inserito in questo elenco: il **T. Cortelo**, il cui bacino idrografico, chiuso all'apice del conoide, ha una superficie di 3 Km². L'altezza massima del bacino è rappresentata da Punta dell'Orto.(960 m), mentre la minima coincide con la quota dell'apice del conoide (260 m). La lunghezza dell'alveo principale è pari a 3,65 Km; la sua pendenza media è del 19%. L'asta principale si origina lungo le pendici sud-occidentali di Punta dell'Orto e tra le località Furche e Ginepro presenta un andamento alquanto sinuoso con direzione prevalente da nord-est a sud-ovest, quindi devia bruscamente verso nord-ovest, mantenendo tale direzione fino a lago.

Il bacino idrografico é impostato prevalentemente in depositi glaciali di varia età e in depositi di contatto glaciale, sedimentatisi in seguito allo sbarramento del bacino stesso operato dalle morene laterali; i materiali colluviali e alluvionali hanno ripetutamente colmato la depressione posta tra i versanti rocciosi ed i cordoni morenici stessi.

Nella parte alta del bacino idrografico affiorano rocce prevalentemente calcaree e marnose. In corrispondenza dell'area urbanizzata di Iseo il T.Cortelo ha sedimentato abbondanti depositi di conoide prevalentemente ghiaioso-sabbiosi.

Dal punto di vista morfologico si segnala che nel bacino del T.Cortelo i fenomeni franosi sono piuttosto diffusi, soprattutto lungo le incisioni torrentizie che tendono ad approfondirsi e

ad allungarsi con un progressivo arretramento delle testate delle incisioni stesse. I materiali franati si accumulano in alveo e alimentano il trasporto solido del torrente.

In località Bersaglio, 200 m circa a monte del viadotto della S.S. n.510, a quota 303 m è presente una briglia selettiva. Lungo il successivo tratto interessato dagli svincoli della nuova strada statale il torrente scorre in un manufatto in calcestruzzo armato a sezione rettangolare, con numerosi salti di fondo. A valle di tali svincoli il torrente inizia a scorrere entro il proprio conoide.

A quota 227 m, presso la Trav. IV^a di via Bonomelli, è presente una briglia di sbarramento tracimabile, alta circa 4 m, munita di due tubi di scarico a livello del fondo.

In corrispondenza dell'attraversamento della Trav. I^a di via Bonardi sono stati effettuati recentemente lavori di sistemazione dell'alveo con realizzazione di un ponte con ampia luce.

A valle, fino alla foce a lago, il torrente scorre entro due muri di sponda verticali o a debole scarpa.

8.3 Corsi d'acqua appartenenti reticolo idrico minore di competenza comunale

Il reticolo minore è costituito da tutti i corsi d'acqua presenti sul territorio, non inseriti nell'elenco dell'allegato A della D.G.R. 1 agosto 2003 N. 7/13950. L'individuazione del reticolo idrico minore è stata effettuata seguendo i criteri contenuti nell'Allegato B della D.G.R. 1 agosto 2003 N. 7/13950.

Sono stati acquisiti i dati riportati nelle carte catastali disponibili presso l'Ufficio Tecnico Comunale. Successivamente sono stati individuati i corsi d'acqua riportati sulla cartografia ufficiale (Carta Tecnica Regionale e tavolette I.G.M.). Infine è stato effettuato un controllo sul terreno, anche al fine di individuare eventuali situazioni di interferenza tra il reticolo idrografico e la rete fognaria.

Nella descrizione del reticolo idrografico del territorio comunale di Iseo si debbono distinguere tre differenti ambiti territoriali, che presentano caratteristiche orografiche differenti; all'interno di ciascun ambito le caratteristiche delle aste idriche presenti sono più o meno omogenee.

La parte orientale del territorio comunale, compresa tra il confine con il Comune di Sulzano e le Torbiere, è caratterizzata da un andamento orografico digradante in maniera piuttosto brusca verso il lago. In tale area sono presenti una serie di scoli montani fortemente incisi nel terreno, con pendenze molto elevate, tra i quali, oltre al Torrente Cortelo, si segnalano principalmente, procedendo da Est verso Ovest:

- ❑ il **rio Montanino o Vaglio**, che corre a cielo aperto in direzione Sud – Nord verso il lago ove recapita nel lago d'Iseo in territorio di Sulzano e che per un tratto del proprio percorso delimita il confine comunale con il Comune di Sulzano. Il suo bacino idrografico ha una superficie di circa 1,0 km². L'altezza massima del bacino è 1000 m s.l.m., mentre la minima, all'apice del conoide, è di circa 250 m s.l.m.. Il bacino del T Vaglio è impostato in rocce prevalentemente calcaree e silicee a cui si associano abbondanti depositi detritici e di origine glaciale. Il conoide si è formato in corrispondenza del cambio di pendenza del versante e si estende su un ripiano morenico che collega il pendio montuoso con il bacino lacustre. Attualmente il corso d'acqua ha inciso l'apice del conoide, producendo scarpate piuttosto accentuate, e scorre nella porzione orientale del conoide, all'interno di una debole depressione situata nel territorio comunale di Sulzano. In corrispondenza del ponte di Via Volontari del Sangue e di quello della strada statale si può accumulare materiale e si possono indurre fenomeni di esondazione delle acque che comunque non interesserebbero il Comune di Iseo, bensì quello di Sulzano.
- ❑ Lo **scolo di Via San Tommaso**, che corre a cielo aperto in direzione Sud – Nord fino alla ex S.S. 510 (Via Vittorio Veneto). A valle dell'attraversamento della strada esso viene intubato e corre in direzione Ovest – Est parallelamente alla Ferrovia Iseo Edolo, fino ad immettersi nel lago in corrispondenza del Circolo Nautico del Sebino;
- ❑ lo **scolo di Montecolino**, che corre a cielo aperto in direzione Sud – Nord fino all'immissione nel lago e presenta un tratto intubato in corrispondenza dell'area dell'ex insediamento industriale;
- ❑ il **torrente Covelo** che corre in direzione Sud – Nord fino all'immissione nel lago e si presenta intubato nel tratto a valle dell'attraversamento della ex S.S. 510 (Via Veneto). Il Torrente Covelo raccoglie oltre alle acque meteoriche confluite nel bacino da esso drenato anche acque di una sorgente localizzata nella zona della Buca del Quai;
- ❑ il **torrente Valzella**, che raccoglie le acque provenienti da due diverse aste idriche originate nella zona di Padone e confluenti in un unico alveo nei pressi dello svincolo

della S.S. 510 di Via Bonomelli; tale alveo si presenta a cielo aperto per tutto il suo tracciato e si immette nel lago di Iseo nei pressi del Camping Quai;

- ❑ il **rio Zigunale**, che si dirige con un tracciato in parte a cielo aperto, in parte tombato, verso il lago d'Iseo parallelamente a Via Cavone. Originariamente tale alveo raccoglieva le acque di una sorgente posta nei pressi dello svincolo per Polaveno della nuova S.S. 510: attualmente tali acque sono state deviate dal tracciato originario mediante un condotto posato lungo Via Bonomelli e vengono immesse nel Torrente Cortelo in corrispondenza del ponte di Via Roma;
- ❑ lo **scolo di Via Cavour**, che corre in direzione Sud-Nord e si immette in fognatura in Via Cavour ;
- ❑ alcuni **scoli localizzati presso Via Zatti** che corrono in direzione Sud-Nord, tra i quali si segnala principalmente **lo scolo della Valle Gemella**: e che recapitano sulla superficie stradale le acque drenate;

La parte centrale del territorio comunale, localizzata tra gli abitati di Clusane e del Capoluogo si presenta pianeggiante ed è caratterizzata dalle zone paludose delle Torbiere e delle Polle presso Via Risorgimento. Le aste idriche presenti in tale zona presentano deboli pendenze, alvei spesso appena incisi nel terreno e un tracciato spesso sinuoso e ramificato.

Tra tali aste si segnalano principalmente:

- ❑ il **colatore Nedrini**, che corre in direzione Ovest-Est lungo il lato meridionale della S.P. 11 e, all'altezza del Camping Sassabanek, piega in direzione Nord – Ovest, fungendo da canale di collegamento tra le Torbiere e il lago;
- ❑ il **colatore dell'area dello stadio**, che proviene dal territorio comunale di Cortefranca e corre tombato intorno allo stadio comunale. Il tracciato di tale colatore risulta compromesso a causa della presenza della bretella di collegamento tra la S.S. 510 e la S.P. 11, che ha interrotto l'originaria connessione con l'area delle Torbiere, cosicché la zona dello stadio risulta attualmente interessata da fenomeni di allagamento;
- ❑ il **colatore della strada del Groppanello**, che si immette nell'area delle Polle;

Le aste idriche localizzate nella parte occidentale del territorio comunale, compresa tra le Torbiere e il confine comunale con Paratico presentano caratteristiche affini a quelle della parte orientale; in particolare si segnalano:

- ❑ il **rio della Valle del Tufo**, catastalmente identificato come Rio della Valle del Mulino, costituito da due rami confluenti in Via San Bernardo in un unico alveo a cielo aperto

che corre attraverso l'abitato di Clusane e si immette nel lago nei pressi del cantiere nautico. Esso si origina a circa 420 m, lungo il versante orientale del Corno Pendita, propaggine settentrionale della dorsale del M. Alto. L'alveo attraversa una profonda incisione valliva impostata prevalentemente in depositi glaciali. Nel tratto compreso all'incirca tra le quote 300 e 250, in località Mulino, l'alveo è scavato in roccia. Dopo l'attraversamento a guado di una strada vicinale il torrente torna a scorrere in un alveo in terra, attraversando un ampio conoide, con pendenza nettamente inferiore rispetto al tratto precedente, fino al ponte della Traversa di via Di Bernardo, dove è presente una vasca di accumulo del materiale alluvionale. Quindi il torrente è canalizzato, a tratti discontinui, fino alla foce a lago in località "La Punta" di Clusane. A monte del ponte di via Risorgimento sono presenti due fosse con murature in cemento armato per l'accumulo del materiale alluvionale. A valle del ponte di via Risorgimento il torrente è canalizzato fino alla foce.

- ❑ **due scoli a Ovest dell'abitato di Clusane**, che spagliano sul terreno.

Si deve infine segnalare la presenza del **rio Zuccone**, che si origina nella parte occidentale del territorio comunale, attraversa la zona delle Polle e successivamente si biforca in due rami diretti verso il lago.

Il Rio Zuccone presenta un tracciato con caratteristiche variabili:

- ❑ un primo tratto, fino all'attraversamento di Via di Bernardo, in cui ha caratteristiche affini agli scoli montani della parte orientale del territorio comunale (forte incisione nel terreno, elevate pendenze),
- ❑ un secondo tratto lungo il lato sud di Via Fornace, in cui presenta un tracciato artificiale in rilevato;
- ❑ un terzo tratto compreso tra il guado di attraversamento di Via Fornace e l'immissione nell'area delle Polle, in cui presenta le caratteristiche delle aste della zona centrale.
- ❑ i due tratti in uscita dalle Polle, l'uno diretto in direzione Nord – Ovest, che si immette nel lago all'ingresso orientale della frazione di Clusane, l'altro diretto in direzione Nord – Est, che si immette nel lago nei pressi della cascina Breda dopo una serie di ramificazioni. Anche tali tratti sono caratterizzati da ridotte pendenze e limitata incisione.

9 CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI

La CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI (TAV. 5 Est e 5 Ovest) riporta le principali limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico e idrogeologico, ed in particolare:

⇒ *I VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL PO AI SENSI DELLA L. 183/89:*

Aree in dissesto

- Area di frana attiva (Fa): sono state così cartografate tre aree situate nelle località "Rocca San Giorgio", "San Fermo" e "Corno Crili". Esse comprendono le pareti rocciose interessate dal distacco di massi e le sottostanti aree attribuite, in base allo studio allegato (ALLEGATO 1), alle classi di pericolosità H5, H4 e H3. Sono inoltre riportate in carta la frana verificatasi in località Imbocas (021SVm) e diverse frane attive non perimetrate in quanto di dimensioni non cartografabili.
- Area di frana quiescente (Fq): sono state così cartografate le aree situate nelle località "Rocca San Giorgio", "San Fermo" e "Corno Crili", attribuite alla classe di pericolosità H2, oltre ad alcuni scivolamenti rotazionali concentrati soprattutto nella Valle del Cortelo.
- Area di frana stabilizzata (Fs): sono state così cartografate le aree situate nelle località "Rocca San Giorgio", "San Fermo" e "Corno Crili", attribuite alla classe di pericolosità H1, oltre ad alcune frane di scivolamento rotazionale ritenute inattive.

Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio

- Area a pericolosità media o moderata (Em): si tratta di aree situate lungo la rete idrica minore che potrebbero essere interessate da allagamenti di modesta entità.

Trasporto di massa sui conoidi

- Area di conoide attivo parzialmente protetta da opere di difesa e di sistemazione a monte (Cp): si tratta delle aree che in base allo studio idraulico e geomorfologico del conoide del T. Cortelo eseguito nel 2000 sono state definite ad "alta pericolosità".
- Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn): sono stati così definiti i conoidi alluvionali ritenuti quiescenti, oltre alle aree appartenenti al conoide del T. Cortelo, che in base allo studio idraulico e geomorfologico eseguito nel 2000 sono state valutate a "bassa pericolosità".

⇒ **VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA**

- Fasce di rispetto dei corsi d'acqua: sono tratte dallo studio *Individuazione del reticolo idrico minore ai sensi della D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002 e successiva D.G.R. 7/13950 del 01.08.2003* (ZILIANI L., COLPANI E., DI PASQUALE A.). *Studio per la determinazione del Reticolo Idrico Minore* (L. Ziliani, A. Di Pasquale, giugno 2006).

⇒ **AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE**

- Zona di tutela assoluta e Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile: le aree sono state individuate secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94).

⇒ **RISERVA NATURALE DELLE TORBIERE.**

10 CARTA DI SINTESI

Sulle CARTE DI SINTESI (TAV. 6 Est e 6 Ovest) sono individuati gli ambiti di pericolosità omogenea emersi dalla fase di analisi. Di seguito vengono descritti ed analizzati tali ambiti.

AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- Parete rocciosa potenzialmente soggetta a crolli diffusi di singoli massi e area di frana attiva

Sono state così cartografate le pareti rocciose presenti nelle località “Rocca San Giorgio” (024CRr), “San Fermo” (005CRr) e “Corno Crilì” (001CRr), oggetto di studio di dettaglio, nonché la frana verificatasi in località Imbocas (021SVm).

- Area potenzialmente interessata dalla traiettoria di frane di crollo o dal rotolamento di massi

Sono state così delimitate le aree potenzialmente interessate da rotolamento di blocchi situate nelle località “Rocca San Giorgio”, “San Fermo” e “Corno Crilì”, così come risultano dalla Carta della pericolosità preliminare riportata nello studio di dettaglio dei tre siti.

- Area di frana quiescente

Si tratta di frane che non presentano segni di attività, ma che potrebbero riattivarsi.

- Area di frana stabilizzata

Si tratta di frane ritenute inattive.

- Area in erosione regressiva

Nella valle del T. Cortelo e lungo il versante settentrionale e quello orientale del M. Alto, alle spalle di Clusane, sono state individuate tre aree classificate come “aree in erosione regressiva”, caratterizzate da superfici a forte pendenza impostate su depositi glaciali. Al loro interno sono presenti dissesti e fenomeni erosivi. Particolarmente estesa è l'area cartografata nella valle del T. Cortelo, in corrispondenza della profonda incisione che il corso d'acqua ha prodotto nei depositi glaciali a valle del ripiano di S. Martino. La valle del T. Cortelo è una valle sospesa, sbarrata dai cordoni morenici. Dal ritiro del ghiacciaio l'erosione regressiva del corso d'acqua tende a raccordare il profilo longitudinale con il nuovo livello di

base. Si è quindi prodotta una profonda incisione che è tuttora in evoluzione, come dimostrato dai numerosi dissesti presenti, riconducibili all'azione di scalzamento della sponda operata dalle acque durante gli eventi di piena e/o alla pendenza eccessiva della scarpata, non compatibile con le caratteristiche geotecniche dei materiali.

- Versanti con pendenze generalmente maggiori del 35% (20°) prevalentemente ricoperti da boschi, con valenze ecologico – paesistiche, potenzialmente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico

In queste aree si riconoscono due tipi di limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni: una è legata al fatto che, data la pendenza dei versanti, eventuali interventi potrebbero indurre fenomeni di dissesto idrogeologico, l'altra è legata al valore naturalistico e, più in generale, ecologico-paesaggistico di questi versanti.

La classe in esame comprende aree generalmente impostate su formazioni rocciose, con copertura regolitica sottile, o su depositi glaciali o detritico-colluviali più o meno potenti, o ancora su depositi detritici più o meno stabilizzati. Sono stati inoltre inseriti in questa classe alcuni piccoli e ripidi conoidi quiescenti.

- Cordone morenico o area pedemontana moderatamente acclive (pendenza generalmente inferiore al 35% - 20°) di interesse paesistico, caratterizzati da colture specializzate e prati permanenti, potenzialmente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico

Anche in questo caso si tratta di aree sensibili sia per la pendenza dei versanti, seppur minore di quella della classe precedente, sia per l'interesse paesistico.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

- Area caratterizzata da elevata vulnerabilità delle acque sotterranee

Sono state così cartografate le aree di affioramento delle formazioni rocciose della "Dolomia a Conchodon" e della "Maiolica" che sono caratterizzate da forme carsiche (grotte, inghiottitoi, ecc.) e dalla presenza di zone in cui l'ammasso roccioso si presenta intensamente fratturato.

L'area carsica di Punta dell'Orto, poco estesa in comune di Iseo, prosegue nel territorio di Sulzano e di Polaveno, dove è caratterizzata da numerose doline. Di conseguenza sulla Carta

della fattibilità per azioni di piano è inserita in classe 4. Così pure è inserita in classe 4 l'area carsica intorno al Bùs del Quai, caratterizzata dalla presenza di 5 cavità carsiche.

Tutte le altre aree classificate sulla Carta di Sintesi come "caratterizzate da elevata vulnerabilità delle acque sotterranee", situate sulla formazione geologica della "Maiolica", sono invece state inserite in classe 3, in quanto al loro interno i fenomeni carsici non sono così profondamente sviluppati.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

- *Area di conoide attivo parzialmente protetta da opere di difesa e di sistemazione a monte (area Cp del PAI)*

Si tratta delle aree che in base allo studio idraulico e geomorfologico del conoide del T. Cortelo eseguito nel 2000 sono state definite ad "alta pericolosità".

- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico a bassa pericolosità:*

- ***area potenzialmente allagabile a bassa pericolosità:*** sono state così definite quelle aree appartenenti al conoide del T. Cortelo, che in base allo studio idraulico e geomorfologico eseguito nel 2000 sono state valutate a "bassa pericolosità"; queste aree sono state classificate sulla Carta dei dissesti con legenda unificata PAI come area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)
- ***area occasionalmente allagata;***
- ***area interessata da scorrimento superficiale e trasporto di materiale detritico in occasione di intense precipitazioni.***

Sono state inserite in questa sottoclasse situazioni piuttosto differenti tra loro. Comunque, considerate le caratteristiche dei corsi d'acqua in grado di esondare, i danni che ci si può attendere sono soprattutto dovuti alle acque (e al materiale solido da esse trasportato) che, fuoriuscite dall'alveo, si propagano con altezze idriche ridotte (20-30 cm) lungo vie preferenziali, spesso rappresentate dalla rete stradale, invadendo le superfici ed i manufatti che incontrano e colmando le depressioni presenti (autorimesse interrato, scantinati, aree naturalmente depresse, ecc.).

- *Area di conoide quiescente o inattivo mai interessata da fenomeni alluvionali documentati.*

In questa classe sono compresi i conoidi quiescenti e la porzione di conoide del T. Cortelo ritenuta inattiva. Si tratta di aree che non risulta siano mai state interessate in passato da fenomeni alluvionali.

- *Area potenzialmente soggetta ad allagamenti da parte del lago.*

Si tratta delle aree che, sulla base della documentazione storica disponibile e della morfologia dei luoghi, si ritiene possano essere allagate in occasione di un innalzamento del livello del lago simile a quello verificatosi nel 1960.

AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

- *Area con scadenti caratteristiche geotecniche per la presenza di terreni prevalentemente limoso-argillosi e con falda subaffiorante.*

- *Area con terreni torbosi.*

RISERVA NATURALE, BENE GEOLOGICO

- *Riserva Naturale delle Torbiere.*

- *Geosito di valore geologico-stratigrafico: area di affioramento del Conglomerato di Cremignane (art.22 del Piano Territoriale Paesistico Regionale).*

Il Conglomerato o Ceppo di Cremignane è costituito da depositi fluviali poligenici, a litotipi alpini prevalenti, molto ben cementati o addirittura litificati. L'abrasione del ghiacciaio ha lasciato scanalature e solchi glaciali molto ben conservati.

Si ritiene possa essere considerato un bene geologico in quanto gli affioramenti sono limitatissimi.

11 DESCRIZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE

Lo studio condotto ha evidenziato la presenza nel territorio di Iseo di aree a differente sensibilità nei confronti delle problematiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e idrogeologiche. Queste aree, sulla base delle limitazioni di tipo geologico in esse riscontrate, sono state attribuite a quattro classi e sono state cartografate nella CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO (TAV. 7) realizzata in scala 1:5.000.

All'interno di ciascuna classe sono presenti differenti situazioni (sottoclassi) che sono state distinte sulla carta in base al tipo di controindicazione o di limitazione alla modifica della destinazione d'uso. Laddove si verifica una sovrapposizione di due o più classi o sottoclassi, questa è indicata in carta. La descrizione delle classi, per maggiore chiarezza espositiva, è effettuata a partire dalla classe che presenta maggiori limitazioni.

CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

Questa classe comprende aree soggette ad una forte restrizione della fattibilità.

All'interno di questa classe è esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) e c) della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie all'adeguamento per la normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili, previa valutazione attenta e puntuale della tipologia del dissesto e del grado di rischio. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

4a – Fenomeni di dissesto attivi (frana attiva, pareti rocciose interessate dal distacco di massi e aree sottostanti potenzialmente interessate dall'accumulo dei crolli) – Area Fa del PAI

In occasione di un terremoto, si può verificare un'accentuazione dei fenomeni di instabilità dovuti ad effetti dinamici. Di conseguenza in fase progettuale è obbligatorio eseguire gli approfondimenti di 3° livello (3° livello di analisi – All. 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008).

All'interno delle aree così delimitate sono esclusivamente consentiti gli interventi elencati nell'art.9, comma 2 delle N.d.A. del PAI.

4b - Area di frana quiescente – Area Fq del PAI

In occasione di un terremoto, si può verificare un'accentuazione dei fenomeni di instabilità dovuti ad effetti dinamici. Di conseguenza in fase progettuale è obbligatorio eseguire gli approfondimenti di 3° livello (3° livello di analisi – All. 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008).

All'interno delle aree così delimitate sono esclusivamente consentiti gli interventi elencati nell'art.9, comma 3 delle N.d.A. del PAI.

4c - Area in erosione regressiva

In occasione di un terremoto, si può verificare un'accentuazione dei fenomeni di instabilità dovuti ad effetti dinamici. Di conseguenza in fase progettuale è obbligatorio eseguire gli approfondimenti di 3° livello (3° livello di analisi – All. 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008).

4d – Area interessata da carsismo profondo

Le limitazioni d'uso sono legate all'elevata vulnerabilità delle acque sotterranee, alla presenza di inghiottitoi e cavità carsiche profondamente sviluppate, nonché alle forme del paesaggio che caratterizzano quest'area.

4e – Area con emergenza della falda

Sono vietate attività che possono costituire un rischio per la qualità delle acque di falda affiorante.

CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

All'interno delle aree definite in classe 3 andranno previsti, se necessario, interventi per la mitigazione del rischio.

3a - Area di frana quiescente (Area Fq del PAI) sottoposta a verifica di compatibilità mediante studio specifico

Sono così classificate le aree situate ai piedi di pareti rocciose, potenzialmente interessate dal crollo di massi, definite in classe di pericolosità H2 nella "Valutazione e zonazione della pericolosità da frane di crollo nelle località Rocca San Giorgio, San Fermo e Corno Crili".

In occasione di un terremoto, si può verificare un'accentuazione dei fenomeni di instabilità dovuti ad effetti dinamici. Di conseguenza in fase progettuale è obbligatorio eseguire gli approfondimenti di 3° livello (3° livello di analisi – All. 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008).

All'interno delle aree così delimitate sono esclusivamente consentiti gli interventi elencati nell'art.9, comma 3 delle N.d.A. del PAI.

3b – Versanti con pendenze generalmente maggiori del 35% (20°) prevalentemente ricoperti da boschi, con valenze ecologico – paesistiche, potenzialmente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico**3b* - Area di frana stabilizzata (Area Fs del PAI – art. 9, comma 4 delle N.d.A. del PAI)****3b** - Area caratterizzata da elevata vulnerabilità delle acque sotterranee**

In queste aree si riconoscono due tipi di limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni: una è legata al fatto che, data la pendenza dei versanti, eventuali interventi potrebbero indurre fenomeni di dissesto idrogeologico, l'altra è legata al valore naturalistico e, più in generale, ecologico-paesaggistico di questi versanti.

Sono state indicate con apposita simbologia le frane stabilizzate (3b*), classificate come aree Fs nel PAI, all'interno delle quali, in attuazione dell'art. 9, comma 4 delle N.d.A. del PAI, si applica la norma di seguito riportata, nonché le aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero (3b**).

Nelle aree 3b, 3b* e 3b** gli eventuali interventi di viabilità, nuova edificazione, ricostruzione, ampliamento, rimodellamento del terreno, dovranno essere preceduti da indagini geologiche e geotecniche che valutino la compatibilità dell'intervento stesso con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito, tenendo conto delle problematiche evidenziate nelle tavole di analisi.

Si raccomanda di non modificare il naturale scorrimento delle acque e di ridurre al minimo gli sbancamenti ed i riporti di materiale, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio. L'impermeabilizzazione delle superfici sarà consentita solo laddove necessario.

3c – Cordone morenico o area pedemontana moderatamente acclive (pendenza generalmente inferiore al 35% - 20°) di interesse paesistico, caratterizzati da colture specializzate e prati permanenti, potenzialmente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico.

Anche in questo caso si tratta di aree sensibili sia per la pendenza dei versanti, seppur minore di quella della classe precedente, sia per l'interesse paesistico, legato localmente anche alla presenza di morfologie glaciali ben conservate.

Gli eventuali interventi di viabilità, nuova edificazione, ricostruzione, ampliamento e rimodellamento del terreno sono subordinati ad un'indagine geologico-ambientale che valuti la compatibilità degli interventi stessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e vegetazionali del sito, tenendo conto degli elementi di fragilità presenti e del valore geomorfologico-naturalistico complessivo dei luoghi.

Si raccomanda di non modificare il naturale scorrimento delle acque e di ridurre al minimo gli sbancamenti ed i riporti di materiale, al fine di non alterare l'equilibrio naturale del pendio. L'impermeabilizzazione delle superfici sarà consentita solo laddove necessario.

3d - Area di conoide attivo parzialmente protetta da opere di difesa e di sistemazione a monte (Area Cp del PAI)

All'interno delle aree così delimitate sono esclusivamente consentiti gli interventi elencati nell'art.9, comma 8 delle N.d.A. del PAI.

3e - Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico a bassa pericolosità:

- area potenzialmente allagabile a bassa pericolosità, classificata come area Cn del PAI (art. 9, comma 9 delle N.d.A. del PAI);
- area occasionalmente allagata;
- area interessata da scorrimento superficiale e trasporto di materiale detritico in occasione di intense precipitazioni.

Sono state inserite in questa sottoclasse situazioni piuttosto differenti tra loro. Comunque, considerate le caratteristiche dei corsi d'acqua in grado di esondare, i danni che ci si può attendere sono soprattutto dovuti alle acque (e al materiale solido da esse trasportato) che, fuoriuscite dall'alveo, si propagano con altezze idriche ridotte (20-30 cm) lungo vie preferenziali, spesso rappresentate dalla rete stradale, invadendo le superfici ed i manufatti che incontrano e colmando le depressioni presenti (autorimesse interrato, scantinati, aree naturalmente depresse, ecc.).

Gli eventuali interventi di viabilità, nuova edificazione, ricostruzione, ampliamento e rimodellamento del terreno dovranno essere preceduti da indagini geologiche e geotecniche che valutino la compatibilità dell'intervento stesso con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito.

Per i nuovi edifici si consiglia di prevedere alcuni accorgimenti costruttivi localizzati in corrispondenza delle potenziali vie d'accesso delle acque all'edificio (finestre a raso, bocche di lupo, porte, scivoli dei garage, etc.), al fine di evitare che eventuali acque di scorrimento superficiale possano raggiungere gli edifici stessi.

L'impermeabilizzazione delle superfici è sconsigliata.

3f - Area di conoide quiescente o inattivo mai interessata da fenomeni alluvionali documentati, classificata come area Cn del PAI (art. 9, comma 9 delle N.d.A. del PAI)

In questa classe sono compresi i conoidi quiescenti e la porzione di conoide del T. Cortelo ritenuta inattiva. Si tratta di aree che non risulta siano mai state interessate in passato da fenomeni alluvionali.

Gli eventuali interventi di viabilità, nuova edificazione, ricostruzione, ampliamento e rimodellamento del terreno dovranno essere preceduti da indagini geologiche e geotecniche che valutino la compatibilità dell'intervento stesso con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito.

3g - Area potenzialmente soggetta ad allagamenti da parte del lago

In quest'area la realizzazione di nuovi corpi interrati (autorimesse, cantine, etc.) è subordinata alla predisposizione di adeguate protezioni nei confronti di eventuali esondazioni da parte delle acque del lago.

Per quanto riguarda i pianiterre si consiglia di prevedere sistemi di difesa temporanea alle porte (ad es. saracinesche) e di impostare gli impianti elettrici (prese di corrente e canaline) oltre il metro di altezza da terra.

3h - Area con scadenti caratteristiche geotecniche per la presenza di terreni prevalentemente limoso-argillosi, localmente torbosi, e falda subaffiorante.**3h* - Area debolmente depressa con difficoltà di drenaggio e di smaltimento delle acque superficiali in occasione di precipitazioni particolarmente intense e/o prolungate.**

La realizzazione di edifici è subordinata ad indagine geologica e geotecnica che verifichi la natura dei depositi presenti e valuti la compatibilità dell'intervento con le condizioni geologiche, idrogeologiche e idrauliche del sito.

3i – Geosito di valore geologico stratigrafico: area di affioramento del Conglomerato di Cremignane (art.22 del Piano Territoriale Paesistico Regionale)

Il Conglomerato o Ceppo di Cremignane è costituito da depositi fluviali poligenici, a litotipi alpini prevalenti, molto ben cementati o addirittura litificati. L'abrasione del ghiacciaio ha lasciato scanalature e solchi glaciali. Considerati i limitatissimi affioramenti di questa formazione, se ne propone la salvaguardia.

Eventuali interventi dovranno quindi rispettare gli affioramenti rocciosi e le loro superfici, mantenendo la possibilità di vederli e studiarli, oltre che di accesso.

3l - Area appartenente alla Riserva Naturale delle Torbiere

Il territorio del comune di Provaglio d'Iseo che appartiene alla Riserva Naturale delle Torbiere è soggetto a vincoli e limitazioni ambientali. L'ente gestore, la cui istituzione è avvenuta D.G.R. del 15 marzo 1983 n.° 3/26442, ha istituito il "Piano della riserva naturale" secondo l'art. 14 della L.R. 30 novembre 1983 n.° 86. All'interno del piano sono regolamentate tutte le attività antropiche consentite.

3m - Area con riporti di materiale

La realizzazione di edifici è sconsigliata o comunque subordinata ad indagine geologica, geotecnica e ambientale (ai sensi dell'art.242 del D.lgs.152/06 e s.m.i.) che risalga alla natura e alle caratteristiche meccaniche dei materiali riportati e verifichi il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'Allegato 5, Parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06 e s.m.i..

SISMICITÀ DEL TERRITORIO

L'analisi della sismicità del territorio ha individuato le aree per le quali si rende necessario un approfondimento delle conoscenze di tipo sismico (3° livello di analisi – All. 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008) che sono costituite dalle aree in dissesto (Z1a, Z1b, Z1c) e dalle aree con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti (Z2).

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per il territorio di Iseo la possibile amplificazione sismica di carattere topografico risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione topografica.

In seguito all'applicazione del secondo livello di analisi, come previsto dalla D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 e successiva D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008, si è rilevata la presenza sul territorio di aree soggette a fenomeni di amplificazione litologica superiori a quanto previsto dalla normativa tecnica nazionale (D.M. 14 gennaio 2008).

Per quanto riguarda le aree con amplificazione litologica che ricadono negli scenari "Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi" e "Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre" in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0,1 - 0,5 s, qualora l'indagine geologica-geotecnica (ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008) evidenzia la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo C, si dovrà applicare lo spettro di norma riferito alla categoria di sottosuolo D o, in alternativa, realizzare un approfondimento applicando l'analisi di 3° livello prevista dalla D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 (all. 5) sulla base di dati sito-specifici.

Qualora, invece, si rinvenissero terreni ricadenti nelle altre categorie (D ed E), verrà utilizzato lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo di appartenenza.

Per gli scenari di amplificazione litologica (Z4), qualora in fase di progettazione le indagini geologico-geotecniche (ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008) evidenzino dei risultati in contrasto con quanto emerso dal presente studio, sulla base di dati geofisici sito-specifici sarà possibile applicare nuovamente la procedura di secondo livello prevista dall'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 per la valutazione della reale amplificazione sismica locale.

AREE DI SALVAGUARDIA delle captazioni ad uso idropotabile

Sulla carta sono riportate anche le aree di salvaguardia delle captazioni a scopo idropotabile.

Zona di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile

La zona di tutela assoluta delle opere di captazione, prevista dal D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94), deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio e deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente alle opere di captazione e a infrastrutture di servizio.

Zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile

Le zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti comunali sono state definite mediante il criterio geometrico previsto dalle *Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art.9, punto 1, lett. f del d.P.R. 24 maggio 1988, n. 236)*" e dalla D.G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137.

Nella zona di rispetto valgono le prescrizioni contenute al comma 4 dell'art. 94 del D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152. Per quanto riguarda le strutture o attività la cui disciplina è demandata alla regione si dovrà procedere con la corretta applicazione della D.G.R. 10 aprile 2003 - n.7/12693.

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Sono riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua tratte dallo *Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868*.

- Fascia di rispetto del reticolo idrico Principale (T. Cortelo).
- Fascia di rispetto del reticolo idrico minore.

Al loro interno si applica il Regolamento dell'attività di polizia idraulica allegato allo studio citato.

RIDUZIONE DELLE PORTATE METEORICHE DRENATE

Tenuto conto della situazione già critica legata alla rete idrografica ed allo smaltimento delle acque meteoriche in occasione di precipitazioni intense, ed in riferimento ai principi contenuti nel Programma di tutela ed uso delle acque (P.T.U.A.) della Regione Lombardia, approvato con D.G.R. 29.03.06 n. 8/2244 ed in particolare all'allegato G riguardante la riduzione delle portate meteoriche drenate, si prescrive su tutto il territorio di Iseo quanto segue:

1. È in linea generale vietata l'immissione in fognatura-acque nere delle acque meteoriche intercettate dalle coperture e dalle aree impermeabilizzate. L'eventuale immissione di tali acque in fognatura sarà ammessa solo previo parere vincolante da parte dell'Ente gestore del servizio di fognatura e depurazione e nel rispetto

delle prescrizioni di quest'ultimo in merito ai limiti quantitativi e qualitativi sulle acque da immettere e alle eventuali apparecchiature e strumentazioni da installare ai fini del raggiungimento e della verifica del rispetto di tali limiti.

2. Negli Ambiti di possibile trasformazione si debbono privilegiare le soluzioni che prevedano l'accumulo e la dispersione delle acque meteoriche intercettate dalle coperture e dalle aree impermeabilizzate nelle zone superficiali del sottosuolo mediante impianti perdenti, purché la conformazione geologica renda possibile ed efficace tale modalità di smaltimento.

L'effettiva capacità di infiltrazione delle acque nel sottosuolo dovrà essere verificata con prove di permeabilità in situ e le opere di drenaggio dovranno essere oggetto di specifica progettazione e dovranno essere accompagnate da Relazione idrologica – idraulica redatta a firma di ingegnere abilitato ed esperto in materia che riporti compiutamente i parametri di dimensionamento assunti, i metodi di calcolo utilizzati ed i risultati ottenuti in merito alle portate accettabili da parte del recapito, al fine di consentire la ripetizione dei calcoli da parte di chi legge.

I sistemi di disperdimento e di accumulo potranno essere provvisti di troppo pieno per il rilascio regolato dei volumi d'acqua invasati, a seguito di eventi con tempo di ritorno superiore a quello assunto di progetto, previo atto concessorio del gestore della rete idrografica o della rete fognaria.

In caso di scarico di troppo pieno nella rete idrografica, la capacità di convogliamento da parte del corpo idrico di recapito dovrà essere in ogni caso valutata attraverso specifico Studio idrologico – idraulico, da redigere a firma di ingegnere abilitato ed esperto in materia, che riporti in maniera compiuta i dati di dimensionamento assunti, i metodi di calcolo utilizzati e i risultati ottenuti, al fine di rendere i calcoli ripetibili da parte di chi legge.

Qualora la conformazione geologica non consenta un efficace smaltimento nel sottosuolo delle acque meteoriche intercettate dalle coperture e dalle aree impermeabilizzate nel sottosuolo, queste dovranno essere recapitate in appositi bacini di accumulo temporaneo evitando il convogliamento diretto in fognatura-acque bianche o nella rete idrica superficiale e/o la dispersione casuale nelle zone limitrofe.

I manufatti di raccolta, recapito ed accumulo delle acque meteoriche dovranno obbligatoriamente essere compresi nelle opere di urbanizzazione primaria.

Gli elaborati progettuali della rete dovranno essere corredati da una Relazione idrologica - idraulica redatta a firma di ingegnere abilitato ed esperto in materia con i seguenti contenuti:

- l'analisi idrologica ed idraulica del corpo idrico recapito dello scarico, con la finalità di valutare le effettive portate aggiuntive accettabili, con riferimento non alla sola sezione dove avviene l'immissione dello scarico ma ad un idoneo sviluppo longitudinale del corso d'acqua.

Considerata la particolare criticità idraulica del sistema idrografico del Comune di Iseo, le portate ammesse allo scarico non potranno in ogni caso eccedere il valore di **10 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile**.

L'analisi della capacità idraulica del recapito dovrà essere condotta non in relazione alla sola dimensione geometrica dello stesso, ma in rapporto alle modalità di deflusso in condizioni di piena per la presenza degli apporti preesistenti;

- analisi idrologica ed idraulica di dimensionamento della rete e dei dispositivi di accumulo.

La relazione dovrà riportare in maniera compiuta i parametri di dimensionamento assunti, i metodi di calcolo utilizzati ed i risultati ottenuti in merito alle portate accettabili da parte del recapito, al fine di consentire la ripetizione dei calcoli da parte di chi legge.

Ai fini della laminazione delle acque meteoriche è consentito l'utilizzo parziale o totale delle superfici esterne a verde, purché opportunamente conformate e sagomate, al fine dell'ordinato accumulo delle acque e del loro rilascio controllato.

Lo scarico delle acque meteoriche dovrà avvenire per mezzo di dispositivi fissi (bocche tarate); non è ammesso l'utilizzo ai fini dello scarico di organi mobili quali paratoie o soglie mobili.

Lo scarico dai dispositivi di accumulo dovrà avvenire esclusivamente attraverso la bocca tarata: non sono pertanto ammessi scarichi di troppo pieno; la

progettazione delle opere interne dovrà prevedere pertanto anche le modalità di gestione delle portate meteoriche eccedenti la capacità del sistema di accumulo.

3. Per interventi di “ristrutturazione edilizia” e di nuova costruzione, così come definiti alle lettere d) ed e) dell’art. 25 della l.r. 12/2005, che comportino interventi sulle reti interne di drenaggio delle acque di scarico, le acque meteoriche intercettate dai tetti e dalle superfici impermeabili dovranno essere allontanate dalla rete fognaria, previa separazione delle reti interne.

Nelle aree in cui la conformazione geologica lo consenta si deve prevedere la dispersione delle acque meteoriche intercettate dalle coperture e dalle aree impermeabilizzate nelle zone superficiali del sottosuolo mediante impianti perdenti. L’effettiva capacità di infiltrazione delle acque nel sottosuolo dovrà essere verificata con prove di permeabilità in situ e le opere di drenaggio dovranno essere oggetto di specifica progettazione.

Qualora la conformazione geologica non consenta la dispersione delle acque nelle zone superficiali del sottosuolo, sarà consentito il recapito nei corpi idrici previa autorizzazione dell’Ente titolare delle competenze di polizia idraulica (Comune o Regione), tenendo conto dell’idoneità e delle caratteristiche idrauliche dei vasi o dei collettori esistenti in relazione alle portate immesse e comunque entro **il limite massimo di 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile.**

La portata eccedente deve essere accumulata in vasche di accumulo da dove avvenga il rilascio controllato delle acque in maniera da non eccedere il limite quantitativo sopra citato.

Lo scarico delle acque meteoriche nella rete fognaria – acque nere sarà ammesso solo qualora le condizioni specifiche del sito dell’intervento non rendano possibili soluzioni di smaltimento alternativo e previa autorizzazione dell’Ente gestore del servizio di fognatura e depurazione e nel rispetto delle prescrizioni costruttive e dei limiti quantitativi formulati da quest’ultimo.

Anche in questo caso, le acque eccedenti tale limite dovranno essere accumulate in vasche di laminazione.

PROCEDURE PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA GEOLOGICA

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia della relazione geologica deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (l.r. 12/2005, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/2005, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste nel testo unico sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

12 CONCLUSIONI

Il territorio di Iseo è caratterizzato da una morfologia varia ed articolata in quanto partecipa a due sistemi territoriali di paesaggio: la costa del Lago di Iseo con gli ambiti montani ad essa collegati ed il sistema morenico della Franciacorta con le torbiere d'Iseo.

La costa del Lago di Iseo costituisce una fascia subpianeggiante generalmente piuttosto stretta in quanto i versanti montuosi incombono sul lago. La fascia si allarga in corrispondenza degli ampi conoidi prodotti dall'abbondante materiale morenico eroso e depositato dai principali corsi d'acqua (T. Cortelo e Rio della Valle del Tufo).

Lungo la costa sono presenti le due penisole di Montecolo e Montecolino che corrispondono a due gobbe rocciose levigate e arrotondate dal ghiacciaio.

La morfologia dei versanti montuosi è molto varia: sono presenti pareti rocciose come quelle del Corno dei Creilì, della Rocca di S. Giorgio e di S. Fermo, versanti acclivi con substrato roccioso subaffiorante e pendii dolci in corrispondenza dei depositi glaciali addossati ai versanti, spesso caratterizzati da serie di scarpate morfologiche e da creste di cordoni morenici.

Si segnalano come elementi di particolare pregio geomorfologico e paesistico i due cordoni paralleli e ravvicinati di Invino-S.Teresa, all'interno dei quali si è sviluppata una valletta fluvioglaciale. Poco più a valle, in località Bosine sono presenti altri due piccoli cordoni morenici paralleli che delimitano un'altra valletta fluvioglaciale.

Il sistema morenico della Franciacorta è costituito da una serie di cerchie separate da depressioni occupate da argille lacustri e torbiere.

Particolarmente rilevanti dal punto di vista paesistico sono i cordoni che da Sassabaneke si sviluppano fino a Clusane bordando il lago. Appena arretrati si trovano i cordoni di Cremignane e quello che taglia la III traversa di via Risorgimento, a Clusane.

Dal punto di vista geotecnico nel territorio di Iseo sono presenti vaste aree occupate da depositi lacustri o glaciolacustri poco o nulla addensati con caratteristiche geotecniche da scadenti a molto scadenti, il cui spessore varia sensibilmente in relazione all'andamento dell'antico fondo del lago.

Lungo i versanti montuosi sono state rilevate alcune problematiche legate a fenomeni gravitativi che interessano soprattutto i depositi glaciali (scivolamenti) e le pareti rocciose

(crolli). Riguardo a queste ultime lo studio di dettaglio effettuato ha evidenziato le aree a maggior rischio e gli interventi atti a mettere in sicurezza le aree stesse.

I problemi più importanti rilevati sono comunque legati alla rete idrografica, caratterizzata, oltre che dal Torrente Cortelo e dal Fosso Valle del Molino (o del Tufo), da alvei per lo più brevi, ma molto ripidi, in grado di recapitare in tempi rapidi a valle acque e materiale detritico in occasione di precipitazioni intense. Spesso il corso naturale degli impluvi collinari termina in corrispondenza dell'inizio del centro abitato, dove l'acqua viene convogliata nella rete fognaria, attraverso griglie e tombinatura, oppure spaglia sul terreno. Nel corso di eventi eccezionali le griglie vengono intasate dal materiale trasportato dalle acque e non sono quindi in grado di smaltire le portate. Di conseguenza le acque si propagano lungo vie preferenziali, quasi sempre rappresentate dalla rete stradale.

Relativamente al T. Cortelo e al Fosso Valle del Molino l'Amministrazione Comunale ha commissionato studi di dettaglio al fine di programmare gli interventi volti alla sistemazione idraulica dei punti più critici.

Nelle zone più depresse (Le Polle, area compresa tra Centro sportivo e stazione) gli allagamenti sono da ricondurre ad una scarsa efficienza della rete idrografica superficiale associata alla conformazione morfologica, alla bassa permeabilità dei terreni e alla bassa cadente rispetto al lago. Inoltre la falda acquifera è subaffiorante ed in occasione di precipitazioni particolarmente intense e prolungate il livello piezometrico si innalza a causa della difficoltà di drenaggio delle acque, saturando i terreni. In tali condizioni è possibile che le aree più depresse vengano allagate sia a causa delle acque meteoriche e di scorrimento superficiale che ristagnano e sono smaltite con difficoltà, sia a causa dell'innalzamento del livello falda che satura i terreni.

Tenuto conto della situazione già critica legata alla rete idrografica ed allo smaltimento delle acque meteoriche in occasione di precipitazioni intense, facendo riferimento ai principi contenuti nel Programma di tutela ed uso delle acque (P.T.U.A.) della Regione Lombardia, nelle norme geologiche (cap. 10) sono contenute alcune prescrizioni riguardanti le acque meteoriche.

Dal punto di vista sismico l'analisi del territorio, condotta secondo quanto prescritto dall'all. 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, ha evidenziato la presenza di aree soggette ad amplificazione sismica maggiore di quella prevista dalla normativa tecnica nazionale per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008). Sarà quindi necessario, in fase progettuale, attenersi alle prescrizioni contenute nel precedente capitolo.

L'assetto generale del territorio condiziona fortemente anche le caratteristiche idrogeologiche, quali direzione di flusso della falda, potenzialità e qualità delle acque sotterranee, grado di vulnerabilità, ecc....

Le rocce calcaree e calcareo-marnose, che costituiscono buona parte del settore montuoso, consentono una certa circolazione idrica sotterranea. Alcune sorgenti, come la sorgente Bonomelli, emergono da depositi glaciali addossati al versante che drenano dal substrato roccioso le acque sotterranee, fungendo da serbatoi.

Nel settore morenico e lungo la costa è presente una falda acquifera superficiale. In profondità (oltre i 30-40 m) è presente un sistema di falde confinate o semiconfinate contenute in livelli ghiaiosi più o meno cementati, che non sono in contatto diretto con la falda acquifera più superficiale se non localmente, come in corrispondenza del pozzo di via Mier.

L'acqua captata dai quattro pozzi che alimentano l'acquedotto comunale presenta buone caratteristiche. I dati chimici relativi al pozzo Badaline indicano che il chimismo delle acque è tipico di falda profonda che non comunica direttamente con le falde superficiali o con corsi d'acqua. Le acque captate dai pozzi Cremignane e via Mier (e in misura leggermente minore quelle emunte dal pozzo Pilzone) presentano invece un chimismo che sembra risentire maggiormente dell'apporto da parte delle acque superficiali e quindi indicano che l'acquifero captato è più vulnerabile.

Si segnala infine la presenza di un "Geosito" di valore geologico stratigrafico (art.22 del Piano Territoriale Paesistico Regionale), rappresentato dal Conglomerato di Cremignane, formazione geologica costituita da depositi fluviali molto ben cementati, osservabile in affioramenti limitatissimi. La necessità di salvaguardia deriva da un lato dalla ristrettezza degli affioramenti e dall'altro dalle strie e scanalature che l'abrasione del ghiacciaio ha lasciato, in particolare su un affioramento.

Brescia, ottobre 2011

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli