



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



REGIONE VENETO



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

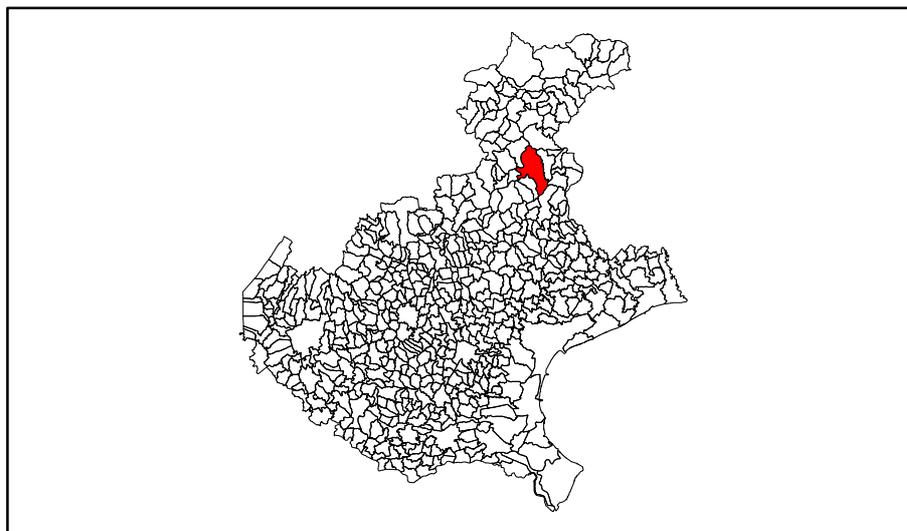
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Livello 1

Relazione Illustrativa

Regione Veneto
Comune di Belluno



RTP GEO.TEC.

Il Capogruppo:

Dr. Geol. Antonio TOSCANO

Il Mandante:

Dr. Geol. Daniela VIAPPIANI

Via Bellini, 21 35012 CAMPOSAMPIERO (PD)

TEL. & FAX 049 7381419 Mobile: 328 42 60 200

e-mail: antoniotoscano@fastwebnet.it

P.I.V.A.: 03551640653

Camposampiero, Aprile 2013

Indice

1. INTRODUZIONE

1.1 Riferimenti Normativi.....	pag.2
1.2 Finalità.....	pag.2-3
1.3 Individuazione delle aree di studio.....	pag.3
1.4 Descrizione generale dell'area: inquadramento geologico regionale.....	pag.4

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Classificazione sismica di Belluno.....	pag.5-6
2.2 Definizione della pericolosità di base.....	pag.7-9
2.3 Sismicità storica.....	pag.9-11
2.4 Faglie attive.....	pag.11-13

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 Assetto geologico-strutturale regionale, sezioni geologiche.....	pag.14-15
3.2 Assetto geologico-strutturale dell'area di Belluno.....	pag.15-16
3.3 Assetto geomorfologico.....	pag.16-17
3.4 Caratteristiche litostratigrafiche.....	pag.17-18
3.4.1 Descrizione delle singole Unità Litostratigrafiche.....	pag.18-20

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

4.1 Sondaggi geognostici pregressi.....	pag.21-27
4.2 Parametri geotecnici, unità geotecniche e geofisiche	
4.2.1 Parametri Geotecnici.....	pag.28-29
4.2.2 Parametri Geofisici.....	pag.30

5. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

5.1 Modello geologico.....	pag.31-34
5.1.1 Descrizione delle singole sezioni litotecniche.....	pag.34-36
5.2 Modello idrogeologico.....	pag.37-38

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

6.1 Identificazione delle fonti dei dati	
6.1.1 Dati cartografici.....	pag.38
6.1.2 Dati geologico-tecnici e geofisici.....	pag.39
6.2 Rappresentatività e incertezze.....	pag.39
6.3 Punti forti e deboli.....	pag.40
6.4 Programmazione di future indagini.....	pag.40

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONI E RISULTATI

7.1 Elaborazioni dei dati di base per amplificazioni.....	pag.41
7.2 Instabilità di versante.....	pag.41
7.3 Liquefazioni.....	pag.42
7.4 Stima di cedimenti differenziali.....	pag.43

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1 Carta delle Indagini.....	pag.44
8.2 Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica	
8.2.1 Unità Geologiche.....	pag.46-48
8.2.2 Unità Morfologiche.....	pag.48-49
8.2.3 Elementi Tettonico Strutturali - Unità Strutturali.....	pag.49-52
8.2.4 Frane.....	pag.53
8.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS (LIVELLO I)	pag.54
8.3.1 Descrizione aree stabili, stabili suscettibili di amplificazioni e le zone suscettibili di instabilità.....	pag.55-60
8.3.2 Altre forme illustrate.....	pag.60

9. CONCLUSIONI E COMMENTI FINALI	pag.61
---	--------

10. BIBLIOGRAFIA

11. ALLEGATI

1. INTRODUZIONE, RIFERIMENTI NORMATIVI, MODALITA' DI LAVORO

1.1 Riferimenti Normativi

Per incarico dell'Amministrazione Comunale di Belluno, giusto incarico come da Determinazione numero 616 dell'8 novembre 2012, abbiamo redatto la presente **Relazione Illustrativa conclusiva** relativa all'affidamento dell'incarico professionale per la redazione dello **Studio di Microzonazione Sismica di Primo Livello** del territorio comunale.

In ottemperanza alla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.4007 del 27/02/2012 in data 29 febbraio 2012, sono state disciplinate le modalità di ripartizione delle risorse statali e le relative specifiche tecniche per le indagini di Microzonazione Sismica.

La Regione Veneto, ha recepito, con la Deliberazione di Giunta Regionale N. 655 del 17 aprile 2012 la suddetta Ordinanza e con l'Allegato A "*ELENCO DEI COMUNI DEL VENETO CON ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO $a_g > 0,125g$* ", desunti dall'allegato 7 della citata Ordinanza, caratterizzati da un'accelerazione massima al suolo pari ad almeno 0,125g così come definita dagli allegati alle NTC 08 di cui al DM 14.01.2008, sono stati individuati i comuni che hanno potuto usufruire dei contributi e nei quali è risultato prioritario lo svolgimento di studi di MICROZONAZIONE SISMICA.

1.2 Finalità

In riferimento alle suddette normative, lo studio oggetto del presente lavoro è stato eseguito in conformità agli "*Indirizzi e criteri per la MICROZONAZIONE SISMICA*" PARTE I-II, Conferenza delle Regioni e delle Province autonome Presidenza del Consiglio dei Dipartimenti della Protezione Civile Commissione Protezione Civile Sottocommissione 8 Attuazione della normativa sismica, sett. 2008, agli STANDARD DI RAPPRESENTAZIONE E ARCHIVIAZIONE INFORMATICA redatto dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n. 3907) 5 ottobre 2011 aggiornato con "Microzonazione sismica" STANDARD DI RAPPRESENTAZIONE E ARCHIVIAZIONE INFORMATICA Versione 2.0 Roma, Giugno 2012.

I suddetti indirizzi propongono, in funzione dei diversi contesti, che gli studi di Microzonazione Sismica vengano effettuati a vari livelli di approfondimento, passando da un livello 1 fino al livello 3:

- *il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente*

omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte;

- *il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la Carta di microzonazione sismica;*
- *il livello 3 restituisce una Carta di Microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari."*

Il **livello I**, oggetto del nostro lavoro, rappresenta quindi un livello propedeutico agli studi successivi ed è finalizzato alla individuazione, nell'ambito del comprensorio comunale, di aree omogenee (microzone) dal punto di vista sismico che mostrano caratteristiche tali da poter generare fenomeni di amplificazione sismica o fenomeni di instabilità indotti (liquefazione, cedimenti differenziali, franosità). Il dettaglio di rappresentazione delle microzone è legato alla quantità e attendibilità dei dati di partenza. Tale, studio di carattere qualitativo, ha quindi lo scopo di fornire informazioni geologiche generali su ampia scala che rappresentano la base di partenza degli studi di Microzonazione Sismica quantitativi dei livelli 2 e 3 successivi.

1.3 Individuazione delle aree di studio

Le aree di studio sono state individuate secondo i criteri definiti dagli I.C.M.S. PARTE II del 2008 nell'ambito del comprensorio comunale. Si tratta nella maggior parte della fascia di territorio compreso nell'ambito pedemontano dove si concentra la maggior parte del centro abitato.

Secondo quanto previsto dalla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.4007 art.5 comma 4, **sono escluse dalla M.S.** le Aree Naturali Protette, siti di importanza comunitaria (SIC), zone di protezione speciale (ZPS), aree adibite a verde pubblico di grandi dimensioni, **salvo che non presentino insediamenti abitativi.**

Pertanto, dato che sul territorio comunale insistono le seguenti *aree protette* che hanno nel loro interno dei piccoli nuclei abitativi come:

1. area SIC E ZPS *Dolomiti Feltrine e Bellunesi* a nord;
2. area SIC *Gruppo del Visentin* a sud;
3. area SIC *Fiume Piave dai Maserot alle grave di Pederobba* area centro occidentale;
4. area SIC *Torbiera di Antole* area centro occidentale;

si è ritenuto opportuno inserirle all'interno delle aree del presente studio di M.S.

Solo l'area SIC *Fontane di Nogare'*, ubicata nell'area centro orientale del territorio comunale, al centro della Valle del Piave, è stata esclusa dallo studio di M.S. per la completa assenza, al suo interno, di unità abitative.

1.4 Descrizione generale dell'area: inquadramento geologico regionale

Dal punto di vista geologico regionale, la zona in esame appartiene strutturalmente alle Alpi Meridionali o Sudalpino, ovvero alla porzione di catena alpina sudvergente posta a Sud della Linea Insubrica, ed è limitata a nord dalla Linea della Valsugana. La struttura delle Alpi è infatti caratterizzata dalla presenza di due catene a falde che si sono propagate in senso opposto, rispettivamente verso NW e verso S. La catena a vergenza europea (NW) o catena alpina s.s. è formata da diversi sistemi tettonici traslati, a partire dal Cretacico, verso l'avampaese europeo, mentre la catena sudvergente è formata da un sistema tettonico che si è deformato verso l'avampaese padano-adriatico.

Le Alpi Meridionali sono caratterizzate da uno stile deformativo dominato da sovrascorrimenti con sviluppo di *anticlinali di rampa* e localizzati, ma significativi, *retroscorrimenti*.

La catena in oggetto può essere a sua volta suddivisa in tre principali settori strutturali:

- settore occidentale, che si estende verso oriente fino al plutone dell'Adamello: è caratterizzato da intense deformazioni Eo-alpine (Cretacico Sup.) nel nucleo interno e raccorciamenti crostali Neoalpini (sino al Tortoniano) nella porzione esterna.
- settore centrale, che comprende il fascio giudicariense e giunge sino alla linea Schio-Vicenza: è caratterizzato quasi esclusivamente da raccorciamenti crostali neo-alpini (sino al Tortoniano), meno marcati che nei settori adiacenti.
- settore orientale, che si estende ad oriente della linea Schio-Vicenza: è caratterizzato da deformazioni e raccorciamenti che aumentano procedendo verso Est dove, oltre a tutte le fasi neo-alpine (tuttora attive), sono ancora ben evidenti gli effetti della tettonica compressiva meso-alpina (Paleogene-Miocene Inf.).

L'evoluzione geologica della regione in esame è legata alla formazione di piattaforme carbonatiche di ridotte dimensioni che avevano cominciato a differenziarsi a partire dal Triassico Medio e successivamente, in modo più ampio, tra il Triassico Superiore e il Giurassico Inferiore, fino a configurarsi definitivamente nel Giurassico Medio. Tra queste domina la Piattaforma Carbonatica Friulana. In un quadro tettonico dominato da faglie estensionali a direzione NW-SE, segmentate da faglie trascorrenti o transtensive NE-SW si sviluppò un sistema di bacini circostanti la Piattaforma Friulana, tra i quali si distingue, a ovest della stessa, ***il Bacino di Belluno***, la cui apertura si fa risalire al Giurassico Inferiore, e che si approfondì con velocità di subsidenza variabili, fino a raggiungere una paleobatimetria massima di 1200-1500m nel Cretacico Superiore.

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Classificazione sismica di Belluno

Il quadro legislativo relativo alla tematica sismica in Italia presenta, negli ultimi anni, molte innovazioni e modifiche. La più recente normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8/5/2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274, recepita dalla Regione Veneto con D.G.R. n. 67 del 3/12/2003, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando la precedente terminologia di categorie sismiche. Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico.

Quindi, con la Deliberazione n. 67 in data 3 dicembre 2003 il Consiglio Regionale ha fatto proprio e approvato il nuovo elenco dei comuni sismici del Veneto e il Comune di Belluno è stato classificato, in ZONA SISMICA 2 (valori di a $0.15 < a_g < 0.125$).

Infine, con l'Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 e D.G.R.V. n.71/2008 si approva la "*Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale*" espressa in termini di accelerazione massima al suolo ($a_g \max$) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita ai suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/sec). Il valore di " a_g ", per il Comune di Belluno, in zona "2", riferita a suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s) varia da 0,175g a 0.225g (**vedi figura 1**).

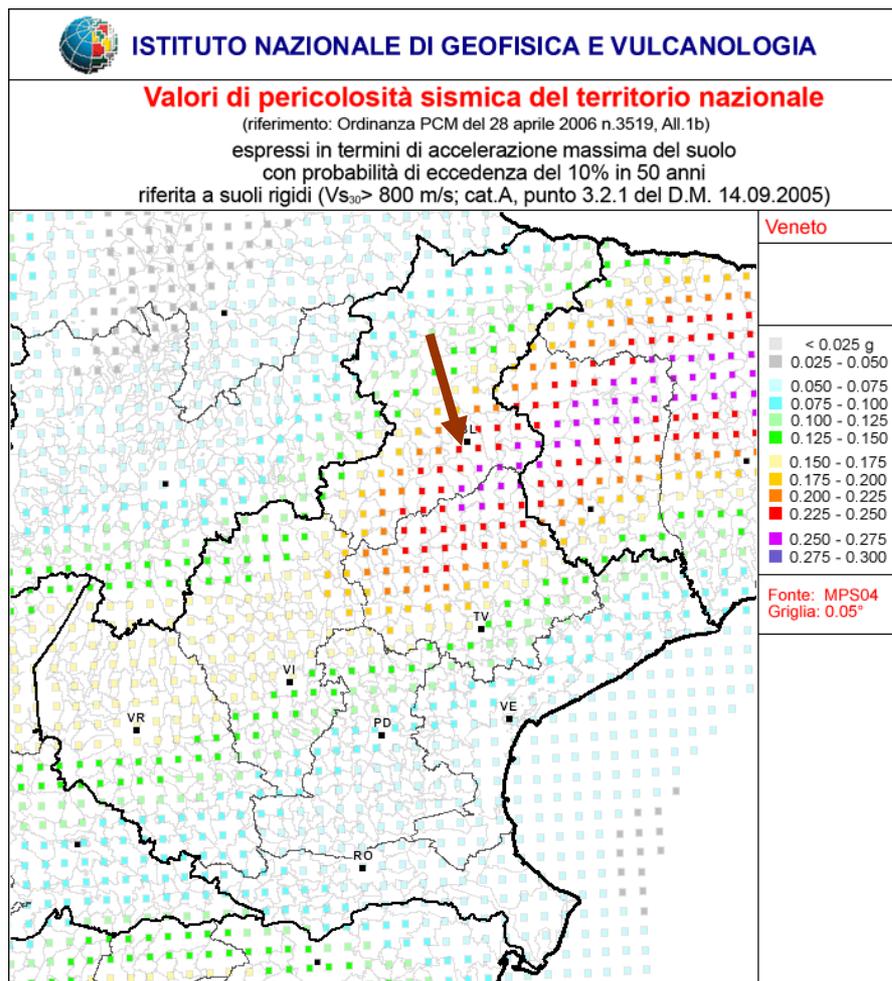


Figura 1

Nell'allegato 7 dell'O.P.C.M. del 13.11.2010 n.3907, sono indicate le a_g , per un tempo di ritorno di 475 anni in condizioni di sottosuolo rigido e pianeggiante, corrispondente al valore più elevato di a_g tra i centri e nuclei ISTAT del Comune (v. all.2 comma 2), e per Belluno corrisponde a **0,250392 g (vedi figura 2).**

Allegato 7: elenco dei comuni con $a_g > 0,125\text{ g}$ e periodi di classificazione

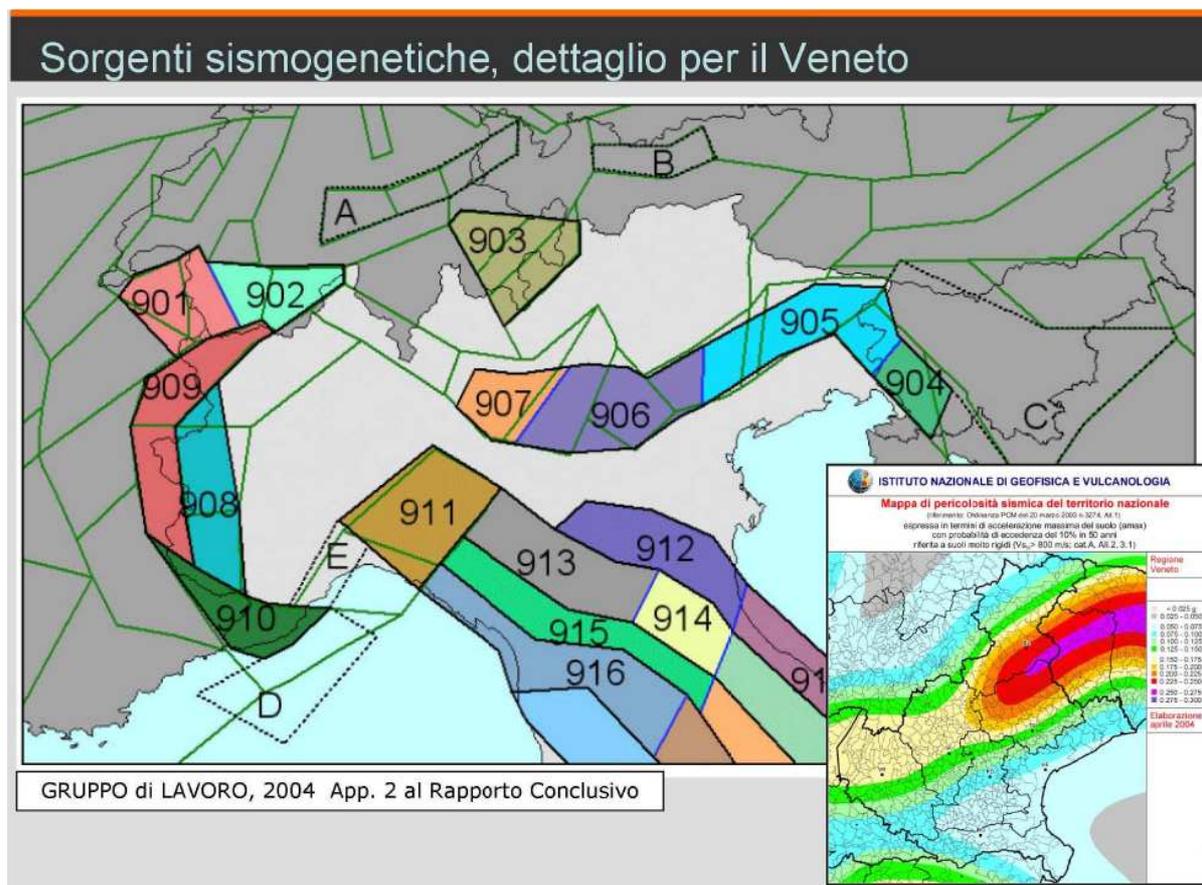
Codice Istat	Provincia	Comune	a_g	Data di prima classificazione dell'intero territorio comunale	Periodo di declassificazione
05025006	025	Belluno	0.250392	1937	

Figura 2

2.2 Definizione della pericolosità di base

La pericolosità sismica di un'area è intesa come la probabilità che un dato valore di scuotimento del terreno, espresso con parametri fisici (picco di accelerazione orizzontale, picco di velocità, picco di spostamento, accelerazione spettrale) possa essere superato in un certo lasso di tempo a seguito di un terremoto. La pericolosità sismica insieme alla vulnerabilità e al valore esposto in un'area rappresenta la grandezza fondamentale per la definizione del rischio sismico inteso come la probabilità che un dato valore di danno possa essere superato in un certo intervallo di tempo a seguito di un evento sismico (Elementi di calcolo della pericolosità D. Slejko).

Il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità di base del territorio italiano era rappresentato, fino al 2002 dalla zonazione sismogenetica **ZS4** (Meletti et al., 2000 Scandone e Stucchi 2000). Successivamente, i nuovi sviluppi e ricerche nell'ambito della sismogenesi (INGV-AA.VV 2004) hanno evidenziato alcune incongruenze e la scarsa compatibilità con alcuni cataloghi di terremoti. Pertanto è stato proposto un nuovo modello di zonazione sismogenetica denominato ZS9. Tale zonazione ha apportato alcune modifiche al modello iniziale con il raggruppamento e l'introduzione di nuove zone sismogenetiche (**vedi figura 3**).



Sulla base del nuovo modello sismo-genetico, in ambito regionale il comprensorio di Belluno ricade in un settore per i quali i terremoti sono concentrati nell'Arco Alpino che comprende le zone ZS da 901 a 912. In particolare le zone più vicine al comprensorio sono 907-906-905-904 e la 903, nell'area più a nord. In questi settori si osserva la massima convergenza tra la placca adriatica e quella europea; essi sono caratterizzati da strutture a pieghe sud vergenti del sudalpino orientale e faglie inverse associate (Zanferrari et al. 1982; Sleiko et al 1989, Valensise e Pantosti 2001). La zona 905 mostra un ampliamento verso S-E e verso Ovest includendo sorgenti sismogenetiche potenzialmente responsabili di terremoti con $M > 6$, e con frequenza di terremoti nettamente superiore a quella delle zone adiacenti come riportato nel catalogo CPTI2 . La zona 906 è quella che comprende Bassano del Grappa fino al veronese. In questo settore la sismicità è legata alla convergenza tra la placca adriatica e quella europea con meccanismo di fagliazione di tipo inverso (**vedi figura 4**).

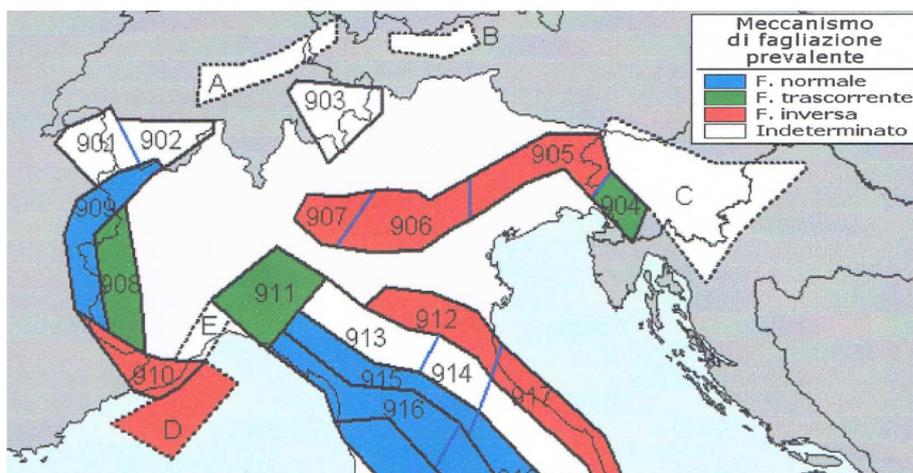


Figura 4: Figura 4: Meccanismo di fagliazione per le zona ZS; l'assegnazione è basata su una combinazione di focali osservati con dati geologici a varie scale (GRUPPO DI LAVORO I.N.V.G)

Per quanto riguarda invece la profondità efficace ossia la profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti, sulla base dei cataloghi strumentali e di alcune assunzioni di partenza, il Gruppo di lavoro dell'INGV ha suddiviso gli intervalli di profondità efficace in quattro classi di profondità: 1-5 Km, 5-8Km ,8-12 km 12-20Km

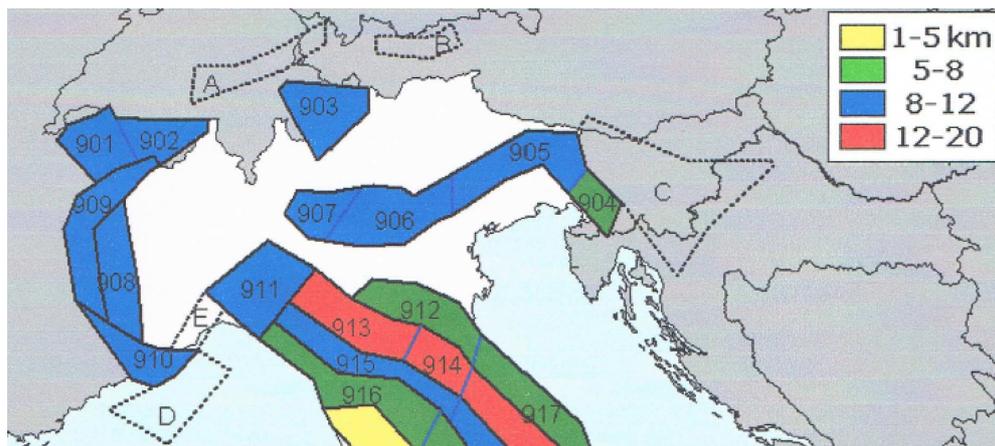


Figura 5: Classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone ZS sulla base dei valori della moda e della forma della frequenza degli eventi in funzione della profondità (GRUPPO DI LAVORO I.N.G.V.)

La classe 3 è la classe di profondità efficace attribuita ai settori considerati con intervallo di profondità compreso tra 8-12 Km (**vedi figura 5**).

La distribuzione e caratterizzazione delle zone sismogenetiche è stata tradotta in una mappa di pericolosità sismica valida per tutto il territorio nazionale nella quale sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_g con probabilità di eccedenza dal 10% in 50 anni, riferita a categoria di suolo A caratterizzati da valori di $V_s > 800\text{m/s}$ (**vedi figura 1**).

Su base comunale il territorio di Belluno è classificato come **zona di II categoria** sismica con valori di accelerazione compresi tra $0.15 < a_g < 0.25$.

2.3 Sismicità storica

Per quanto riguarda i terremoti storici che hanno colpito l'area comunale di Belluno si è fatto riferimento al *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani* (CPTI), disponibile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>, frutto di un progetto portato avanti da un Gruppo di Lavoro formato da ricercatori dell'*Istituto Nazionale di Geofisica* (ING), del *Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti* (GNDDT) del CNR, della società *SGA Storia Geofisica Ambiente* (SGA) e del *Servizio Sismico Nazionale* (SSN). Il catalogo viene aggiornato periodicamente sulla scorta delle nuove conoscenze. Dalla prima formulazione del 1999 (CPTI99), ne è seguita una seconda nel 2004 (CPTI04), una terza nel 2008 (CPTI08) e una quarta nel 2011 (CPTI011) che aggiorna quella precedente per gli anni dal 1000 al 2006, anche questa disponibile online.

Secondo il Catalogo, il fronte Alpino della catena delle Alpi Meridionali, cui appartiene la zona in esame, in epoca storica è stata interessata da numerosi terremoti di magnitudo $M > 6.0$, di cui quello distruttivo del Friuli del 1976 rappresenta l'episodio recente più importante. Secondo lo studio CPTI, sono 8 i terremoti con magnitudo superiore a 6.0 che hanno danneggiato l'area

localizzata grossomodo in una fascia diretta NE-SW e compresa tra il dominio Alpino e la pianura Veneto-Friulana (**vedi figura 6**).

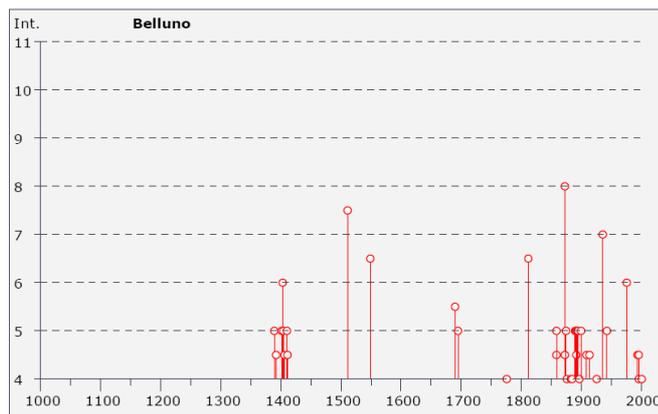
Storia sismica di Belluno
[46.146, 12.222]

Numero di eventi: 67

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
5	1389 08 20 13:00	Moggio Udinese	3	6-7 4.93 ±0.34	
4-5	1392 01 28 00:30	BELLUNO	1	4-5 4.09 ±0.34	
5	1401 06 29 09:00	SEDICO	1	5 4.30 ±0.34	
6	1403 01 12 05:30	Belluno	3	6 4.72 ±0.34	
5	1404 02 01 21:00	BELLUNO	1	5 4.30 ±0.34	
F	1405 06 26 13:45	Bellunese	2	4-5 4.09 ±0.34	
4-5	1406 05 28 21:30	BELLUNO	1	4-5 4.09 ±0.34	
5	1410 06 10 21:00	Verona	9		
4-5	1411 07 01 06:00	BELLUNO	1	4-5 4.09 ±0.34	
7-8	1511 03 26 14:40	Slovenia	66	9 6.98 ±0.17	
6-7	1549 09 10	BELLUNO	1	6-7 4.93 ±0.34	
5-6	1690 05 04	BELLUNO	1	5-6 4.51 ±0.34	
5	1695 02 25 05:30	Asolano	82	10 6.48 ±0.18	
4	1776 07 10	TRAMONTI	19	8-9 5.78 ±0.38	
6-7	1812 10 25 07:00	SEQUALS	34	7-8 5.71 ±0.35	
NR	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	114	8 5.76 ±0.15	
4-5	1859 01 20 07:55	COLLALTO	36	6 4.98 ±0.32	
5	1859 09 29 08:30	BELLUNO	1	5 4.30 ±0.34	
3	1860 07 19	VALDOBBIADENE	10	6-7 4.97 ±0.44	
3	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10	
8	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10 6.32 ±0.11	
3-4	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	67	6-7 5.43 ±0.15	
4-5	1873 11 06 08:30	BELLUNO	1	4-5 4.09 ±0.34	
2	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144	5.93 ±0.16	
5	1875 10 24 20:13	BELLUNO	2	4 3.87 ±0.34	
3-4	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8 5.98 ±0.16	

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
4	1876 03 28 01:00	FARRA D'ALPAGO	2	4 3.87 ±0.34	
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6 5.06 ±0.30	
3	1878 04 05 09:46	Bolognese	6		
3	1879 02 14	GARGNANO	6	5 4.83 ±0.63	
4	1883 10 22 03:30	CENBDA	5	5-6 4.61 ±0.61	
4	1885 12 29	VITTORIO VENETO	47	6 5.18 ±0.19	
3-4	1889 12 08	APRICENA	122	7 5.69 ±0.13	
5	1890 03 26 20:10	CADORE	48	6 4.96 ±0.38	
5	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06	
4-5	1892 01 11 01:56	BOSCO CANSIGLIO	13	4-5 4.28 ±0.42	
5	1892 06 23 23:20	CLAUT	71	5-6 4.71 ±0.14	
3	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11	
5	1893 10 27 16:31	LONGARONE	54	5 4.60 ±0.26	
3	1894 02 09 12:48	Valle d'Illasi	116	6 4.77 ±0.15	
F	1894 11 28	FONZASO	11	5-6 4.51 ±0.67	
3	1895 02 27 15:38	CLAUT	31	5 4.49 ±0.28	
5	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8 6.23 ±0.08	
F	1895 06 10 01:47	VALDOBBIADENE	73	6 5.03 ±0.13	
4	1897 06 11 12:45	Cornuda	47	5-6 4.54 ±0.33	
3	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8 5.41 ±0.09	
5	1900 03 04 16:55	VALDOBBIADENE	98	6-7 5.13 ±0.14	
3	1901 10 30 14:49	Salò	190	8 5.70 ±0.10	
F	1908 07 10 02:13	Carnia	120	7-8 5.38 ±0.13	
4-5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09	
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5 4.84 ±0.20	
4-5	1914 10 27 09:22	Garfagnana	618	7 5.76 ±0.09	
4	1926 01 01 18:04	Slovenia	63	7-8 5.85 ±0.18	
NF	1934 05 04 13:56	Carnia	80	6 4.85 ±0.19	
7	1936 10 18 03:10	BOSCO CANSIGLIO	267	9 6.12 ±0.09	
5	1943 07 24 01:43	VALDOBBIADENE	29	7 5.20 ±0.23	

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6	1976 05 06 20:00	Friuli	770	9-10 6.46 ±0.09
2	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
3	1987 05 02 20:43	Reggiano	802	6 4.74 ±0.09
4-5	1994 04 20 21:25	CADORE	159	5-6 4.15 ±0.09
4	1996 02 27 11:13	Barcis	150	5 4.48 ±0.11
4-5	1996 04 13 13:00	CLAUT-BARCIS	164	5-6 4.62 ±0.10
3	1996 10 15 09:56	Correggio	135	7 5.41 ±0.09
4	2001 07 17 15:06	Merano	663	6 4.84 ±0.09
2-3	2004 07 12 13:04	Alpi Giulie	366	5.19 ±0.09
F	2004 11 24 22:59	Lago di Garda	176	7-8 5.06 ±0.09
3	2004 12 04 22:20	Valle del Piave	115	5 4.18 ±0.14



Località vicine (within 10km)

Località	Stato	NMO	Distanza
Limana	IT	6	9km
Ponte nelle Alpi	IT	14	6km
Soverzene	IT	6	9km

Figura 6: da <http://emidius.mi.ingv..it/CPTI04/>

2.4 Faglie attive

Negli anni '60 e '70 furono raccolti un gran numero di dati sull'attività Plio-Quaternaria delle faglie dell'Italia del NE, poi sintetizzati nella "Mappa Neotettonica dell'Italia" (CNR-PFG 1987). In questa vennero mappati i maggiori sistemi di *thrust* sud-vergenti che bordavano le pianure Veneta e Friulana ed influenzavano il dominio pre-Alpino, come strutture continue attive durante il Pliocene ed il Quaternario (faglie capaci).

La recente attività dei sovrascorrimenti che delimitano le pianure Veneta e Friulana viene rimarcata anche nella "Map of active faults between the Po and Piave Rivers and Lake Como" (Castaldini & Panizza, 1991), che riporta 112 faglie attive nell'area compresa tra il lago di Garda e la regione Friulana. Gli autori hanno mappato 4 principali strutture compressive dirette ENE-SW: le linee Bassano-Valdobbiadene, Aviano, Sacile e Valsugana Sud, insieme con un gran numero di faglie minori (vedi figura 7).

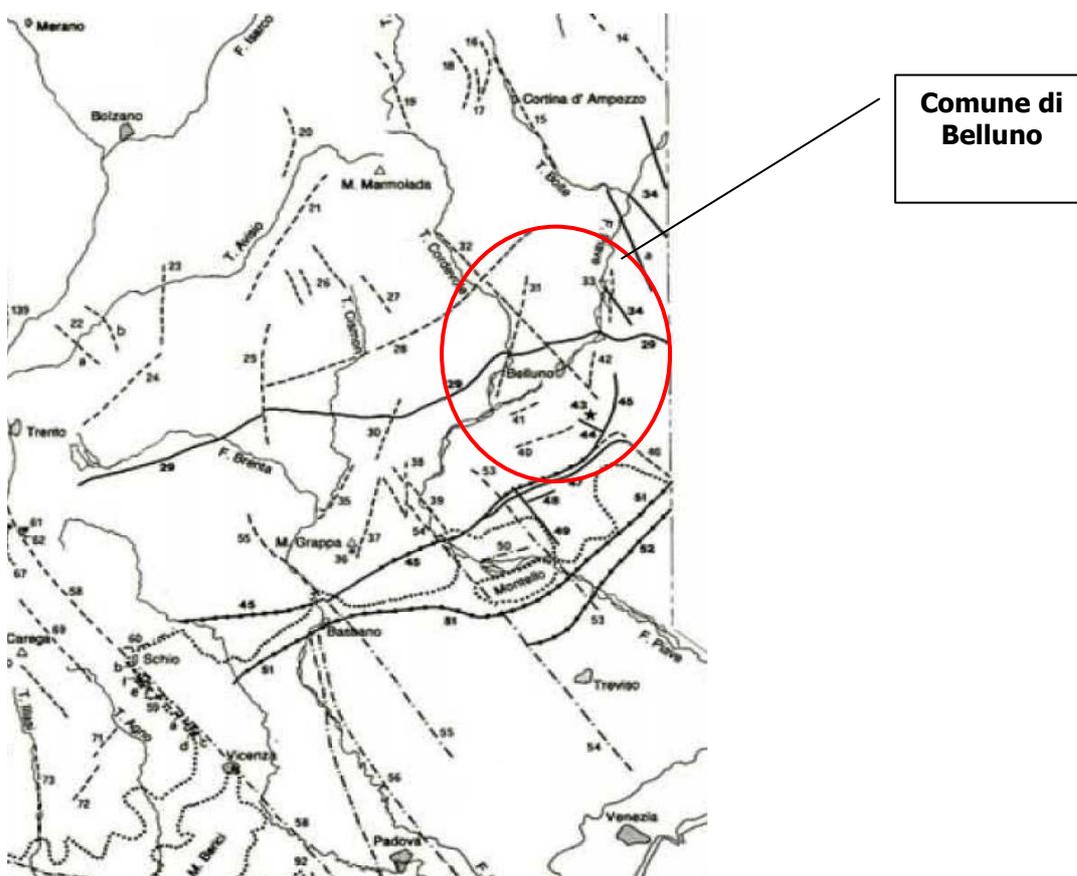


Figura 7: carta generale delle faglie attive del sud-alpino centro orientale (Castaldini-Panizza 1991)

Un sommario a scala regionale delle faglie attive che interessano la catena orientale delle Alpi Meridionali è stato recentemente proposto da Galadini *et al.* (2001b). Il lavoro, che rileggeva

criticamente la letteratura disponibile, riportava nuovi dati di campagna del settore W dell'area indagata. La mappa elaborata includeva le faglie principali (come tracce superficiali) la cui lunghezza era consistente con terremoti di magnitudo $M = 6,2$. Le faglie mappate sono caratterizzate dall'evidenza di attività o dall'indicazione di probabile attività durante il tardo Pleistocene-Olocene (dopo l'ultima massima espansione glaciale, LGM). Il risultato di questa operazione fu un inventario di 8 faglie (si tratta di strutture continue maggiori) che interessavano l'area tra Thiene ed il bordo orientale Friulano. Una successiva rivisitazione critica del lavoro ridusse ulteriormente il numero di faglie attive.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio può essere verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA "ITaly HAZard from CAPable faults" disponibile online (**vedi fig. 8**) consultabile dal sito internet della S.G.I. <http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>.

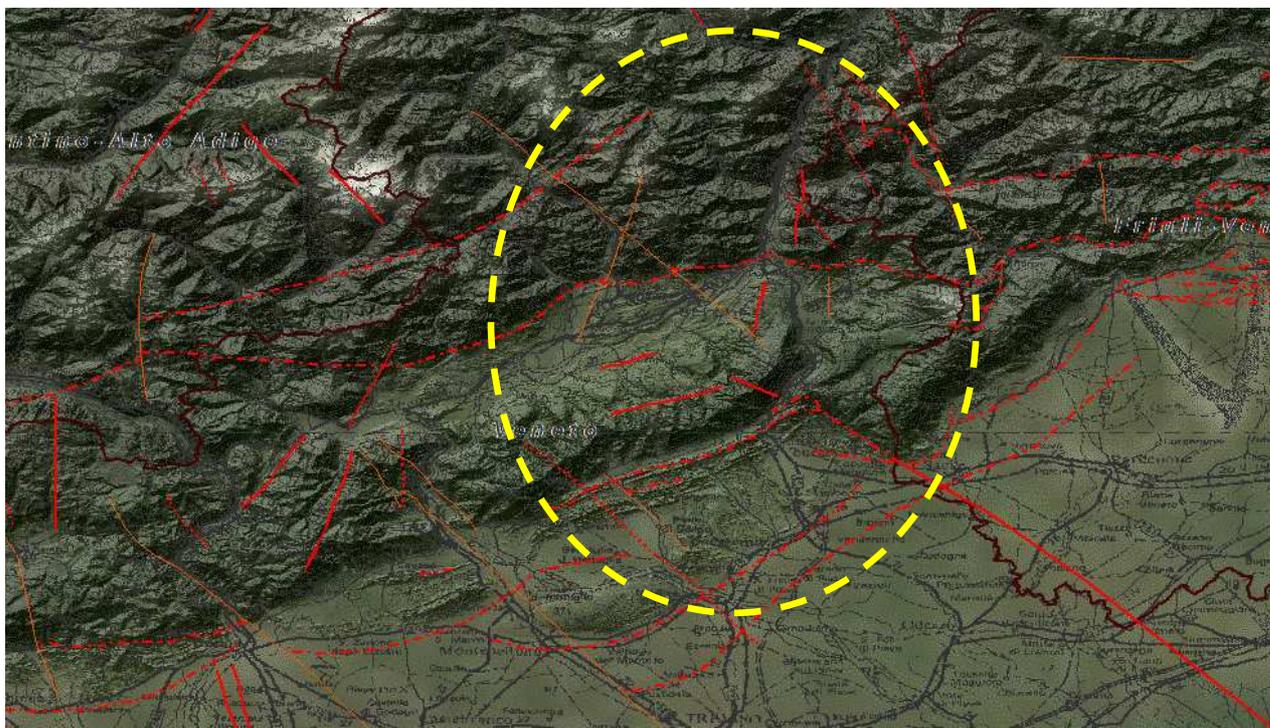


Figura 8: faglie attive e capaci da <http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html> , in tratteggio il territorio comunale di Belluno

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 Assetto geologico-strutturale regionale, sezioni geologiche

L'area in esame, come già illustrato nel paragrafo 1.3, appartiene alle Alpi Meridionali ed è compreso fra la linea della Valsugana a Nord e il fronte Sudalpino a sud (**vedi figura n.9**).

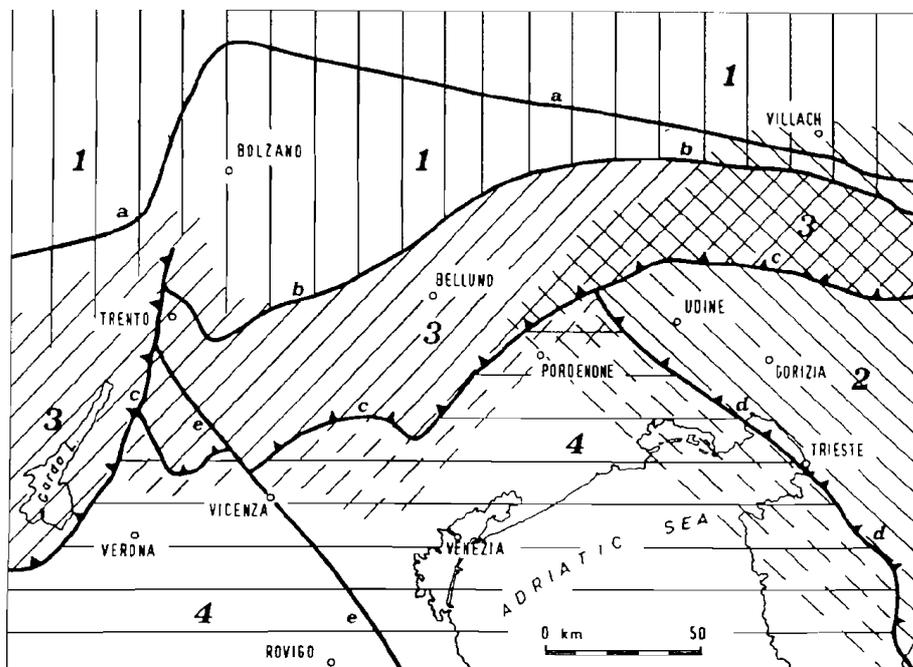


Figura 9: unità cinematico-strutturali 1=Alpi s.s. e settore settentrionale delle Alpi Meridionali; 2= Dinaridi esterne; 3= settore meridionale del Sudalpino; 4=avampaese sudalpino-appenninico. Limiti tettonici: a=lineamento insubrico separante le Alpi s.s. dalla Alpi Meridionali; b=linea della Valsugana; e= linea Fella-Sava; c=fronte del Sudalpino; d=fronte delle Dinaridi esterne; e=linea SchioVicenza (da D.SLEJKO, 1987)

Verso la fine degli anni '90 sono iniziate delle ricerche geologico-strutturali, sul fronte pliocenico (7-1.5 milioni di anni fa) - quaternario (1.5 milioni all'attuale) nell'Italia Nord Orientale e sul suo potenziale sismogenetico; con tale studio sono stati ridefiniti l'architettura del fronte sepolto della pianura friulano-veneta, lo schema dei rapporti fra i sovrassorimenti paleocenici dinarici WSW-vergenti e quelli neoalpini SSE-vergenti e il quadro dell'evoluzione miocenica superiore quaternaria dell'area. Lo schema strutturale aggiornato del fronte pliocenico-quaternario (**vedi figura 10**) evidenzia la segmentazione del fronte stesso in un sistema di "thrust" arcuati, in massima parte ciechi e spesso caratterizzati da rampe oblique, mediante le quali un "thrust" si accavalla lateralmente su un altro. Analisi morfotettoniche e neotettoniche applicate a tali strutture hanno permesso in vari casi di datarne l'attività e di definirne la cinematica quaternaria.

Al primo sistema appartengono le grandi scarpate strutturali ricollegabili alla Linea di Belluno e alla Linea Bassano-Valdobbiadene-Vittorio Veneto.

La Linea di Belluno presenta una grande evidenza morfologica connessa all'alta energia di rilievo della fascia di transizione fra i rilievi delle Dolomiti Bellunesi e il fondovalle del Piave, essa è geneticamente collegata alla Sinclinale di Belluno. Nell'ambito di tale sistema ricorrono frequentemente pareti, scarpate di faglia e scarpate di flessura che interrompono antiche paleosuperfici carnificate.

Al secondo sistema giudicariense appartiene l'insieme di faglie inverse che costituisce la rampa laterale della Linea di Longhere-fadalto-Cadola (prolungamento del sovrascorrimento Bassano-Valdobbiadene). Morfologicamente queste faglie sono riconoscibili per le numerose scarpate che interessano i fianchi della valle. Sono state queste dislocazioni a predisporre e a guidare l'evoluzione della Valle del Piave.

Parlando delle strutture geologiche dell'area non si può non fare un approfondimento della **Sinclinale di Belluno**. Si tratta di un'ampia sinclinale asimmetrica con asse situato a letto della Linea di Belluno in parte sepolto nell'area di San Gregorio e di Ponte nelle Alpi, dai terreni sovrascorsi tramite la Linea di Belluno. Il nucleo della sinclinale è costituito da terreni oligomiocenici, mentre i fianchi sono in gran parte costituiti da flysch eocenici. Il fianco settentrionale è in genere molto più inclinato, talora rovesciato. È spesso problematica l'individuazione delle faglie ed ancor più difficile la valutazione del rigetto nell'ambito dei piani di scollamento all'interno del flysch data la sua incompetenza e la carenza o assenza di livelli caratteristici. È inoltre difficile provare la continuità e l'estensione dei fenomeni per la facilità con cui questa formazione viene coperta dalla vegetazione nonché per le estese coperture fluvioglaciali e alluvionali.

3.3 Assetto geomorfologico

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in cui ricade il comprensorio comunale di Belluno sono collegate principalmente alla presenza di pieghe, faglie, scarpate, dossi anticlinali e valli sinclinali. Il vallone Bellunese è l'evidenza principale di tali strutture, modellatosi sui fianchi della grande sinclinale di Belluno. Dopo le fasi tettoniche, nel Pleistocene, le valli del Piave, del Cordevole, del Mis e la Conca dell'Alpago, furono occupate da grandi ghiacciai, che ne modificarono la morfologia dei fondovalle. Infatti sui versanti e sui fondovalle, si rinvengono tracce di forme e depositi dell'ultima espansione wurmiana. Con la fase di ritiro dei ghiacciai, si verificarono intensi fenomeni di rimaneggiamento dei depositi glaciali, ad opera delle acque di fusione. Dai versanti, ancora spogli di vegetazione e soggetti all'azione delle acque dilavanti e ai

processi gravitativi di assestamento, si riversarono sui fondovalle sotto forma di frane, colate di trasporto in massa ecc., notevoli quantità di detriti variamente ripresi e trasportati verso la pianura dai corsi d'acqua. Furono così riempite le numerose depressioni sovraescavazione dei bacini lacustri che si erano formati generalmente per sbarramento di frana, o di conoide o a ridosso degli argini morenici laterali. Successivamente, con il miglioramento climatico, con lo sviluppo della vegetazione e con la stabilizzazione dei versanti iniziarono i processi di incisione dei depositi alluvionali, con la formazione di ampi terrazzi e di nuovi alvei epigenetici. Sui versanti più elevati e su quelli esposti a nord, dove le temperature invernali sono ancora molto basse, continua l'azione crionivale delle nevi perenni con l'approfondimento per erosione chimica e meccanica delle depressioni e la formazione di detriti da crioclastismo. Nei rilievi carbonatici e dolomitici prosegue seppur lentamente il processo chimico di corrosione carsica dei rilievi, sia in superficie che in profondità. E mentre si andava così modellando il rilievo che raggiungerà lentamente le fattezze che oggi noi riconosciamo nel paesaggio della Val Belluna e delle valli circostanti, sempre più evidente si andava facendo l'azione morfogenetica wurmiana.

3.4 Caratteristiche litostratigrafiche

Le formazioni litostratigrafiche presenti nel comprensorio comunale di Belluno possono essere illustrate nello schema di figura 12. Queste corrispondono al Complesso Molassico (periodo cattiano-messiniano), che ricopre quasi tutto il fondovalle del Vallone Bellunese, costituita da arenarie, siltiti, calcareniti, marne e calcari marnosi (**vedi figura 12**).

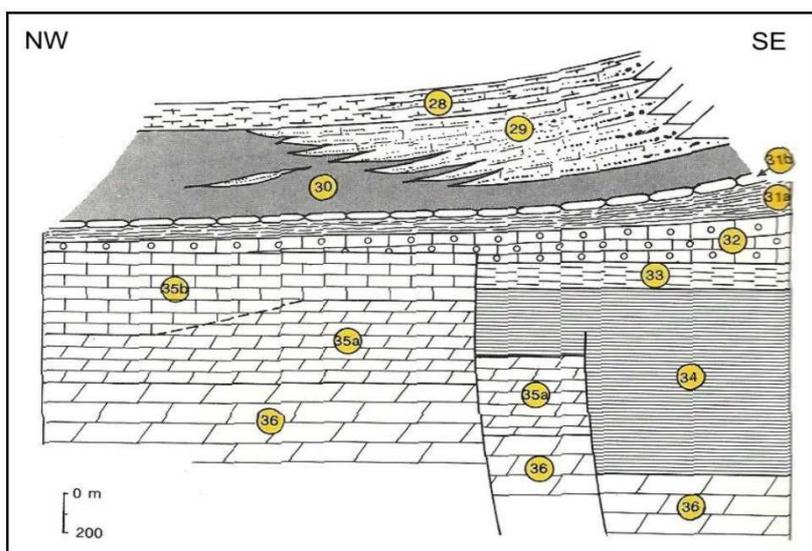


Figura 12: Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni mesozoiche affioranti nel bellunese tramite una sezione ideale. Le superfici oblique sulla destra dello schema rappresentano la scarpata della Piattaforma Friulana. 36: Dolomia Principale; 35: Calcari Grigi (non affioranti nell'area di indagine); 34: Formazione di Soverzene; 33: Formazione di Igne; 32: Calcare del Vajont; 31a: Formazione di Fonzaso; 31b: Rosso Ammonitico; 30: Biancone; 29: Calcare del Fadalto; 28: Scaglia Rossa e Formazione di Cugnan.

Nel settore settentrionale e meridionale del territorio comunale, invece, è rilevabile la serie calcarea costituita dalle formazioni cretache del Biancone e del calcare del Fadalto. Dalla formazione calcarea del Rosso Ammonitico e del Fonzaso si passa alla serie mesozoica dei Calcari del Vajont, dalla formazione di Soverzene e di Igne, dalla formazione dei Calcari Grigi (**vedi figura 13**).

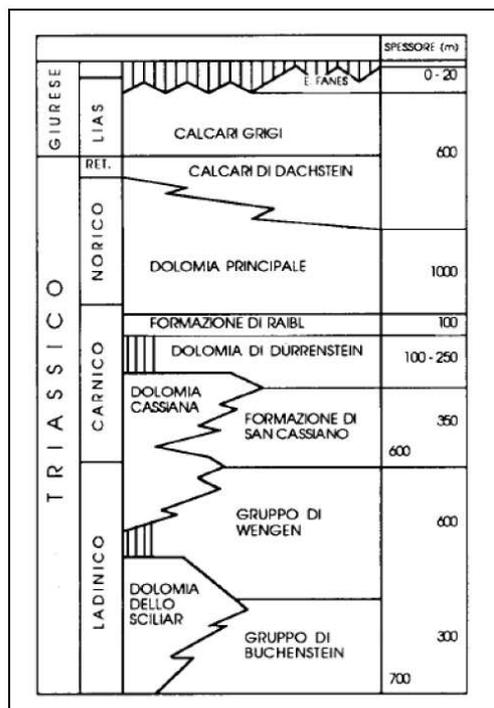


Figura 13: Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni triassiche al di sotto della Dolomia Principale

3.4.1 Descrizione delle singole Unità Litostratigrafiche:

Eta': PERMIANO

Formazione a Bellerophon (Permiano superiore)

È la formazione più antica presente nell'area di indagine e affiora in pochi ambiti.

La formazione è composta da dolomie, marne, evaporiti (gessi e anidriti), e calcari micritici scuri fossiliferi a Foraminiferi, Molluschi, alghe calcaree e Ostracodi.

Eta': TRIASSICO

Dolomia Cassiana e Formazione di Durrenstein (Carnico inferiore e medio)

Si tratta di due unità carbonatiche, la prima di piattaforma, costituita da dolomia microcristallina bianco grigiastra, in genere massiccia o con stratificazione mal distinta, la seconda bacinale, costituita da dolomie chiare ben stratificate, con locali intercalazioni pelitiche e calcari micritici grigio chiaro.

Formazione di S.Cassiano (Carnico)

È costituita da argilliti di colore scuro fittamente stratificate intercalate a livelli di calcareniti bioclastiche e oolitiche (Neri et al, 1995).

Arenarie di Zoppè (Ladinico)

E' caratterizzata da arenarie torbiditiche, di colore grigio e grigio scuro, con quarzo di derivazione sia magmatica sia metamorfica, con frammenti litici derivanti da metamorfici.

Formazione dell'Acquatona (Ladinico)

Questa unità è caratterizzata da calcisiltiti e micriti silicee di colore grigio scuro, a laminazione piano parallela, con intercalazioni di tufiti verdastre e subordinati livelli di arenarie grigie nella parte alta.

Gruppo di Wengen: Formazione del Fernazza (Ladinico)

Affiora con ialoclastiti grossolane con stratificazione in banchi metrici. E' costituita da un'alternanza di arenarie poligeniche a carattere torbiditico di colore bruno scuro, spesso a frazione vulcanoclastica prevalente, e di strati argilloso-marnosi nerastri.

Formazione di Raibl (Norico)

La formazione di Raibl, nettamente stratificati e ricchi di fossili, risaltano nel paesaggio già solo per il loro colore (grigio, giallo, rosso, verdastro).

Dolomia Principale (Norico-Retico)

E' costituita da una potente sequenza dolomitica organizzata nelle classiche sequenze cicliche peritidali a scala metrica in cui si succedono, dal basso verso l'alto, le seguenti facies: alla base dolareniti bioclastico-intraclastiche in strati decimetrici cui seguono dolomie chiare, massicce, bioturbate, contenenti Mgalodonti e Worthenie e livelli granulari gradati interpretabili come strati di tempesta.

Eta': GIURASSICO-CRETACEO

Formazione di Soverzene (Lias Medio - Lias Inferiore)

Questa formazione comprende i sedimenti bacinali medio-liassici del Bacino di Belluno, e consiste in una monotona successione di dolomie grigie e brune in strati di 20-40 cm di spessore, associati a letti e noduli di selce nera o gialla. Laddove sopravvivono isolate plaghe conservanti l'originaria composizione calcarea, la Formazione di Soverzene è costituita da micriti brune a radiolari e spicole di spugna, talora ritmicamente alternate a livelli centimetrici di marne giallastre.

Formazione di Igne (Aaleniano-Toarciano)

Affiora in corpi allungati in direzione E-W, a contatto con la Formazione di Soverzene, presso Ponte nelle Alpi; in destra Piave è ricoperta alle quote più basse da depositi fluviali e fluvioglaciali. E' caratterizzata da una certa eterogeneità litologica che ha come denominatore comune la presenza più o meno abbondante di marna.

Calcare del Vajont (Dogger)

L'unità è costituita da calcareniti oolitiche nocciola, massicce o stratificate in grossi banchi, con intercalazioni di straterelli decimetrici di micriti bacinali brune. Sono frequenti livelli di breccie intraformazionali derivanti dalle rielaborazioni delle micriti. La micro facies dei calcari oolitici comprende foraminiferi bentonici, resti di crinoidi, alghe, coralli e molluschi; la micro facies delle micriti è caratterizzata da radiolari, lamellibranchi pelagici e spicole di spugna.

Il Calcare del Vajont consiste di torbiditi calcarenitiche gradate nella parte alta delle quali sono localmente riconoscibili laminazioni parallele ed incrociate.

Formazione di Fonzaso (Malm - Dogger)

La Formazione di Fonzaso consiste in micriti fortemente selcifere, brune in basso e rosse o verdi in alto, in strati decimetrici separati nella porzione superiore dell'unità da interstrati argillitici verdi. La presenza di laminazioni parallele ed incrociate testimonia l'azione periodica di deboli correnti di fondo che fluivano attorno allo —slope□ bellunese. La micro facies è caratterizzata dalla presenza di spicole di spugna e radiolari sostituiti da calcedonio fibroso.

Rosso Ammonitico (Titoniano - Oxfordiano)

Il Rosso Ammonitico ricopre uniformemente tutto il Plateau di Trento, dal Lago di Garda fino alla base della Piattaforma Friulana; nel bellunese la formazione è caratterizzata da micriti a peloidi la

cui microfaccies è definita da Saccocoma e Globichaete alpina; la selce è quasi sempre presente sotto forma di noduli rossastri.

Biancone (Cretacico - Malm)

Questa formazione rappresenta la base della scarpata deposizionale della Piattaforma Friulana che verso NW faceva passaggio tra al bacino immediatamente adiacente ed è costituita da calcari selciferi, i cui caratteri si discostano dalla tipica facies per la presenza di numerose intercalazioni torbiditiche e per il colore variabile e generalmente più scuro.

Calcere di Fadalto (Cretacico Superiore – Albiano)

È costituito da corpi di calcareniti e brecce di natura torbiditica che nel Vallone Bellunese si intercalano alle micriti pelagiche del Biancone e della Scaglia Rossa.

Formazione di Cugnan e Scaglia Rossa (Eocene Inf. – Cretacico Sup.)

Sul versante occidentale della valle del Piave, questa formazione ricopre il Biancone, mentre sul versante orientale il Calcere del Fadalto, con il quale è in parte eteropica.

Eta': PALEOGENE

Marna della Vena d'oro e Scaglia Cinerea (Eocene Inf. – Paleocene)

Le due formazioni possono essere facilmente distinte tra di loro solo nell'area tipo, ossia sul versante occidentale di Col Visentin, a Nord di Tassei, e sulle sue propaggini settentrionali. Nelle aree adiacenti la loro delimitazione appare problematica per variazioni graduali di composizione e di colore.

Flysch di Belluno (Eocene)

La formazione affiora con una discreta continuità, sia in destra che in sinistra Piave in corrispondenza del centro di Belluno e si chiude tra Levego e Ponte nelle Alpi.

La formazione è costituita in massima parte da depositi torbiditici ed è tipicamente rappresentata da un'alternanza regolare di strati e banchi arenitici e subordinatamente ruditici grigi, o nocciola per alterazione, e marne grigie di spessore in genere prevalente su quelle dei livelli grossolani.

Arenaria Glauconitica

La formazione affiora con una discreta continuità, si descrivono le seguenti associazioni litologiche: sono conglomerati medio-fini con matrice arenacea grossolana, in sequenze a base erosiva, di tipo fining-upward, di 1-4 m di spessore.

Eta': QUATERNARIO

Depositi fluviali e fluvioglaciali cataglaciali dell'ultima espansione glaciale, localmente cementati (Pleistocene Superiore)

Occupano il fondovalle del vallone Bellunese e delle valli laterali e costituiscono una vasta serie di piccole pianure e conoidi dei corsi d'acqua marginali del ghiaccio del Piave in rapida fase di fusione.

Depositi fluviali postglaciali per lo più terrazzati e depositi lacustri ricoperti da depositi fluviali (Pleistocene Superiore)

Si tratta dei depositi fluviali della fase conclusiva di riempimento alluvionale del fondovalle del Piave, quella che precede di poco e che di fatto caratterizza il modellamento della grande scarpata del terrazzo principale del Piave. Tali depositi sono costituiti da ghiaie sabbiose a strati orizzontali contenenti banchi di limi argillosi di spessore metrico, talora separati da paleosuoli argillosi datati a 9800 ± 500 anni BP.

Depositi eluvio colluviale

Si tratta di depositi eluvio-colluviali originati dal disfacimento e dal trasporto dei detriti originatisi dalla degradazione del substrato stesso.

Depositi detritici sciolti e di frana

Si tratta di depositi originati dal crollo di pareti rocciose subverticali perlopiù rocciose: sono dati da elementi lapidei di diverse dimensioni a forma irregolare senza una matrice coesiva.

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

4.1 Sondaggi geognostici pregressi

La prima fase di lavoro è consistita nella raccolta e analisi di tutti i dati disponibili sul territorio comunale finalizzati alla costruzione stratigrafica e attribuzione di alcuni parametri geotecnici ai litoitipi presenti sul territorio.

I dati derivano soprattutto da sondaggi geognostici distribuiti per la maggior parte nel centro abitato e che solo in alcuni casi raggiungono profondità tali da intercettare il substrato locale.

I sondaggi geognostici considerati ai fini della ricostruzione stratigrafica sono riportati nella **tabella 1**. L'esatta ubicazione degli stessi è riportata nell'allegato cartografico "**carta delle indagini**", illustrata in dettaglio nei paragrafi successivi.

n.	Oggetto dell'Indagine Geologica	Prova geognostica / geofisica eseguita	Simbolo sulla carta delle indagini	Prove geotecniche in sito	Data di esecuzione
1	Relazione geologica per la nuova rotatoria S.Biagio	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15.00m che ha intercettato il substrato		S.P.T.	Giugno 2005
2	Relazione geologica lavori di ristrutturazione del muro di controripa in via Simon da Cusighe	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 12.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T.	Marzo 2004
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 12.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T.	Marzo 2004
3	Relazione geologica per lavori di ristrutturazione ex ospedale civile e realizzazione di parcheggi interrati	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 25.00m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind. Piezometro	Aprile 2003
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 25.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T. Piezometro	Aprile 2003
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 25.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind.	Aprile 2003
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 25.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind.	Aprile 2003
		S5 sondaggio a carotaggio continuo profondità 35.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind.	Aprile 2003
4	Relazione geologica parcheggio piazzale stazione FF.SS.	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 6.60m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Piezometro	Febbraio 1996

n.	Oggetto dell'Indagine Geologica	Prova geognostica / geofisica eseguita	Simbolo sulla carta delle indagini	Prove geotecniche in sito	Data di esecuzione
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 11.30m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Piezometro	Febbraio 1996
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 8.20m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Piezometro	Febbraio 1996
5	Campagna geognostica per i lavori di recupero e adeguamento sismico del Ponte degli Alpini	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15.00m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind.	Ottobre 2004
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind.	Ottobre 2004
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind.	Ottobre 2004
6	Relazione geologica per il progetto di rifacimento del ponte sul Torrente Gresal	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind. Vane Test	Aprile 2005
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 23,80m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind. Vane Test	Aprile 2005
7	Studio geologico del versante sovrastante Via Miari	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind. Piezometro	Febbraio 2003
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 25m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Campioni ind. Piezometro	Febbraio 2003
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Vane Test Piezometro	Febbraio 2003
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Vane Test Piezometro S.P.T.	Febbraio 2003
		S5 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Vane Test Piezometro S.P.T.	Febbraio 2003
		S6 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Piezometro Campioni ind.	Febbraio 2003
		S7 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Vane Test Piezometro S.P.T.	Febbraio 2003
		S8 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Vane Test Piezometro S.P.T.	Febbraio 2003

n.	Oggetto dell'Indagine Geologica	Prova geognostica / geofisica eseguita	Simbolo sulla carta delle indagini	Prove geotecniche in sito	Data di esecuzione
		S9 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Vane Test Piezometro S.P.T.	Febbraio 2003
		S10 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro S.P.T.	Febbraio 2003
		S11 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato			Febbraio 2003
		S12 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato		S.P.T.	Febbraio 2003
		S13 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato		S.P.T.	Febbraio 2003
		S14 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato		S.P.T.	Febbraio 2003
8	Studio geologico sui dissesti di via Sottocastello e di Via Buzzatti	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T. Vane Test	Aprile 2007
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 19.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T.	Maggio 2007
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T.	Aprile 2007
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15.00m che non ha intercettato il substrato		S.P.T.	Aprile 2007
9	Studio geologico per adeguamento della discarica in loc. Cordele	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 18m che ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che non ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che non ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20,90m che ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
		S5 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che non ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989

n.	Oggetto dell'Indagine Geologica	Prova geognostica / geofisica eseguita	Simbolo sulla carta delle indagini	Prove geotecniche in sito	Data di esecuzione
		S6 sondaggio a carotaggio continuo profondità 18,30m che non ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
		S7 sondaggio a carotaggio continuo profondità 19,60m che non ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
		S8 sondaggio a carotaggio continuo profondità 17m che non ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
		S9 sondaggio a carotaggio continuo profondità 13,40m che ha intercettato il substrato		Piezometro	Settembre 1989
10	Studio geologico ampliamento discarica loc. Cordele	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Aprile 1997
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Aprile 1997
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Aprile 1997
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Aprile 1997
		S5 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Aprile 1997
11	Pozzo per acqua ad uso industriale, FONTE ISPRA	Perforazione a 44m che ha intercettato il substrato		Piezometro	1989
12	Relazione geologico-geofisica scuola elementare loc. Levego	n.3 stazioni HVSR			
		N.2 SISMICHE FTAN			
13	Perforazione ad uso geotermico, scuola elementare Materna Levego	Perforazione a distruzione ad uso geotermico profondità 100m che ha intercettato il substrato			
14	Indagini presso l'ospedale San Martino di Belluno BLOCCO D	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 16,50m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Vane Test Pocket	Luglio 2000
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Vane Test Pocket	Luglio 2000
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 13m che ha intercettato il substrato		S.P.T. Vane Test Pocket	Luglio 2000

n.	Oggetto dell'Indagine Geologica	Prova geognostica / geofisica eseguita	Simbolo sulla carta delle indagini	Prove geotecniche in sito	Data di esecuzione
15	Indagini presso l'ospedale San Martino di Belluno CENTRALE TERMICA	Pozzo esplorativo a -6.00m che non ha intercettato il substrato		Vane Test Pocket	Febbraio 1994
		Pozzo esplorativo a -6.00m che non ha intercettato il substrato		Vane Test Pocket	Febbraio 1994
		Pozzo esplorativo a -6.00m che non ha intercettato il substrato		Vane Test Pocket	Febbraio 1994
16	Indagini presso l'ospedale San Martino di Belluno BLOCCO F	Pozzo esplorativo a -1.60m che ha intercettato il substrato		Campione ind.to	Gennaio 1993
		Pozzo esplorativo a -1.40m che ha intercettato il substrato		Campione ind.to	Gennaio 1993
		Pozzo esplorativo a -3.20m che ha intercettato il substrato		Campione ind.to	Gennaio 1993
		Pozzo esplorativo a -3.20m che ha intercettato il substrato		Campione ind.to	Gennaio 1993
17	Indagini presso l'ospedale San Martino di Belluno 2 LOTTO prima campagna indagini	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 14,00m che ha intercettato il substrato			1972
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 13,30m che ha intercettato il substrato			1972
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 14,00m che ha intercettato il substrato			1972
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20,30m che ha intercettato il substrato			1972
		S5 sondaggio a carotaggio continuo profondità 25,70m che ha intercettato il substrato			1972
		S6 sondaggio a carotaggio continuo profondità 25,00m che ha intercettato il substrato			1972
		S7 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15,00m che ha intercettato il substrato			1972
		S8 sondaggio a carotaggio continuo profondità 13,00m che ha intercettato il substrato			1972
18	Campagna geognostica per analisi del substrato di fondazione al Palazzo dei Rettori in Belluno	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10,50m che non ha intercettato il substrato			1971
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 12m che non ha intercettato il substrato			1971

n.	Oggetto dell'Indagine Geologica	Prova geognostica / geofisica eseguita	Simbolo sulla carta delle indagini	Prove geotecniche in sito	Data di esecuzione
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 7,40m che non ha intercettato il substrato			1971
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 11m che non ha intercettato il substrato			1971
		S5 sondaggio a carotaggio continuo profondità 11,20m che non ha intercettato il substrato			1971
		S6 sondaggio a carotaggio continuo profondità 11,30m che non ha intercettato il substrato			1971
		S7 sondaggio a carotaggio continuo profondità 8,40m che non ha intercettato il substrato			1971
		S8 sondaggio a carotaggio continuo profondità 8,20m che non ha intercettato il substrato			1971
		S9 sondaggio a carotaggio continuo profondità 8,50m che non ha intercettato il substrato			1971
		S10 sondaggio a carotaggio continuo profondità 8,70m che non ha intercettato il substrato			1971
		S11 sondaggio a carotaggio continuo profondità 20,60m che non ha intercettato il substrato			1971
19	Carotaggi ambientali piazzale magazzini comunali via Marisiga	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 6m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Dicembre 2007
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 5m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Dicembre 2007
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 6m che ha intercettato il substrato		Campioni ind. Piezometro	Dicembre 2007
20	Relazione geologica costruzione nuovo edificio Via Meassa fraz. Levego per ATER	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato		S.P.T.	Luglio 2010
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato			Luglio 2010
		n.3 stazioni HVS			Luglio 2010

n.	Oggetto dell'Indagine Geologica	Prova geognostica / geofisica eseguita	Simbolo sulla carta delle indagini	Prove geotecniche in sito	Data di esecuzione
		N.2 SISMICHE FTAN			Luglio 2010
21	Relazione geologica per la costruzione di 18 alloggi nell'area PEEP Fraz. Levego comparto G per ATER	S1 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato			Giugno 1999
		S2 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato			Giugno 1999
		S3 sondaggio a carotaggio continuo profondità 15m che ha intercettato il substrato		Piezometro	Giugno 1999
		S4 sondaggio a carotaggio continuo profondità 10m che ha intercettato il substrato			Giugno 1999
22	Relazione geologica per il completamento di un nuovo fabbricato residenziale e costruzione nuovo edificio nella Frazione Castion per ATER	n.3 stazioni HVSR			Marzo 2013
		N.1 SISMICHE FTAN			Marzo 2013
23	Relazione geologica per IACP nella frazione Cavarzano per la costruzione nuovo edificio	n.1 trincea meccanica che non ha intercettato il substrato			Giugno 1986
		N.1 SISMICA A RIFRAZIONE			Giugno 1986

Tabella 1

I sondaggi considerati hanno intercettato i seguenti litotipi:

- ✓ Materiale di riporto con spessore inferiore a 3m costituito da sabbie e ghiaie, talvolta limosi con ciottoli eterometrici ed eterogenei; poco addensati e talvolta con livelli sottilissimi di limo brunastro con sostanza organica riconducibile ad un vecchio suolo testimonianza di diverse fasi di riempimento. I materiali di riporto, che solo localmente (area di discariche esistenti) risultano avere spessori superiori a 3.00m, si rinvengono in tutta l'area su cui sorge l'abitato di Belluno.
- ✓ Depositi alluvionali di chiara origine fluviale e/o fluvio glaciale, costituiti da ghiaie e sabbie limose, sciolte o poco addensate, con intercalazioni di lenti discontinue di livelli squisitamente limosi o limoso-argillosi. Tali depositi costituiscono l'ampia conoide alluvionale su cui sorge il centro abitato. Gli spessori sono variabili e compresi tra 10m e 25.00m stando a quanto rilevato dai sondaggi esistenti.
- ✓ Substrato flyschoid; segue generalmente i depositi alluvionali; generalmente si presenta con una porzione sommitale alterata costituita da limi argillosi debolmente sabbiosi a cui segue un'alternanza di calcareniti e marne grigie prevalenti ascrivibili al *Flysch di Belluno*. La formazione è compatta e rappresenta il substrato locale nell'area del centro storico.

4.2 Parametri geotecnici, unità geotecniche e geofisiche

4.2.1 Parametri Geotecnici

Indicazioni sui parametri fisico meccanici indicativi dei litotipi che caratterizzano il territorio comunale sono riportati nella **tabella 2** sottostante e derivano dalle varie bibliografie geotecniche consultate e dalle prove geotecniche eseguite disponibili. Tali parametri sono riferibili ai terreni di copertura superficiale che caratterizzano il territorio comunale.

MATERIALI DI RIPORTO		
Peso specifico dei granuli	2.311	gr/cmc.
Peso dell'unità di volume	1.207	gr/cmc.
Densità secca	0.891	gr/cmc.
Umidità naturale	35.47	%
Porosità	61.43	%
Indice dei pori	1.514	
Grado di saturazione	0.514	
Angolo di attrito interno	21°	
Coesione	0.129	Kg/cmq.
Modulo di compressibilità	33.11	Kg/cmq.
Coefficiente di compressibilità	0.0302	cmq/Kg.
Indice di compressibilità	0.641	
Coefficiente di permeabilità	3.7x10e-2	cm/sec.
LIMO ARGILLOSO		
Peso specifico dei granuli	2.689	gr/cmc.
Peso dell'unità di volume	1.816	gr/cmc.
Densità secca	1.351	gr/cmc.
Umidità naturale	34.42	%
Porosità	49.75	%
Indice dei pori	0.990	
Grado di saturazione	0.934	
Limite liquido	39,63	
Limite plastico	31,47	
Indice di plasticità	8,159	
Indice di liquidità	0,361	
Indice di consistenza	0,638	
Angolo di attrito interno	20°	
Coesione	0.610	Kg/cmq.
Modulo di compressibilità	125.00	Kg/cmq.
Coefficiente di compressibilità	0.0080	cmq/Kg.
Indice di compressibilità	0.095	
Coefficiente di permeabilità	4.2X10E-5	cm/sec.
MATERIALI TORBOSI		
Peso specifico dei granuli	2.611	gr/cmc.
Peso dell'unità di volume	1.873	gr/cmc.
Densità secca	1.574	gr/cmc.
Umidità naturale	19.00	%
Porosità	39.69	%
Indice dei pori	0.658	
Grado di saturazione	0.753	
Limite liquido	25.23	
Limite plastico	16.04	

Indice di plasticità	9.190	
Indice di liquidità	0.321	
Indice di consistenza	0.678	
Angolo di attrito interno	19°	
Coesione	0.709	Kg/cmq.
Modulo di compressibilità	42.37	Kg/cmq.
Coefficiente di compressibilità	0.0236	cmq/Kg.
Indice di compressibilità	0.176	
Coefficiente di permeabilità	2.7x10e-5	cm/sec.
GHIAIA GROSSOLANA CON SABBIA E LIMO		
Peso specifico dei granuli	2.639	gr/cmc.
Peso dell'unità di volume	1.902	gr/cmc.
Densità secca	1.535	gr/cmc.
Umidità naturale	23.91	%
Porosità	41.83	%
Indice dei pori	0.719	
Grado di saturazione	0.877	
Angolo di attrito interno	27°	
Coesione	0.479	Kg/cmq.
Modulo di compressibilità	140.85	Kg/cmq.
Coefficiente di compressibilità	0.0071	cmq/Kg.
Indice di compressibilità	0.085	
Coefficiente di permeabilità	8.6x10e-3	cm/sec.
SABBIE LIMOSE		
Peso specifico dei granuli	2.681	gr/cmc.
Peso dell'unità di volume	1.969	gr/cmc.
Densità secca	1.592	gr/cmc.
Umidità naturale	23.68	%
Porosità	40.62	%
Indice dei pori	0.684	
Grado di saturazione	0.928	
Limite liquido	55.8	
Limite plastico	21.04	
Indice di plasticità	34.76	
Indice di liquidità	0.075	
Indice di consistenza	0.924	
Angolo di attrito interno	16°	
Coesione	1.469	Kg/cmq.
Modulo di compressibilità	138.89	Kg/cmq.
Coefficiente di compressibilità	0.0072	cmq/Kg.
Indice di compressibilità	0.085	
Coefficiente di permeabilità	7.2x10e-9	cm/sec.
CONGLOMERATI		
Peso dell'unità di volume	1.511	gr/cmc.
Resistenza a compressione	70.00	Kg/cmq.
Resistenza di rottura al taglio	41.15	Kg/cmq.
Angolo di attrito interno	38°	
Coefficiente di attrito interno	0.78	
Resistenza di rottura a flessione	16.33	Kg/cmq.
Resistenza di rottura a trazione	22.5	Kg/cmq.
Modulo di elasticità (o di Young)	5.4x10e5	Kg/cmq.

Tabella 2

4.2.2 Parametri Geofisici

I dati geofisici relativi ai diversi settori del comprensorio comunale non sono tali in numero e in distribuzione da essere attribuiti alle litologie presente sull'intero territorio. Le uniche informazioni di tipo geofisico sono quelle relative alle Frazioni di Castion e Levego nel settore centro meridionale e orientale. In queste aree infatti sono state eseguite, a corredo di studi pregressi ed esaminate, tre prospezioni geofisiche di superficie con analisi FTAN di onde Rayleigh e sei misure passive H/V.

- ✓ La prima indagine analizzata è stata eseguita nella Frazione Levego presso la scuola Materna, campionando una sequenza di sedimenti costituiti da materiali sciolti nei primi 3.00m e 5.00m caratterizzati da terreni grossolani, spiccatamente ghiaiosi in profondità. Il valore di V_{s30} 557 m/s calcolato con la tecnica FTAN inserisce il sito in categoria di suolo **B**. In adiacenza allo stendimento superficiale sono state eseguite tre misure H/V; esse hanno evidenziato un forte contrasto di impedenza tra i 3.00m e 5.00m di profondità imputabile probabilmente al passaggio da terreni di copertura sciolti a depositi con grado di addensamento maggiore e un valore di frequenza propria di risonanza nel sito specifico pari a 12Hz.
- ✓ La seconda indagine analizzata è stata eseguita nella Frazione Castion, campionando una sequenza di sedimenti costituiti da materiali sciolti ghiaie in matrice sostenuta di natura argillosa con lenti ed intercalazioni di livelli sottili di natura torbosa, poggianti su un substrato rinvenuto già a quota di circa 7.00m dal p.c. Il V_s calcolato fino alla quota di 7.00m è pari a circa 373m/s, con asl letto il bedrock sismico. Tale situazione permette di inserire il sito in categoria **E**. In adiacenza allo stendimento superficiale sono state eseguite tre misure H/V; esse hanno evidenziato un forte contrasto di impedenza a quota di circa 7.00m dal p.c. imputabile al passaggio dai termini di copertura quelli del substrato litoide. La frequenza propria di risonanza del sito in studio è pari a circa 18Hz.
- ✓ La terza indagine analizzata è stata eseguita nella Frazione Levego via Meassa, in tale sito è stata campionata una sequenza di sedimenti costituiti da materiali di copertura eluvio colluviali costituiti da ghiaie eterometriche con sabbie e limo poggianti direttamente su un substrato roccioso compatto; il passaggio è segnato a quota di circa 5.00m dal p.c.; il valore di V_s calcolato è pari a circa 525m/s e classifica il suolo come classe **B**. In adiacenza allo stendimento superficiale sono state eseguite tre misure H/V; esse hanno evidenziato un forte contrasto di impedenza a quota di circa -5.00m dal p.c. imputabile al passaggio dai termini di copertura a quelli del substrato litoide. La frequenza propria di risonanza del sito in studio è pari a 12Hz.

5. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOUSOLO

Tutti gli studi di carattere geologico-tecnico esaminati e i dati geologico-stratigrafici dedotti dagli stessi, hanno permesso di accertare e definire il ***modello geologico indicativo del sottosuolo*** di tutta l'area del comprensorio comunale di Belluno.

5.1 modello geologico

Al fine di illustrare e rendere evidenti i rapporti lito-stratigrafici, sono state eseguite delle sezioni stratigrafiche rappresentate seguendo quanto previsto dagli Standard di Rappresentazione della M.S. e rappresentative del modello medio del sottosuolo.

Le tracce delle sezioni sono state anche individuate allo scopo di descrivere le forme dei rilievi e dei terrazzi. Quindi sono state segnate perpendicolari alla linea di cresta dei principali terrazzi presenti nell'area urbanizzata dell'abitato di Belluno (**vedi carta geologico-tecnica**).

Indicativamente il modello geologico di riferimento può essere ricondotto, almeno nel centro abitato, a due orizzonti litotecnici principali:

1. Depositi fluviali postglaciali per lo più terrazzati e depositi lacustri ricoperti da depositi fluviali (Pleistocene Superiore) (vedi FOTO 1-2)



FOTO 1: limi sabbiosi e ghiaie alluvionali, da Studio geologico per IACP in loc. Cavarzano (Dr. Colleselli)



FOTO N.2: Ghiaie e sabbie limose-argillose giallastre della Formazione delle alluvioni limo sabbiose (da Relazione geologica Dissesti di via Sottocastello - Dr. Chiesurin)

2. Substrato flyscioide del Flysch di Belluno (Eocene) (vedi FOTO 3-4-5-6)



FOTO N.3: scavo eseguito in loc. Levego, in evidenza le Marne, i calcari marnosi e le calcareniti della "Formazione litostratigrafica del Flysch di Belluno" (da Relazione geologica ATER loc. Levego area PEEP - Dr. De Biasi)



FOTO N.4: particolare delle Marne, calcari marnosi e calcareniti della "Formazione litostratigrafica del Flysch di Belluno" (da Relazione geologica ATER loc. Levego area PEEP - Dr. De Biasi)



FOTO N.5: Marne, calcari marnosi e calcareniti della "Formazione litostratigrafica del Flysch di Belluno" (da Relazione geologica ATER loc. Levego Via Meassa - Dr. Ennio da Roit)

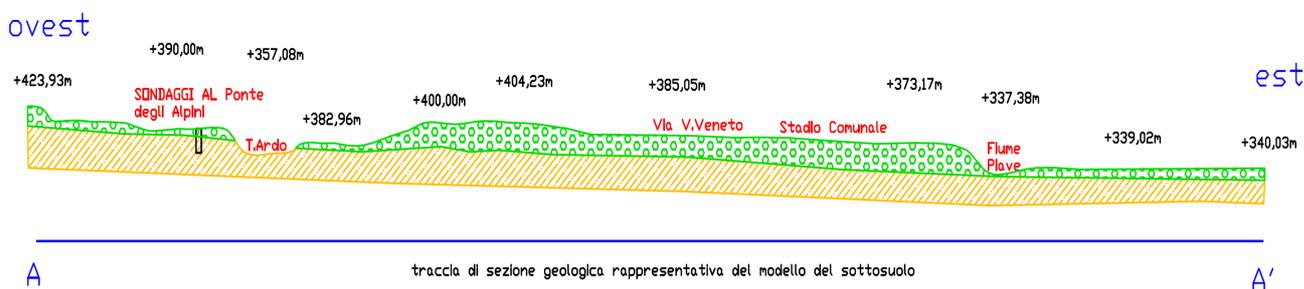


FOTO N.6: limo argilloso- sabbioso della formazione Alluvionale al contatto con le Siltiti Marnose della "Formazione litostratigrafica del Flysch di Belluno" a -22m (da Relazione geologica Ponte Gresal - Dr.ssa Pasetto)

5.1.1 Descrizione delle singole sezioni litotecniche

Nell'ambito del centro abitato, laddove era noto il dato stratigrafico, sono state tracciate n. 4 sezione stratigrafiche illustrative ed indicative dell'andamento dei terreni di copertura poggianti sul substrato locale che potrebbero essere utilizzate come riferimento per le eventuali modellazioni numeriche previste negli studi successivi.

1. sezione A-A' : si estende in direzione O (zona stazione ferroviaria) - E (terrazzo del Piave). Le formazioni intercettate sono riconducibili ai depositi alluvionali che raggiungono uno spessore variabile da 4 a 8 metri a ovest del Torrente Ardo mentre a est, sulla grande conoide alluvionale, raggiungono spessori variabili da 25 a 35m. La formazione poggia sul substrato locale costituito dal Flysch di Belluno (il cui spessore non è stato definito) che affiora nel fondo della valle del Torrente Ardo.



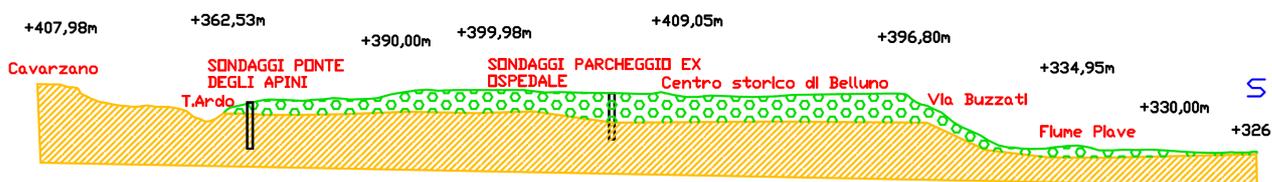
LEGENDA

-  depositi alluvionali
-  substrato locale costituito dal Flysch di Belluno

2. sezione B-B': si estende in direzione N (Frazione Cavarzano) - S (terrazzo del Piave). Le formazioni intercettate sono riconducibili ai depositi alluvionali che raggiungono uno spessore di circa 25-30m nel centro storico. A Ovest, verso il Torrente Ardo, la formazione alluvionale si assottiglia fino a fare affiorare il substrato locale costituito dal Flysch di Belluno nella valle dell'Ardo fino alla Frazione di Cavarzano.

A est, invece, in corrispondenza della scarpata del terrazzo di Belluno, diminuisce di potenza e nella valle del Piave tende quasi a scomparire in sinistra orografica. Comunque ovunque la formazione alluvionale poggia sul substrato locale costituito dal Flysch di Belluno.

nord



B

traccia di sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo

B'

LEGENDA

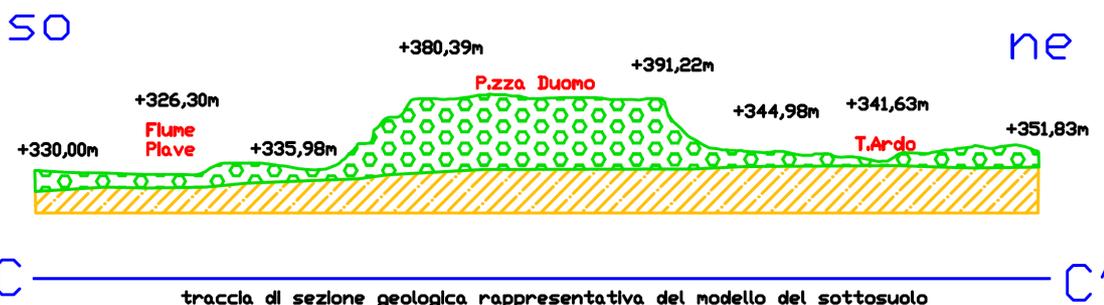


depositi alluvionali



substrato locale costituito dal Flysch di Belluno

3. sezione C-C': si estende in direzione SO (valle del Piave) - NE (valle dell'Ardo). Le formazioni presenti corrispondono ai depositi alluvionali che raggiungono uno spessore di circa 25-35m nel centro storico (parte centrale della sezione). In corrispondenza della valle del Piave e del Torrente Ardo si assottiglia fino a fare affiorare la formazione sottostante del substrato locale costituito dal Flysch di Belluno.



C

traccia di sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo

C'

LEGENDA

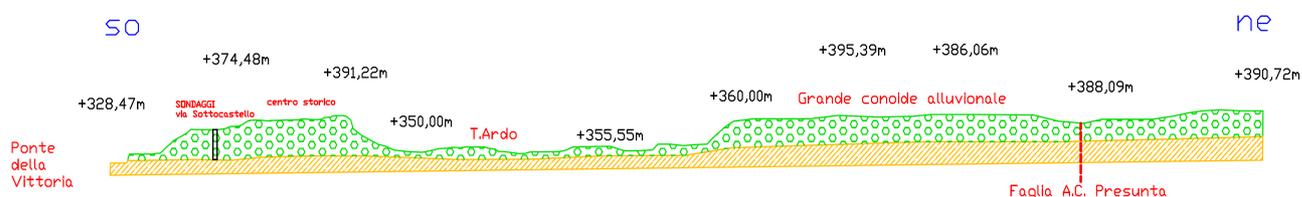


depositi alluvionali



substrato locale costituito dal Flysch di Belluno

4. sezione D-D': si estende in direzione SO (Ponte della Vittoria) - NE (conoide alluvionale di Belluno). Le formazioni intercettate sono riconducibili ai depositi alluvionali che raggiungono uno spessore variabile da 25-30 metri a ovest nel centro storico di Belluno, mentre a est, sulla grande conoide alluvionale, raggiungono spessori variabili da 25 a 35m. La formazione poggia sul substrato locale costituito dal Flysch di Belluno che affiora nel fondo della valle del Piave a SO (**vedi Foto n.7**).



D

traccia di sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo

D'

LEGENDA



depositi alluvionali



substrato locale costituito dal Flysch di Belluno



Foto 7: affioramento del Flysch di Belluno alla base del Ponte della Vittoria

5.2 modello idrogeologico

Sotto l'aspetto idrogeologico, nel territorio comunale di Belluno sono presenti formazioni litologiche con differenti caratteristiche idrogeologiche.

Per quanto riguarda i **terreni alluvionali di copertura**, questi possono avere le seguenti caratteristiche di permeabilità:

- ✚ TERRENI POCO PERMEABILI PER POROSITA' E IMPERMEABILI CON BASSI COEFFICIENTI DI PERMEABILITA': a questa categoria appartengono i terreni argillosi e torbosi;
- ✚ TERRENI PERMEABILI PER POROSITA' CON MEDI COEFFICIENTI DI PERMEABILITA': appartengono i terreni che costituiscono i conii alluvionali, i depositi morenici e i livelli cementati delle alluvioni;
- ✚ TERRENI PERMEABILI PER POROSITA': sono i terreni dei depositi detritici presenti ai piedi dei versanti, dei depositi alluvionali grossolani terrazzati.

Per quanto riguarda i **terreni del substrato**, questi possono avere le seguenti caratteristiche di permeabilità:

- ✚ ROCCE POCO PERMEABILI per FESSURAZIONE o IMPERMEABILI: sono le formazioni del Flysch di Belluno, della Vena d'Oro, con componenti argillose che rendono le rocce impermeabili per porosità. A questo gruppo fanno parte anche i banconi delle calcareniti del Flysch di Belluno, che possono presentare una permeabilità per fessurazione e carsismo.
- ✚ ROCCE POCO PERMEABILI PER POROSITA': sono le rocce della serie della Molassa che affiorano nel fondovalle del Piave, costituite da rocce arenacee e siltose. Sono permeabili per fessurazione e porosità;
- ✚ ROCCE PERMEABILI per FESSURAZIONE: sono i livelli marnosi della Scaglia Rossa. Sono permeabili per fessurazione;
- ✚ ROCCE MOLTO PERMEABILI: sono tutte le rocce calcaree che per il loro grado di fratturazione risultano permeabili per fessurazione.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, nelle zone di alta montagna, dove affiorano rocce permeabili per fessurazione, molta acqua di precipitazione si infiltra nel sottosuolo e riemerge al contatto con le rocce impermeabili del fondovalle.

Acquiferi cospicui possono anche presentarsi nei terreni dei depositi morenici e dei depositi

detritici. Per tale motivo geologico, si rinvergono notevoli sorgenti sia in destra che in sinistra Piave, tra le quote di 500 e 700m. Tutte le sorgenti presentano modeste portate e regimi variabili. Altre sorgenti presenti sono quelle di origine carsica localizzate nella Valle dell'Ardo e del Col Visentin.

La grande piana del terrazzo tra Ponte nelle Alpi e il centro di Belluno, costituita da depositi alluvionali permeabili, assorbe parte della portata dei corsi d'acqua provenienti dai versanti a Nord che le precipitazioni dirette, poi alla quota del Piave riemerge generando le sorgenti dette "Fontane di Nogarè". Questa situazione idrogeologica è stata confermata dalla sequenza litologica rilevata dal pozzo da uso industriale scaricato dal sito dell'ISPRA (Vedi tabella n.1) in cui è stata riscontrato il livello dell'acquifero dai 31m a 42m di profondità.

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

6.1 Identificazione delle fonti dei dati

6.1.1 Dati cartografici

Gli aspetti geologici morfologici e strutturali del comprensorio sono stati in gran parte ricavati dalla cartografia geologica del P.R.G. vigente fornita dall'Amministrazione Comunale.

Tutti gli elaborati cartografici del PRG sono stati integrati con informazioni e dati geologici derivanti dalle seguenti fonti:

1. revisione della carta geologica di base in funzione dei recenti studi geologici derivanti dal Progetto C.A.R.G. ricavati dal sito
http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/63_BELLUNO/Foglio.html;
2. verifica degli elementi geomorfologici attraverso il rilevamento diretto, il progetto IFFI (banca dati inventario fenomeni franosi d'Italia) con i dati scaricati dal sito ufficiale
<http://193.206.192.136/cartanetiffi/carto3.asp?cat=47&lang=IT#> riguardanti il comune di Belluno e con l'individuazione delle aree di dissesto in ragione di quanto disposto e perimetrato dall'Autorità di Bacino dell'Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione territorialmente competente;
3. gli elementi geomorfologici sono stati altresì rilevati dalla Carta Geomorfologica scala 1:25.000, Foglio Belluno, Regione Veneto, 1999
http://gisgeologia.regione.veneto.it/website/sit_geomorf-1

6.1.2 Dati geologico-tecnici e geofisici

Per quanto riguarda invece i dati geotecnici stratigrafici e geofisici sono stati analizzati tutti i sondaggi geognostici e prove in sito per studi geologici, messe a disposizione dal Comune. L'insieme dei dati raccolti ha evidenziato una elevata concentrazione degli stessi nell'ambito del centro abitato dove in alcuni settori di limitata estensione si rinvencono anche numerosi sondaggi dai quali si è potuto estrapolare la sequenza stratigrafica media del settore in studio e alcuni parametri geotecnici attribuiti ai terreni campionati; in questa zona però mancano completamente dati geofisici.

Di contro nei settori orientali e occidentali del comprensorio i dati disponibili risultano alquanto insufficienti o nulli sia per la definizione degli aspetti stratigrafici e geotecnici sia per i dati geofisici. I dati geofisici disponibili sono riferiti esclusivamente al settore sud orientale del comprensorio (tra le località Levego e Castion) i dati quindi sono riferibili alle formazioni litologiche presenti nei settori considerati.

6.2 Rappresentatività e incertezze

Tutti i dati raccolti sono stati illustrati nelle tre carte tecniche allegate; per quanto riguarda gli aspetti geologici e geomorfologici, è stata rilevata una buona congruenza dal confronto dei vari elementi esaminati derivati dalle fonti disponibili e sopra citate.

Per quanto riguarda invece gli **aspetti geologico strutturali** (faglie attive e faglie attive e capaci) l'esame delle cartografie disponibili (Data base ITHACA, dati territoriale Regione Veneto, cartografia PRG comunale) ha evidenziato delle incongruità relative alla posizione e alla presenza delle strutture tettoniche. In particolare per quanto riguarda le informazioni ricavate dal database ITHACA si fa presente che tale progetto non rappresenta la totalità e completezza delle informazioni sulle faglie attive e capaci presenti sul comprensorio. Infatti, la banca dati è in continuo aggiornamento e inoltre anche il dettaglio delle informazioni oltre che lo stato delle conoscenze, non è lo stesso per i diversi settori del territorio analizzati; i dati evidenziano il limite di scala legato al basso grado del livello di studio disponibile sulle strutture capaci mappate (**vedi schede allegate par 8.2.3**).

6.3 Punti forti e deboli

Per quanto riguarda l'insieme dei dati geologici e morfologici esaminati per l'intero comprensorio non si hanno evidenti incertezze poiché essi risultano in buon accordo tra loro e alquanto esaustivi. Per quanto riguarda invece le informazioni geognostiche e geotecniche la maggior parte di esse sono riferibili ai terreni di copertura campionati nell'ambito del centro abitato di

Belluno. Mancano dunque informazioni stratigrafiche geotecniche nelle aree occidentali e orientali del territorio, dove la caratterizzazione degli aspetti stratigrafici e geotecnici è stata effettuata estendendo il dato stratigrafico noto a terreni con analoghe caratteristiche litologiche e geotecniche presenti in settori diverse da quelle a cui il dato è riferito.

Di contro invece i dati geofisici risultano insufficienti per valutazioni geofisiche richieste dal presente studio. Infatti sono state analizzate 9 prospezioni geofisiche concentrate nell'ambito delle Frazioni di Levego e Castion; pertanto anche in questo caso valori di velocità ricavati sono attribuiti per analogie litologiche alle formazioni campionate.

Da tutto ciò emerge la necessità di integrare i dati disponibili per ulteriori approfondimenti soprattutto nelle aree dove questi risultano insufficienti o assenti.

6.4 Programmazione di future indagini

Per quanto sopra esposto si ritiene quindi necessario per gli studi dei livelli successivi, se previsti, l'integrazione e la programmazione di una nuova campagna di indagini finalizzata soprattutto alla definizione degli aspetti geofisici (profili di velocità delle onde di taglio) e geotecnici (parametri fisico meccanici) dei terreni in sito.

Infatti nel settore del fondovalle vi sono numerosi sondaggi stratigrafici ma mancano completamente dati geofisici; di contro i settori centro meridionali (in Loc. Castion) sono completamente privi di informazioni stratigrafiche e geotecniche. Tali indagini dovranno essere ubicate laddove si è evidenziata naturalmente una insufficienza o assenza del dato.

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONI E RISULTATI

7.1 Elaborazioni dei dati di base per amplificazioni

È noto che le condizioni geologiche e topografiche (condizioni locali) giocano un ruolo importante sul grado di movimento del terreno causato da terremoti.

L'ampiezza delle onde sismiche, infatti, subisce significative modificazioni quando esse attraversano terreni morbidi (coperture superficiali), sovrastanti il bedrock sismico. Tale fenomeno (amplificazione sismica) influenza maggiormente l'ammontare dei danni sulle strutture. I fattori che contribuiscono all'amplificazione sono essenzialmente di tipo litologico (tipo di terreno, spessore, caratteristiche fisico-meccaniche) e morfologico (creste, bordi di terrazzi, zone di ciglio, picchi isolati).

I dati disponibili e reperiti hanno consentito di localizzare alcune zone nelle quali per caratteristiche litologiche e di andamento topografico o morfologico non si può escludere il verificarsi di fenomeni di amplificazione litostratigrafica o morfologica o di entrambe.

Le microzone sono illustrate e descritte nei paragrafi successivi. In tale fase di studio non è richiesta né possibile (in ragione dei dati disponibili) la quantificazione numerica del fattore di amplificazione locale.

7.2 Instabilità di versante

Le frane sono importanti fenomeni i cui effetti contribuiscono a definire ed incrementare la pericolosità sismica di base del territorio, specie se incombono su centri abitati o su strutture esistenti. Il terremoto può rappresentare un fattore di innesco dei fenomeni franosi sia direttamente, a seguito delle accelerazioni prodotte in sito, sia indirettamente causando l'aumento delle pressioni interstiziali nei terreni. Pertanto la valutazione dei possibili fenomeni di instabilità sul territorio ha tenuto conto oltre alle cause scatenanti e di innesco dei dissesti anche della distribuzione delle caratteristiche dei fenomeni franosi presenti e censiti sul comprensorio comunale.

Nel presente studio particolare attenzione è stata posta :

- ai versanti costituiti da terreni dalle caratteristiche geotecniche scadenti;
- ai pendii già predisposti;
- alle zone con censimento di frane attive e quiescenti;
- alle zone poste sotto pareti rocciose soggette a frane di crollo o ribaltamento;
- ai versanti in roccia intensamente fratturata ricoperta da coltri alterate.

Le aree maggiormente interessate da fenomeni franosi, attualmente classificati come quiescenti, sono localizzate sul versante meridionale del Vallone Bellunese caratterizzato da profonde valli incise nei depositi del Flysch sovrastati da potenti coltri di depositi fluvio glaciali. Situazioni analoghe si rinvennero sul versante opposto dove il substrato è rappresentato da depositi argilloso siltosi del complesso molassico.

I fenomeni di dissesto sono localizzati in corrispondenza dei rilievi calcari-dolomitici (Gruppo dello Schiara a nord e Col Visentin a sud) caratterizzati da elevate pendenze predisponenti a frane di tipo crollo e ribaltamento attualmente quiescenti.

Nelle fasce pedemontane, in presenza di terreni dalle scadenti caratteristiche geotecniche, si individuano nicchie di distacco di frane tipo crolli in terre o scorrimenti rotazionali anch'essi allo stato attuale quiescenti.

Nelle zone del fondovalle, dove i terrazzi alluvionali sono spesso interrotti da profonde incisioni vallive percorse da corsi d'acqua, sono evidenti fenomeni di erosione e forme di dissesto di tipo scorrimenti rotazionali.

7.3 Liquefazioni

Per "fenomeno di liquefazioni", nella letteratura scientifica, si intende la perdita della resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa. Questo si verifica generalmente nei depositi di sabbie sciolte fini quando, sotto l'azione di sollecitazioni sismiche o di carichi applicati, la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, quindi gli sforzi efficaci si riducono a zero.

Le aree a maggior rischio di fenomeni di liquefazioni sono associate alla presenza di terreni squisitamente sabbiosi o limosi con bassa plasticità e densità. Alcuni terreni ghiaiosi possono essere vulnerabili ai fenomeni di liquefazione se interposti tra terreni che impediscono una rapida dissipazione della pressione dei pori indotta dai sismi.

Di seguito si riportano alcuni fattori che influenzano la liquefazione dei depositi incoerenti secondo la maggior parte degli autori; tali fattori sono:

- i terreni che manifestano fluidificazione ricadono in depositi deltizi, fluviali e marini recenti con falde superficiali, costituiti da materiale fine (sabbie fine sciolte) saturi, non consolidati, con granulometria uniforme (coefficiente di uniformità $U_c < 5$) e con densità da media a bassa;
- la liquefazione difficilmente interessa strati di profondità maggiore di 15-20 m;

- la presenza di percentuali di argilla o di ghiaia possono ridurre in maniera rilevante la suscettibilità alla liquefazione dei depositi;
- la presenza di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3 m possono contrastare la liquefazione degli strati sottostanti;
- i terremoti che producono liquefazione in aree di pianura sono caratterizzati da magnitudo superiore a 6 e da durata prolungata;
- la storia sismica del territorio può dare indicazioni sulla fluidificazione dei depositi, cioè in aree dove si sono manifestati questi fenomeni si possono ripetere con maggiori probabilità.

Dopo un'attenta analisi delle colonne stratigrafiche dei sondaggi realizzati in sito si sono potuti calare tali fattori nella realtà geologica e stratigrafica del territorio in esame; sulla base delle informazioni ricavate è possibile ipotizzare il verificarsi di fenomeni di liquefazione laddove sono state rinvenute sequenze di terreni alluvionali, fluvio glaciali sciolti o poco addensati poggiati sul substrato locale (Flysch di Belluno) spesso in presenza di falde piuttosto superficiali (comprese nell'ambito dei 10m).

7.4 Stima di cedimenti differenziali

I cedimenti differenziali sono annoverati tra i fenomeni sismo indotti che si verificano in terreni con differenti caratteristiche fisico-meccaniche. La pericolosità connessa ai cedimenti o ai cedimenti differenziali, dipende soprattutto da fattori litologici come:

1. stato di addensamento del terreno;
2. spessore ed estensione areale di strati liquefacibili;
3. andamento della superficie topografica;
4. contatto tra litotipi a differente comportamento meccanico;
5. distribuzione dei carichi applicati.

Nel nostro caso, possibili aree di attenzione relativamente al verificarsi di cedimenti e cedimenti differenziali per caratteristiche litostatigrafiche, possono essere localizzate nella zona orientale del comprensorio comunale, dove depositi torbosi sono in diretto contatto con ghiaie addensate e/o substrato flyschioide, e nell'area del fondovalle, dove si rinvengono alternanze di depositi alluvionali (ghiaie, e sabbie in falda e limi sabbiosi-argillosi).

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli elaborati cartografici derivanti dall'analisi di tutti i dati acquisiti sono i seguenti:

1. Carta delle Indagini;
2. Carta geologico Tecnica per la Microzonazione sismica;
3. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

8.1 Carta delle Indagini

Tale elaborato è stato sviluppato su base cartografica C.T.R. in Scala 1:5.000 scaricata dal sito ufficiale della Regione Veneto; in esso sono riportate le ubicazioni di tutte le indagini geognostiche e geotecniche e sismiche in sito fornite sul territorio comunale di Belluno dall'Amministrazione Comunale, con la simbologia richiesta dagli Standard di Archiviazione per la M.S.. Un solo dato è stato ricavato dalla Banca dati del Servizio Geologico d'Italia (Indagini del sottosuolo) – ISPRA.

I dati raccolti riguardano sondaggi geognostici concentrati principalmente nel centro urbano di Belluno, nella Frazione di Levego e nella parte occidentale del territorio comunale. Le verticali indagate sono state in numero di 88, di cui 31 non hanno intercettato il substrato locale mentre 57 lo hanno intercettato.

Tutte le indagini relative cartografate nella carta delle indagini sono riportate nella Tabella 1 capitolo 4.1.

8.2 Carta Geologico Tecnica

Nella carta geologico-tecnica allegata sono stati rappresentati i seguenti elementi:

1. i litotipi affioranti, distinti in primis tra terreni di copertura e substrato geologico; lo spessore minimo delle coperture rappresentate è di 3 metri.
2. le forme di superficie (morfologiche) ritenute significative quali:
 - conoidi alluvionali;
 - falde detritiche;
 - orli di scarpate morfologiche con altezza compresa tra 10 e 20 metri;
 - orli di scarpate morfologiche con altezza sup. 20 metri;
 - orli di terrazzo fluviale con altezza tra 10 e 20 metri;
 - orli di terrazzo fluviale con altezza superiore a 20 metri;
 - creste;

- picchi isolati.

oltre ad elementi tettonico-strutturali quali, nel caso in esame:

- faglie inverse non attive presunte
- faglie trascorrenti non attive presunte
- faglie trascorrenti attive presunte
- faglie inverse attive presunte
- anticlinale
- sinclinale
- giaciture degli strati

elementi relativi alle instabilità di versante

- frane di colata quiescenti
- frane di colata non definite
- frane di scorrimento quiescenti
- frane di scorrimento inattiva
- frana di scorrimento non definita
- frana complessa non definite
- frana di crollo/ribaltamento quiescente
- frana di crollo/ribaltamento non definita
- frane non definite

Vengono altresì rappresentati i seguenti elementi geologici ed idrogeologici:

- l'ubicazione di sondaggi che hanno raggiunto il substrato (con indicazione della profondità ove il substrato è stato rinvenuto);
- l'ubicazione di sondaggi che non hanno raggiunto il substrato (con indicazione della massima profondità raggiunta dalla perforazione);
- l'ubicazione di misure della profondità della falda con relativa indicazione della profondità della superficie libera a partire da piano campagna.

In carta sono inoltre riportate le tracce delle **n.4 sezioni litotecniche** realizzate e mostrate nel paragrafo **5.1**; le stesse tracce potranno, in una successiva fase, essere utilizzate come tracce di approfondimento per lo studio delle amplificazioni di origine topografica.

8.2.1 Unità Geologiche

Nella carta sono inseriti tutti gli elementi relativi alle litologie rilevate sul territorio e desunte dalle informazioni cartografiche e stratigrafiche acquisite.

Secondo quanto previsto dagli *Standard di Rappresentazione di M.S.*, le differenti unità litologiche sono state suddivise in CLASSI PREDEFINITE, cercando quindi di definire e caratterizzare un numero non troppo esteso di classi ma sufficiente per essere rappresentativo dei depositi presenti in ambito nazionale allo scopo di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità. Per descrivere la litologia dei terreni è stato utilizzato l'Unified Soil Classification System (modificato, ASTM, 1985) che corrisponde ad sistema di classificazione dei suoli applicato alla maggioranza dei materiali non consolidati e composto da una sigla formata da 2 lettere.

Tutte le unità litologiche rappresentate in cartografia, vengono descritte di seguito in base alla:

- ✓ tipologia: lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi;
- ✓ stratificazione;
- ✓ grado di fratturazione.

1. **terreni di copertura** tutte con campitura a gradazione di verde (**Vedi Tabella n.3**)

LITOTIPI	CLASSI TERRENI DI COPERTURA Unified Soil Classification System	AMBIENTE GENETICO E DEPOSIZIONALE Unified Soil Classification System
Principali accumuli di materiale di riporto costituiti da accumuli rifiuti solidi urbani e materiali inerti, grandi rilevati stradali e depositi di attività di escavazione e di cava lungo l'alveo del Piave. Le maggiori discariche, attive e dismesse, sono ubicate a Cordele e a Safforze, ma ne sono state rilevate delle altre. I rilevati edili e stradali sono diffusi in tutta l'area urbanizzata, tra i maggiori ricordiamo quelli posti sui versanti del Col Faverghera. Tutti questi materiali sono piuttosto eterogenei e solo negli accumuli delle attività di cava si può trovare un certo grado di uniformità granulometrica.	RI: terreni contenenti resti di attività antropica	zz: altro
Terreni di natura prevalentemente argilloso-limosa e torbosa costituiti da depositi lacustri, eluvionali e colluviali. Sono caratterizzati da pessime caratteristiche geomeccaniche, poco consistenti e compressibili. Affiorano al fondo del Vallone Bellunese e sul piano di Nevegal. Il più grande deposito si trova nella piana tra Castion e Modolo. Il loro spessore è compreso tra qualche metro e alcune decine di metri.	PT: Torbe ed altre terre fortemente organiche	Ic: lacustre

<p>Materiali generalmente grossolani, spigolosi, con scarsa matrice fine dovuti alla degradazione dei rilievi (detriti di versante, con detritici). Sono depositi molto grossolani costituiti da ghiaie, ciottoli blocchi spigolosi e di dimensioni anche rilevanti, con scarsa matrice fine sabbiosa. Dal punto di vista geomeccanico presentano buone caratteristiche geotecniche e il loro spessore è mediamente di circa venti metri.</p>	<p>GW: Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie</p>	<p>fd: falda detritica</p>
<p>Materiali generalmente grossolani arrotondati, con scarsa matrice fine e che comprendono lenti e livelli limoso-argillosi, a volte sabbiosi (depositi alluvionali). Presentano uno scarso grado di classazione e sono di solito poco arrotondati o spigolosi. Dal punto di vista geomeccanico le loro caratteristiche varia in base al contenuto della frazione fine. Lo spessore è di circa 10-15m.</p>	<p>GM: Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo</p>	<p>ca: conoide alluvionale</p>
<p>Materiali generalmente grossolani, spigolosi o poco arrotondati, con abbondante matrice fine e che comprendono lenti e livelli limoso-argillosi (conoide torrentizie). Presentano uno scarso grado di classazione e sono di solito poco arrotondati o spigolosi. Dal punto di vista geomeccanico le loro caratteristiche varia in base al contenuto della frazione fine. Lo spessore è di circa 10-15m.</p>		<p>ca: conoide alluvionale</p>
<p>Materiali di granulometria varia, generalmente grossolana, più o meno arrotondati, con abbondante matrice fine (depositi morenici e fluvio-glaciali). La frazione grossolana è formata da ghiaia, ciottoli e blocchi più o meno arrotondati, mista ad una abbondante matrice fine limosa-argillosa. Le dimensioni massime dei blocchi maggiori risultano a volte di circa 1 metro. Le caratteristiche geomeccaniche sono discrete ma variabili in funzione della percentuale della frazione fine e del contenuto d'acqua</p>		<p>fg: deposito fluvio glaciale</p>
<p>Conglomerati in genere costituiti da ghiaie e ciottoli cementati con livelli sabbiosi (conglomerati prewurmiani e alluvioni tardo glaciali cementate). Le alluvioni risultano cementate in modo discontinuo mentre i conglomerati possono essere classificati come rocce tenere con mediocri caratteristiche geomeccaniche</p>		<p>ec: eluvi/colluviale</p>

Tabella 3

2. **terreni del substrato** con campitura con gradazione di blu (**Vedi Tabella n. 4**).

LITOTIPI	SUBSTRATO
Marne siltose ed argillose. (formazione litostratigrafica "Marna di Bolago" del Miocene). La stratificazione è indistinta in ammassi spesso suddivisi in prismi da sistemi di discontinuità spaziate di 0.3-1.0m che si intersecano di circa 90°. Dal punto di vista geomeccanico può essere classificato come roccia tenera con mediocri caratteristiche geomeccaniche	AL: Alternanza di litotipi
Arenarie e siltiti quarzose, arenarie glauconitiche e fossilifere, stratificate in banchi oppure con stratificazione indistinta (formazione litostratigrafica "Serie della Molassa"; Oligocene). Presentano differenti gradi di erodibilità in funzione del contenuto argilloso. Le caratteristiche geomeccaniche sono da mediocri a discrete.	AL: Alternanza di litotipi
Marne argillose sottilmente stratificate con intercalazioni calcarenitiche, spesso alterate e degradate nei livelli superficiali (formazione litostratigrafica "Flysch di Belluno" P.P.; Eocene medio). I banchi di calcareniti sono molto compatti e sono alternati a marne argillose grigie con stratificazione sottile. Queste sono quasi sempre prevalenti sulla frazione marnosa. I banchi arenacei presentano spessore da qualche metro a poche decine di metri. I livelli marnoso-argillosi hanno scadenti caratteristiche geomeccaniche mentre quelli arenacei sono geomeccanicamente ottimi. Nel complesso tutta la serie è da ritenersi di qualità modesta	ALS: Alternanza di litotipi stratificato
Marne argillose e marne calcaree sottilmente stratificate, a volte con intercalazioni calcaree (formazioni litostratigrafiche "Della Vena d'oro", "Scaglia cinerea" e "Di Cugnan"; Paleocene – Eocene). La stratificazione è sottile e la fratturazione bassa. Nel complesso la caratteristiche geomeccaniche sono mediocri.	ALS: Alternanza di litotipi stratificato
Marne calcaree, sono le marne della Scaglia Rossa. Sono rocce marnose sottilmente stratificate con basso grado di fatturazione e discrete caratteristiche meccaniche. In affioramento sono disgregate e fratturate.	ALS: Alternanza di litotipi stratificato
Calcarei bioclastici (Formazione Scaglia Rossa, Calcare di Soccher, di Fonzaso, di Igne, Rosso Amminitico. Presentano stratificazione in banchi o decimentica. Le caratteristiche geomeccaniche sono buone e la fratturazione modesta. Solo nei casi di disturbi tettonici diventa più elevata.	LPS: lapideo stratificato
Calcarei e calcari dolomitici (Formazione della Dolomia principale, Nusieda, del Vajont, grigi). Affiorano solo nel settore settentrionale. Hanno buone caratteristiche meccaniche tranne dove sono presenti disturbi tettonici. Sono poco alterabili dagli agenti atmosferici	LPS: lapideo stratificato

Tabella 4

8.2.2 Unità Morfologiche

Le forme di superficie più evidenti nel comprensorio comunale di Belluno sono le conoidi alluvionali e le falde detritiche. Esempi si rinvencono ai piedi del M.te Serva. Altre conoidi sono presenti sui ripiani di Castion e Bolzano Bellunese. I cono situati sui versanti sono anche i più antichi, essendosi formati durante la glaciazione wurmiana, quando il ghiaccio del Piave non si era ancora del tutto ritirato dalla valle, ma la occupava nella parte centrale più depressa. La parte più alta delle conoidi coincide con il margine inferiore dei depositi glaciali.

Tutti i cono sono geometricamente molto allungati e ripidi e anche il loro ventaglio è alquanto

limitato. Pertanto se ne deduce che solo alcuni sono conii torrentizi con **deposizione di materiali ben classati e stratificati**. La maggior parte quindi hanno forma irregolare della superficie del cono, e anche per la deposizione caotica dei materiali alluvionali **costituiti da limo e ghiaia con grossi ciottoli**, se ne deduce che si tratta di **conii misti** dovuti a trasporti di massa accumulatisi allo sbocco delle valli sui terrazzi orografici durante eventi di piena.

Più recente è la grande conoide alluvionale dell'Ardo, dove è ubicato quasi tutto l'abitato di Belluno, che poggia sulla superficie del terrazzo principale del Piave, in quanto si formò quando il ghiacciaio si era già ritirato dalla valle ma non era ancora iniziata la fase di terrazzamento della piana alluvionale.

Studi approfonditi su questa area (SURIAN, 1995) hanno dimostrato che durante il Tardiglaciale e l'inizio dell'Olocene avvenne una fase di aggradazione del Fiume Ardo e del Piave che provocò una interdigitazione dei loro depositi. Durante la fase finale di riempimento del fondovalle, ha poi prevalso la sedimentazione del Torrente Ardo, che ha determinato lo spostamento verso SE del corso del Piave e l'incisione dell'alveo epigenetico di Belluno.

Per quanto riguarda i **terrazzi fluviali, con orli anche superiori ai 20m**, nel territorio studiato ne sono presenti molti e tutti, naturalmente, ubicati nell'area di fondovalle, attribuibili sia al Fiume Piave che ai suoi affluenti principali. Il terrazzo con scarpata più elevata è senz'altro quello posto in destra orografica del Piave che da Ponte nelle Alpi giunge fino alla grande conoide su cui è situato l'abitato di Belluno. Le scarpate partono da altezze di circa 30m e giungono a quote di 20-25m al margine della conoide di Belluno.

Orli di terrazzi con altezze inferiori ai 20m si rinvengono in sinistra orografica del Piave, sono considerati terrazzi minori e terrazzi d'erosione.

Il terrazzo principale, dal punto di vista litologico, è costituito da terreni ghiaiosi, in alcuni casi cementati, mentre i terrazzi minori sono costituiti da depositi alluvionali e solo alcuni sono in roccia.

8.2.3 Elementi Tettonico Strutturali - Unità Strutturali

È stata cartografata l'ampia *Sinclinale di Belluno* ad andamento E NE – W SW. Il nucleo di questa **sinclinale** è costituito dalle rocce della "Serie della Molassa" mentre i fianchi sono formati dalle dolomie e calcari del Trias.

L'anticlinale illustrata è invece chiamata *Anticlinale di Bes* e corrisponde ad una struttura secondaria da rampa con sovrascorrimento sud-vergente ed asse OSO-ENE che si sviluppa sul

fianco meridionale della Sinclinale di Belluno.

Per quanto riguarda la **giacitura degli strati**, risulta immergente verso nord nei gruppo del M.te Faverghera e M.te Agnelezze. Invece risulta verso sud nella zona tra i gruppi del Serva e Terne.

Per quanto riguarda le faglie, sono state cartografate:

- **n.5 faglie attive e capaci rilevate dal PROGETTO ITHACA** e visualizzate dal sito della S.G.I. ISPRA: <http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>; ITHACA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il *Progetto* si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie. Il database delle faglie capaci è uno strumento fondamentale per l'analisi di pericolosità ambientale e sismica, la comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, la pianificazione territoriale e gestione delle emergenze di Protezione Civile. Le faglie riscontrate nel territorio comunale di Belluno sono le seguenti (**Vedi Figura 14**):

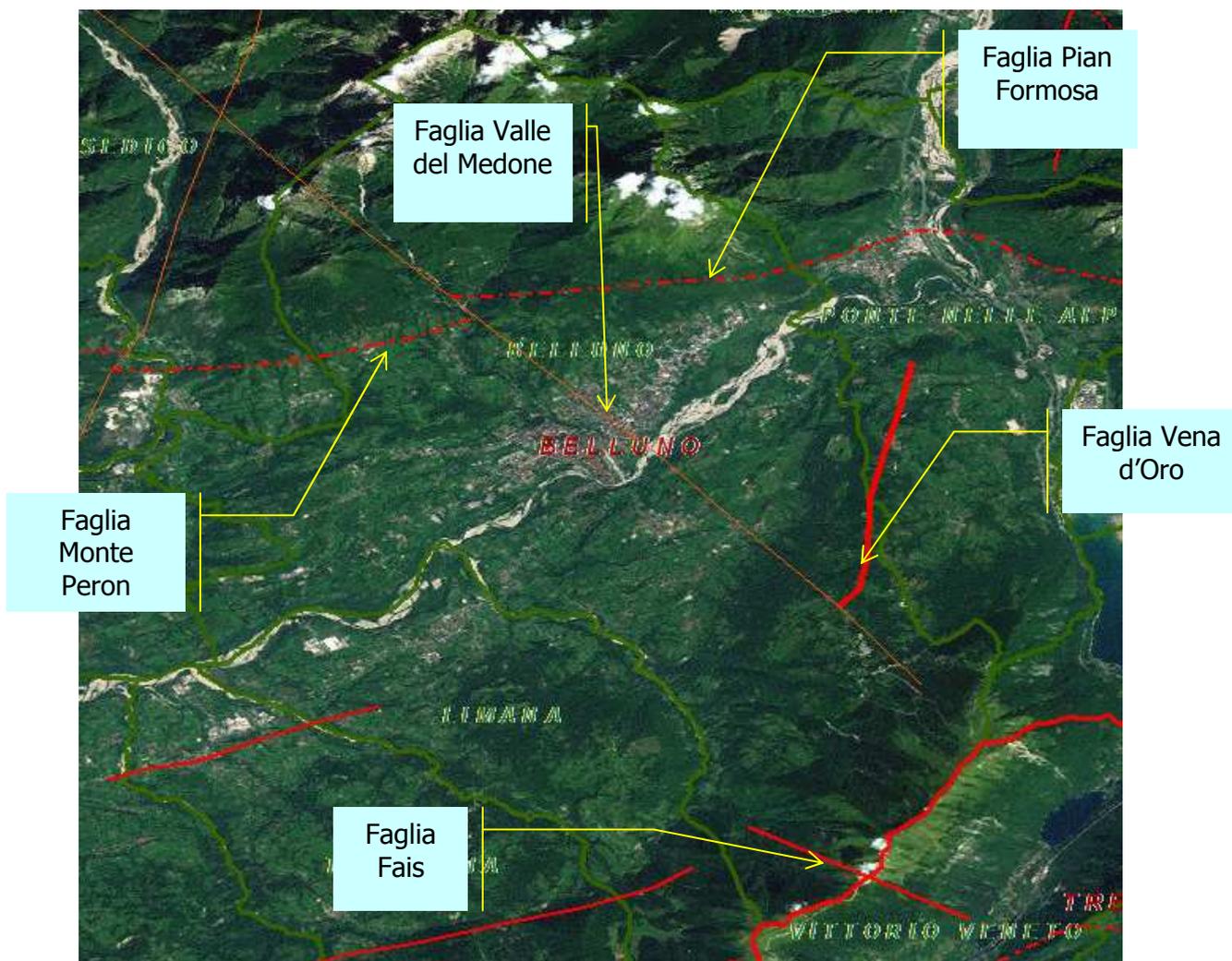


Figura n.14: faglie attive e capaci dal sito della S.G.I. ISPRA

<http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>

PHISICAL AND GEOLOGICAL ATTRIBUTES di ogni FAGLIA CAPACE:

1. http://sgi2.isprambiente.it/website/ithaca/scheda_faglia.asp?tnid=70101

FAULT NAME Mt. Peron

FAULT CODE 70101

MACROZONE 2

REGION NAME Veneto

SYSTEM NAME Belluno Line

RANK PRIMARY

AVERAGE STRIKE 250

LENGTH (Km) 100

LAST ACTIVITY Latest glacial (9,000÷15,000)

ACTIVITY RELIABILITY Medium reliability

STUDY QUALITY FAIR

2. http://sgi2.isprambiente.it/website/ithaca/scheda_faglia.asp?tnid=73300

FAULT NAME Valle del Medone

FAULT CODE 73300

MACROZONE 2

REGION NAME Veneto

SYSTEM NAME Valle del Medone
AVERAGE STRIKE 135
LENGTH (Km) 37
LAST ACTIVITY Latest glacial (9,000÷15,000)
ACTIVITY RELIABILITY Low reliability
STUDY QUALITY LOW

3. http://sgi2.isprambiente.it/website/ithaca/scheda_faglia.asp?tnid=73500

FAULT NAME Vena d'Oro

FAULT CODE 73500
MACROZONE 2
REGION NAME Friuli
SYSTEM NAME Friuli thrust system
RANK PRIMARY
AVERAGE STRIKE 10
LENGTH (Km) 5
LOCATION RELIABILITY
(MAPPING SCALE) 1:500000
LAST ACTIVITY Late Pleistocene
ACTIVITY RELIABILITY Low reliability
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw) 5.9
STUDY QUALITY LOW

4. http://sgi2.isprambiente.it/website/ithaca/scheda_faglia.asp?tnid=70100

FAULT NAME Pian Formosa - Val Medone

FAULT CODE 70100
MACROZONE 2
REGION NAME Veneto
SYSTEM NAME Belluno Line
RANK PRIMARY
AVERAGE STRIKE 260
LENGTH (Km) 100
LAST ACTIVITY Latest glacial (9,000÷15,000)
ACTIVITY RELIABILITY Medium reliability
STUDY QUALITY FAIR

5. http://sgi2.isprambiente.it/website/ithaca/scheda_faglia.asp?tnid=70500

FAULT NAME Fais

FAULT CODE 70500
MACROZONE 2
REGION NAME Veneto
SYSTEM NAME Fais
AVERAGE STRIKE 130
LENGTH (Km) 5
LAST ACTIVITY 3,000÷9,000 (prehistory-Neolithic)
ACTIVITY RELIABILITY Low reliability
STUDY QUALITY LOW

- faglie inverse e trascorrenti non attive desunte dalla cartografia geologica relativa al PRG del 1994. Da tale cartografia si desume che su tutto il territorio sono presenti numerosi indizi neotettonici senza riconoscere con certezza alcune faglia che abbia dato rigetti cosismici o che risulti pericolosa per le abitazioni.

8.2.4 Frane

Le instabilità di versante illustrate sono state tutte desunte dalla cartografia allegata:

1. al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Bacino Idrografico dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione di Feb.2012;
2. al progetto IFFI (banca dati inventario fenomeni franosi d'Italia) con i dati scaricati dal sito ufficiale <http://193.206.192.136/cartanetiffi/carto3.asp?cat=47&lang=IT#> riguardanti il comune di Belluno. Come specificato dagli Standard di Rappresentazione, dal suddetto Progetto IFFI sono stati definiti gli stati di attività delle singole frane riportate mentre dal sito della Regione Veneto sono stati utilizzati gli shape files relativi alle forme geometriche delle singole instabilità.

Come si evince dalla legenda della carta geologico-tecnica, le frane presenti sul territorio comunale di Belluno presentano le seguenti tipologie di movimento:

1. crolli o ribaltamenti: sono localizzate lungo le scarpate rocciose presenti soprattutto nel settore settentrionale del territorio comunale; si originano in terreni rocciosi carbonatici; tra le più significative si evidenziano quelle poste sul versante ovest del M.te Tiron e sulle pendici orientali del M.te Sambuga;
2. scorrimenti: sono la tipologia di frana più diffusa sul territorio comunale; sono presenti in particolare nelle aree con presenza di terreni di copertura con mediocri caratteristiche geomeccaniche di tipo flyschioide, roccioso carbonatico, sabbiosi e argillosi; tra le frane di questo tipo si possono citare quelle dei terreni di copertura che sovrastano molti tratti della strada comunale della Val Tibolla e quelle che intaccano il Col Castei presso Gioz. Scorrimenti in roccia si ricorda uno piuttosto recente lungo la strada per il Nevegal.
3. colate: in terreni soprattutto flyschioidi, detritici, marnosi e carbonatici del settore sud occidentale del comprensorio comunale;
4. frane complesse: con un unico caso rilevato nel settore meridionale in rocce carbonatiche (definita dal Progetto IFFI come DGPV dissesto gravitativo di versante profondo).

Tutte frane censite dal Progetto Iffi risultano cartografate dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Bacino Idrografico dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione di Feb.2012, come aree con grado di rischio e pericolosità geologica da moderata a molto elevata.

8.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica I livello

Sulla base delle osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione alla valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici disponibili sono state individuate le aree omogenee per caratteristiche litostratigrafiche. Le microzone sono state quindi rappresentate nella ***Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***.

Ogni zona è stata differenziata in base alle caratteristiche lito-stratigrafiche, correlate a differenti tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, ecc.).

Laddove il dato puntuale è risultato insufficiente si è provveduto ad estendere le informazioni stratigrafiche e geofisiche in possesso a terreni analoghi per caratteristiche litologiche e sismiche.

Il presente studio ha identificato n.8 microzone differenziate in base alla presenza o meno di coperture, ove fossero presenti in base alle dimensioni granulometriche, alle loro alternanze, allo spessore, al grado di consistenza o al grado di addensamento, in rapporto alla presenza del substrato.

8.3.1 Descrizione aree stabili, stabili suscettibili di amplificazioni e le zone suscettibili di instabilità

Segue la descrizione nel dettaglio di ogni singola Zona individuata, inserita nella Carta delle M.O.P.S. del presente studio.

✓ **ZONE STABILI:** non sono state cartografate zone stabili poiché sul territorio sono state individuate solo *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*.

✓ **ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI:**

ZONA 0 (Substrato litoide rigido molto fratturato):



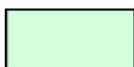
questa microzona si localizza nei settori sud orientali e settentrionali del comprensorio comunale in corrispondenza dei rilievi calcarei e calcareo dolomiti che presentano pendenze elevate >30°. In questo settore sono possibili fenomeni di amplificazioni locali legati alle caratteristiche morfologiche delle aree in ragione della presenza di pareti rocciose verticali soggette a frane di crollo e scorrimenti, creste e blocchi isolati;

Colonna stratigrafica con indicazione dello spessore medio dei litotipi:

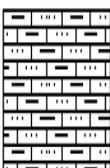


30m: Substrato litoide rigido molto fratturato

ZONA 1:



comprende il settore in cui affiora il substrato marnoso e arenaceo, caratterizzato da un'alternanza di litotipi marnosi arenacei e argillosi spesso alterati. Sono possibili fenomeni di amplificazioni locali legati alle caratteristiche morfologiche delle aree in ragione della presenza di creste, scarpate, terrazzi. Si possono ipotizzare fenomeni di locali amplificazioni litostratigrafiche dovuti a forti contrasti di impedenza laddove si rinvenivano coperture di depositi sciolti o poco addensati.



(alternanze di litotipi)

Prof. : ?

ZONA 2: 

corrisponde alla fascia pedemontana e di fondovalle in cui il substrato è rappresentato dal Flysch di Belluno, in affioramento fortemente alterato e fratturato, sovrastato a luoghi da coperture superficiali di origine alluvionale (**vedi sezione figura 15**). Sono possibili fenomeni di amplificazioni legati alle caratteristiche morfologiche in ragione della presenza di scarpate e terrazzi fluviali. Tale zona comprende la fascia collinare dove sono, peraltro, presenti aree suscettibili di instabilità di versante per la presenza di frane. Si possono ipotizzare fenomeni di amplificazione litostratigrafica dovuti a forti contrasti di impedenza.

Colonna stratigrafica con indicazione dello spessore medio dei litotipi:

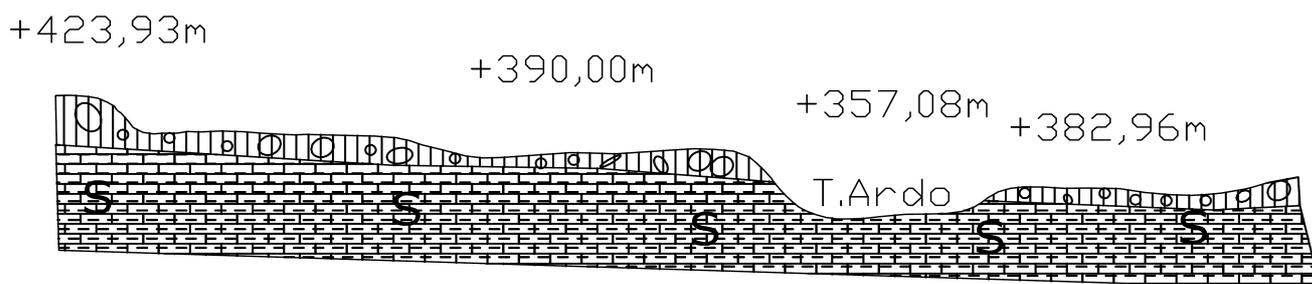
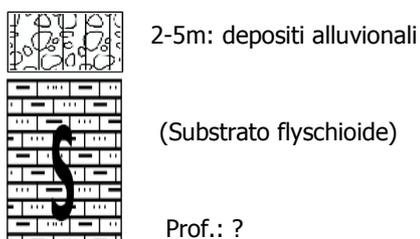


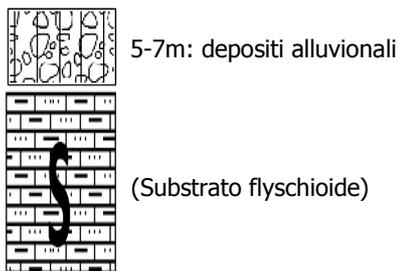
Figura 15: Sezione litotecnica

ZONA 3:



è rappresentata dalla presenza di depositi alluvionali fluvio glaciali poggianti sul substrato flyschioide con spessori compresi tra i 5 e i 7mt. A causa di tale situazione litologico-stratigrafica, in questa zona sono possibili amplificazioni litostratigrafiche per presumibili forti contrasti di impedenza sismica. Tale zona è ubicata nelle aree di fondovalle sia a nord che a sud della valle del Piave e si spinge localmente fino agli orli di terrazzi. Pertanto per caratteristiche litologiche e andamento topografico e morfologico non si possono escludere il verificarsi anche fenomeni di amplificazione litostratigrafica o morfologica o di entrambe. Sono anche presenti aree suscettibili di instabilità di versante per la presenza di frane. Dalla prove sismiche esaminate in Loc. Levego e Castion, i valori della Vs sono comprese tra i 337 e 525m/sec.

Colonna stratigrafica con indicazione dello spessore medio dei litotipi:



ZONA 4:



è formata da un livello di alluvioni fluviali dati da ghiaie poco addensate e a tratti cementate con spessore di 20-30m. Appartengono a questa zona le aree delle conoidi alluvionali dei fondovalle e l'intero centro abitato di Belluno (**vedi sezione figura 16**). Non si esclude l'ipotesi di possibili fenomeni di amplificazione litostratigrafica per contrasto di impedenza e/o per fattori morfologici per la presenza di orli di terrazzi di altezze superiori 20m. Sono anche presenti piccole aree suscettibili di instabilità di versante per la presenza di frane.

Colonna stratigrafica con indicazione dello spessore medio dei litotipi:



30m: depositi alluvionali

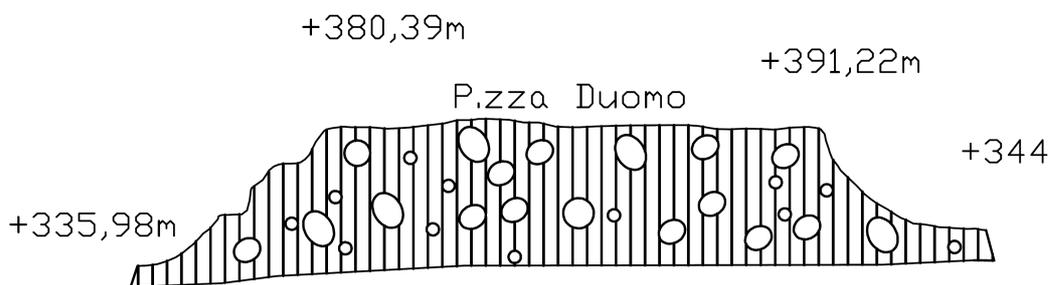
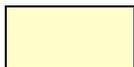


Figura 16: Sezione litotecnica area del centro storico

ZONA 5:



questa microzona si localizza nel settore nord orientale, su un grande terrazzo fluviale del Piave. Si rinvencono alternanze di depositi alluvionali limo argillosi con spessori compresi tra 5m e 8m a cui seguono ghiaie grossolane mediamente addensate. Anche in queste aree potrebbero essere possibili amplificazioni litostratigrafiche per presumibili forti contrasti di impedenza sismica e fenomeni di amplificazione morfologica per la presenza di creste di terrazzi fluviali con altezze superiori a 20m.

Colonna stratigrafica con indicazione dello spessore medio dei litotipi:



5-8m: depositi alluvionali limo argillosi



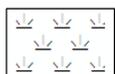
Depositi alluvionali
Prof.: 30m

ZONA 6:



rientrano in queste aree le formazioni di origine lacustre, costituite da terreni torbosi con spessori maggiori di 3-5m, poggianti su ghiaie grossolane e ben addensate o localmente sul substrato flyschioide alterato. In queste condizioni è possibile ipotizzare amplificazioni litostratigrafiche per contrasti di impedenza. In queste zone, inoltre, si rinvencono localmente, materiali di riporto a copertura dei depositi torbosi. Gli spessori dei riporti non sono definiti. Sono possibili cedimenti differenziali al contatto col flysch o con depositi alluvionali con diverso comportamento meccanico.

Colonna stratigrafica con indicazione dello spessore medio dei litotipi:



3-5m: torbe



5-6m: depositi alluvionali



(Substrato flyschioide)

Prof.: 30m

ZONA 7:



comprende il settore sud orientale, parte dell'area centrale e il settore nord orientale del comprensorio; caratterizzato da depositi di natura eluvio colluviali e/o conglomerati in matrice sabbioso limosa il cui spessore è indefinito per mancanza di sondaggi stratigrafici. Nel settore nord orientale si rinvencono a copertura del substrato calcareo-dolomitico. Potrebbero essere ipotizzabili fenomeni di amplificazione per contrasto di impedenza e/o caratteristiche morfologiche. Sono anche presenti aree suscettibili di instabilità di versante per la presenza di frane.

Colonna stratigrafica con indicazione dello spessore medio dei litotipi:



depositi eluvio colluviali

Prof.: ?m

8.3.2 Altre forme illustrate

Nella carta delle M.O.P.S. sono state riportate anche:

1. le zone suscettibili di instabilità di versante;
2. le forme di superficie sepolte;
3. le faglie attive e capaci;
4. n.5 tracce topografiche che potranno, in una successiva fase, essere utilizzate come tracce di approfondimento per lo studio delle amplificazioni di origine topografica;
5. le zone SIC e ZPS incluse ed escluse dalla M.S.

9. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI FINALI

Lo studio condotto ha avuto la finalità di fornire un insieme di informazioni geologico tecniche di carattere generale che rappresentano la base di partenza per gli approfondimenti degli studi successivi. Il dettaglio delle rappresentazioni cartografiche è stato naturalmente condizionato dalla quantità e attendibilità dei dati disponibili. Le maggiori incertezze in riferimento agli spessori dei terreni presenti, alle caratteristiche granulometriche e geotecniche e alle caratteristiche geofisiche permangono laddove non si era in possesso di dati pregressi. In questi settori, sud orientale e nord occidentale, sarà opportuno prevedere una campagna di indagini geognostiche e geofisiche. Per queste ultime i dati di velocità delle onde di taglio sono limitati a zone ristrette nell'ambito delle Frazioni di Castion e Levego e pertanto necessitano di una estensione in aree, compresa il centro urbano, in cui manca completamente una caratterizzazione sismica dei litotipi.

Ulteriori approfondimenti dovranno essere condotti in quei settori in cui sono stati ipotizzati, su base dei soli dati stratigrafici, la possibilità del verificarsi di fenomeni di liquefazioni e/o cedimenti differenziali.

Tutti gli aspetti suddetti, hanno quindi notevolmente condizionato il numero e l'estensione delle microzone.

Pertanto la programmazione di nuove campagne di indagini si renderà necessaria per accertare e verificare i dati esistenti e acquisire nuovi dati nelle aree in cui questi risultano insufficienti o nulli. Particolare attenzione dovrà essere posta per quanto riguarda gli aspetti geofisici; **la definizione di un modello di velocità delle onde di taglio per sequenze stratigrafiche medie indicative delle microzone individuate è fondamentale per la quantificazione numerica dei fattori di amplificazione previsti negli studi dei livelli successivi.**

Questo è quanto dovuto in merito all'incarico ricevuto.

Camposampiero, lì Aprile 2013

I RELATORI

*Dr. Geol. Antonio TOSCANO
Dr. Geol. Daniela VIAPPIANI*



10. BIBLIOGRAFIA

1. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI) <http://emidius.mi.ingv..it/CPTI04/>;
2. Catalogo delle faglie capaci ITHACA "ITaly HAZard from CAPable faults"
<http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>;
3. STUDIO GEOLOGICO VARIANTE AL P.R.G. – RELAZIONE STUDI GEOLOGICI – Dr. Eugenio Colleselli, 1994;
4. Progetto C.A.R.G. http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/63_BELLUNO/Foglio.html;
5. Progetto IFFI (banca dati inventario fenomeni franosi d'Italia)
<http://193.206.192.136/cartanetiffi/carto3.asp?cat=47&lang=IT#>;
6. Carta Geomorfologica scala 1:25.000, Foglio Belluno, Regione Veneto, 1999
http://gisgeologia.regione.veneto.it/website/sit_geomorf-1
7. Note ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA D'ITALIA 1:50.000 FOGLIO BELLUNO, Regione Veneto, 1999;
8. "Map of active faults between the Po and Piave Rivers and Lake Como" Castaldini & Panizza, 1991;
9. Relazione geologica per la realizzazione della Rotatorio San Biagio, Comune di Belluno, 2005;
10. Relazione Geologica lavori manutenzione in via Simon da Cusighe, Dr. Giacchetti, 2004;
11. Relazione geologica realizzazione parcheggi area Ex Ospedale, Dr. Colleselli, 2004;
12. Relazione geologica realizzazione parcheggio piazzale stazione, Dr. Bettol e Zollet, 1996;
13. Relazione geologica progetto esecutivo adeguamento sismico del Ponte degli Alpini, Dr. Focardi, 2006;
14. Relazione geologica progetto definitivo ponte sul Torrente Gresal, Comune di Belluno, 2005;
15. Studio geologico sull'area dei dissesti in via Miari, Dr. Chiesurin, 2003;
16. Studio geologico sull'area dei dissesti in via Sottocastello, Dr. Chiesurin, 2007;
17. Relazione geologica realizzazione della discarica in Loc. Cordele, Dr. Colleselli, 1990;
18. Relazione geologica ampliamento della discarica in Loc. Cordele, SON.GEO., 1997;
19. Stratigrafia pozzo uso industriale, SITO ISPRA;
20. Caratterizzazione sismica scuola elementare Levego, Dr. Boaga, 2011;
21. Stratigrafia pozzo per uso geotermico presso la scuola elementare di Levego, 2007;
22. Relazione geologica Ristrutturazione edificio D ospedale San Martino, Dr. Colleselli, 2000;
23. Relazione geologica Centrale Termica ospedale San Martino, Dr. Colleselli, 1994;
24. Relazione geologica blocco F ospedale San Martino, Dr. Colleselli, 1993;
25. Relazione geologica secondo lotto ospedale San Martino, Dr. Agordo, 1972;
26. Relazione geologica sull'area dei dissesti di fondazione del Palazzo dei Rettori, Dr. Carghel, 1971;
27. Sondaggi geognostici e ambientali ai Magazzini Comunali, Dr. Segato, 2007;
28. Relazione geologica Via Meassa Loc. Levego, ATER, Dr. Da Roit, 2007;
29. Relazione geologica alloggi area PEEP, ATER, Dr. De Biasi, 1999;
30. Relazione geologica nuovo edificio, ATER, Dr. Salti, 2013;
31. Relazione sismica nuovo edificio, ATER, Dr. Boaga, 2013;
32. Relazione geologica nuovo edificio, IACP, Dr. Colleselli, 1986;

11. ALLEGATI

1. Carta delle Indagini;
2. Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica;
3. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (LIVELLO I)