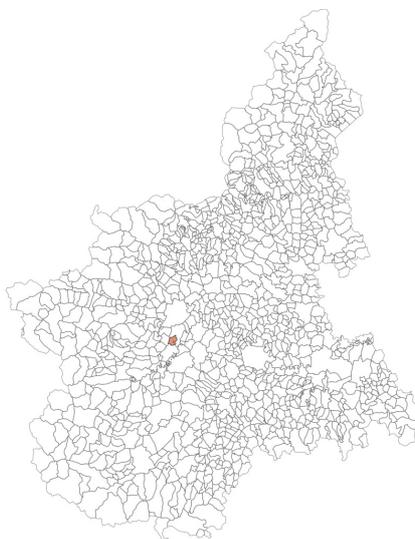


MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa



Regione Piemonte
Comune di La Loggia



Regione	<p>Soggetto realizzatore</p> <p> MARCO BALESTRO GEOLOGIA APPLICATA E TERRITORIO Ordine Geologi del Piemonte n°431 Sez. A 3356312861 - marco.balestro@gmail.com</p> <p></p>	Data: 09/2025
---------	--	---------------



Sommario

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO - STRUTTURALE	3
2.1. Contesto tettonico e strutture principali	3
2.2. Inquadramento geologico	4
3. PERICOLOSITÀ SISMICA	9
3.1. Classificazione sismica e pericolosità di base	9
3.2. Zone e sorgenti sismogenetiche	10
3.3. Sismicità storica.....	13
3.4. Sismicità strumentale recente	15
4. CARTA DELLE INDAGINI	17
4.1. Raccolta ed analisi dei dati	17
4.2. Compilazione del database.....	17
5. CARTA GEOLOGICO - TECNICA	18
5.1. Assetto geologico - tecnico	18
5.2. Forme di superficie e sepolte	20
6. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	21
6.1. Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	21
6.2. Misure di rumore ambientale.....	22
6.3. Zone di attenzione per le instabilità - liquefazione.....	23
6.3.1. C1 - Litologia.....	24
6.3.2. C2 - Falda.....	24
6.3.3. C3 - amax e magnitudo	25
6.4. Incertezze ed utilizzo dei dati	28

Allegato 1 - Documenti indagini

Allegato 2 - Indagini geofisiche (Techgea Srl)



1. PREMESSA

La presente relazione illustra le attività e i risultati dello studio di Microzonazione Sismica di livello 1 (MS1). In generale gli studi di microzonazione hanno la finalità di identificare e perimetrare le Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), ovvero:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

In particolare il livello 1, quello meno approfondito, è da considerarsi propedeutico ai veri e propri studi di MS, e consiste nella raccolta dei dati esistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto ai punti sopra descritti.

Lo studio è stato condotto in conformità con gli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS) approvati dalla Conferenza delle Regioni e Province autonome il 13/11/2008, ed in particolare con gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" (versione 4.2, 2020). Il lavoro è stato realizzato in QGis con l'ausilio del plugin "MzS Tools" sviluppato dal "Laboratorio GIS" di "IGAG - Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria" (CNR). Gli elaborati prodotti sono:

- **Carta delle Indagini** (scala 1:5000, con relativa banca dati)
- **Carta Geologico tecnica** (scala 1:5000)
- **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica** (scala 1:5000)
- la presente **Relazione illustrativa** con: **Allegato 1** (i documenti relativi alle singole indagini con relativo codice dell'archivio secondo gli standard ICMS, raggruppati in un unico file); **Allegato 2** (il report delle indagini geofisiche realizzate in questa sede da Techgea Srl).

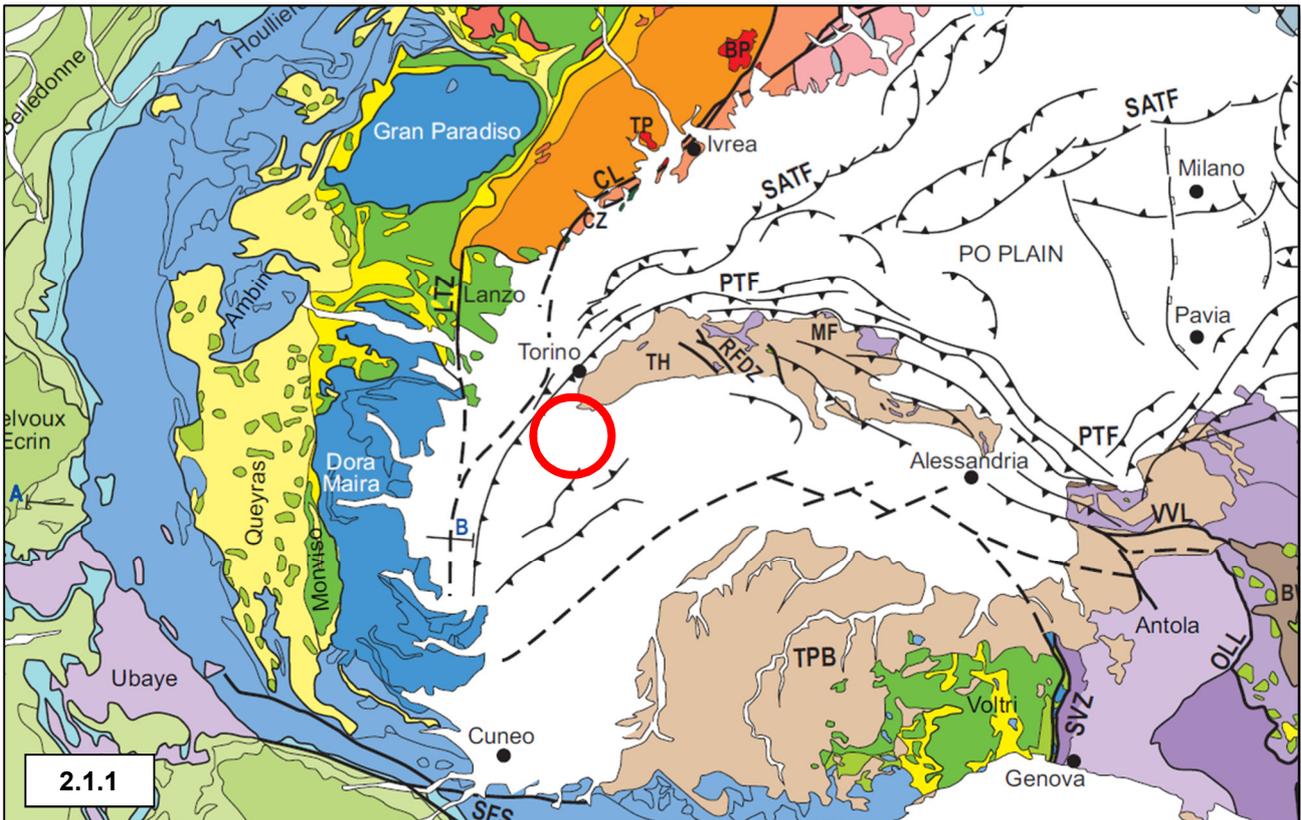
Considerato il contesto geologico - geomorfologico ed urbanistico del Comune di La Loggia, l'indagine è stata estesa a tutto il territorio comunale. I dati geognostici e geofisici disponibili sono stati integrati con una campagna di indagini geofisiche (n°10 HVSR e n°3 MASW, a cura di Techgea Srl, Allegato 2). Per la redazione dello studio si è fatto prevalentemente riferimento ai seguenti riferimenti normativi:

- D.G.R. 24 marzo 2025, n. 8-905 "*Legge regionale n. 56/1977. Approvazione dei "Criteri e indirizzi in materia di difesa del suolo e pianificazione territoriale e urbanistica", quale documento unico di aggiornamento e sostituzione dei vigenti atti e provvedimenti adottati sul tema a livello regionale*"
- D.G.R. 30 dicembre 2019, n. 6-887 "OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656"
- "Indirizzi e criteri generali per gli studi di Microzonazione Sismica" (13/11/2008, Conferenza delle Regioni e Province Autonome) e relativi "Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica" (v.4.2), di seguito abbreviati con "ICMS";
- le Linee Guida della Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica (LG, FAC, FR e LQ).
- "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazioni (LQ)" (versione 1.0 2018, Commissione tecnica per la microzonazione sismica - Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile)

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO - STRUTTURALE

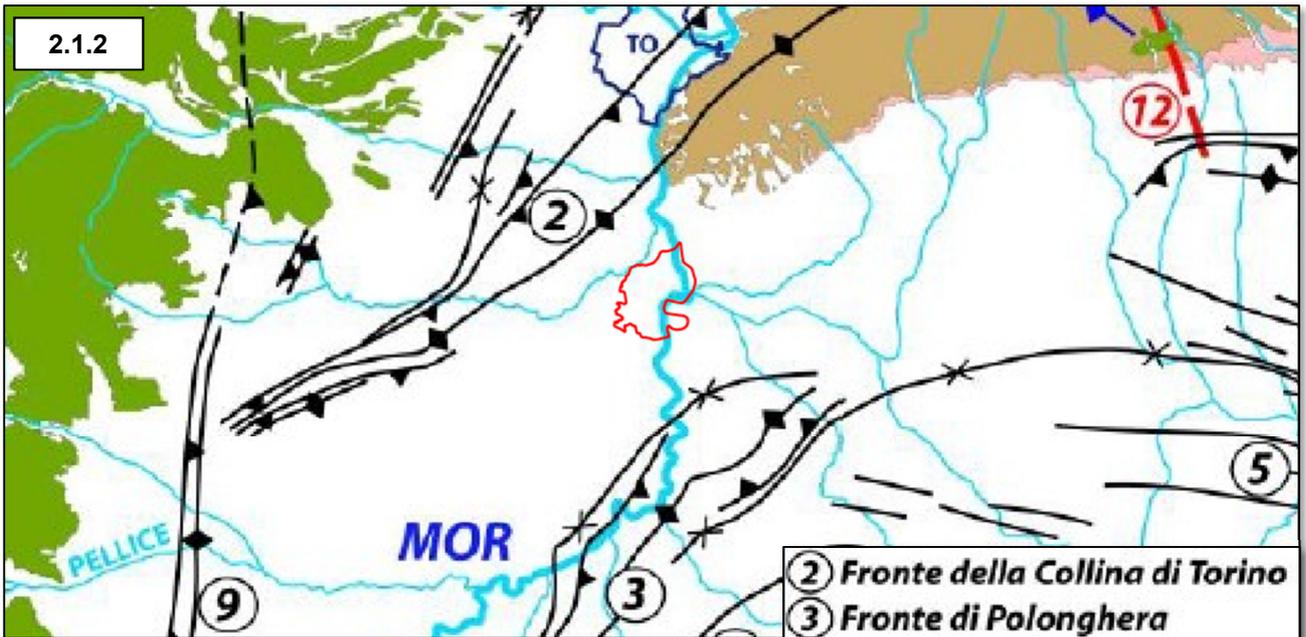
2.1. Contesto tettonico e strutture principali

In Fig. 2.1.1 è riportato lo schema “Tectonic map of the Western Alps and the Northern Apennines” (tratto da “Pre-Alpine extensional tectonics of a peridotite localized oceanic core complex in the Late Jurassic, high-pressure Monviso ophiolite - Western Alps”, G. Balestro, A. Festa, Y. Dilek e P. Tartarotti, International Union of Geological Sciences, Episodes - Journal of International Geoscience 2019), dove si evince che il Comune di La Loggia ricade nell’ambito della successione pliocenico - quaternaria della Pianura del Po a Sud del margine meridionale della Collina di Torino “TH”.



Facendo riferimento alla pubblicazione “La Successione Messiniana e Plio-Pleistocenica del Bacino di Savigliano (settore occidentale del Bacino Terziario Piemontese)”, (M. Ghielmi, S. Rogledi, B. Vigna e D. Violanti, Geol. Insubr. 13/1, 2019), il territorio di La Loggia si colloca all’estremità settentrionale del “Sottobacino di Moretta” che a sua volta rappresenta la porzione settentrionale più profonda del Bacino di Savigliano (Fig. 2.1.2), caratterizzato da una successione sedimentaria messiniano-pleistocenica con allogruppi delimitati da superfici sincrone di discontinuità (discordanze angolari) prodotte dai principali eventi deformativi (fasi di “thrusting”); all’interno degli allogruppi sono presenti discontinuità di rango inferiore, anch’esse di natura tettonica ma connesse a fasi deformative che hanno riattivato i lineamenti strutturali o modificato i depocentri sedimentari preesistenti.

L’area è compresa fra l’asse dell’anticlinale della Collina di Torino a Nord e un asse di anticlinale a Sud, entrambi con andamento SW-NE.

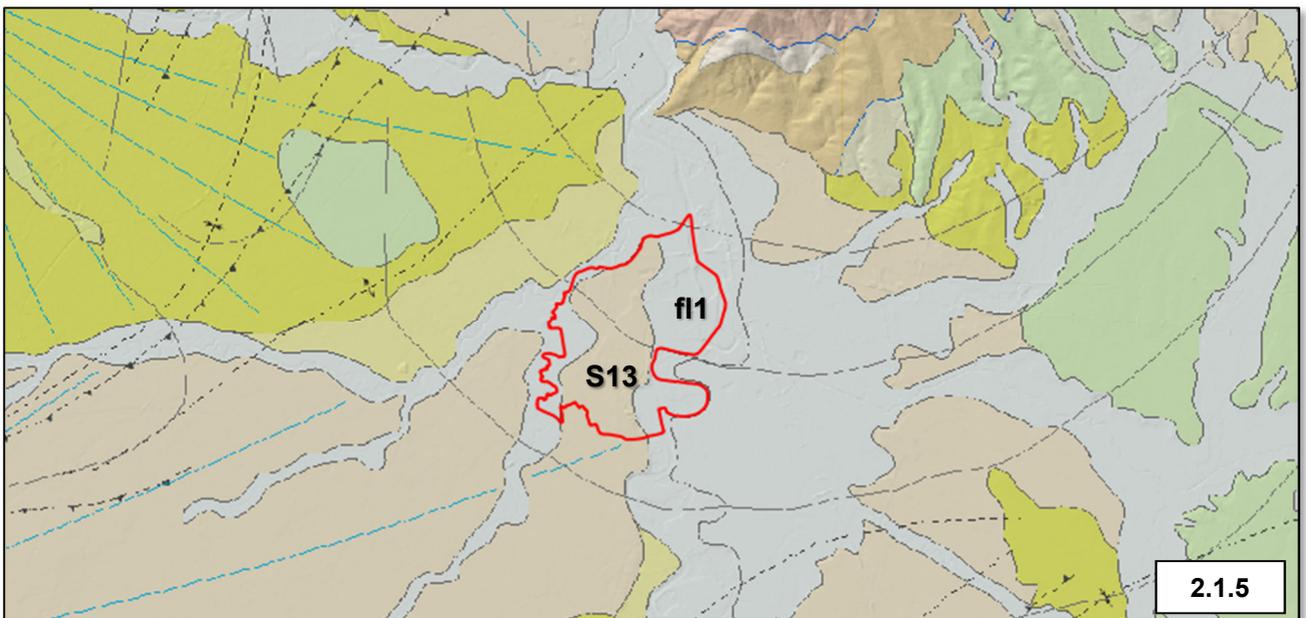


2.2. Inquadramento geologico

Dall'esame della carta "Geology of Piemonte Region - NW Italy, Alps–Apennines interference zone" (F. Piana, G. Fioraso, A. Irace, P. Mosca, A.R. d'Atri, L. Barale, P. Falletti, G. Monegato, M. Morelli, S. Tallone e B. Vigna, 2017 Journal of Maps, 13,2, 395-405, Francis & Taylor Group Publ. UK), il territorio comunale ricade nel citato Bacino di Savigliano (bacini sedimentari sin-orogenici), ed è interessato dalle seguenti unità:

- **f11** : Olocene - attuale. Depositi fluviali e di debris flow
- **S13** : Pleistocene medio - sup. Depositi fluviali, di megafan e fluvio-glaciali

Entrambe caratterizzate da depositi costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie



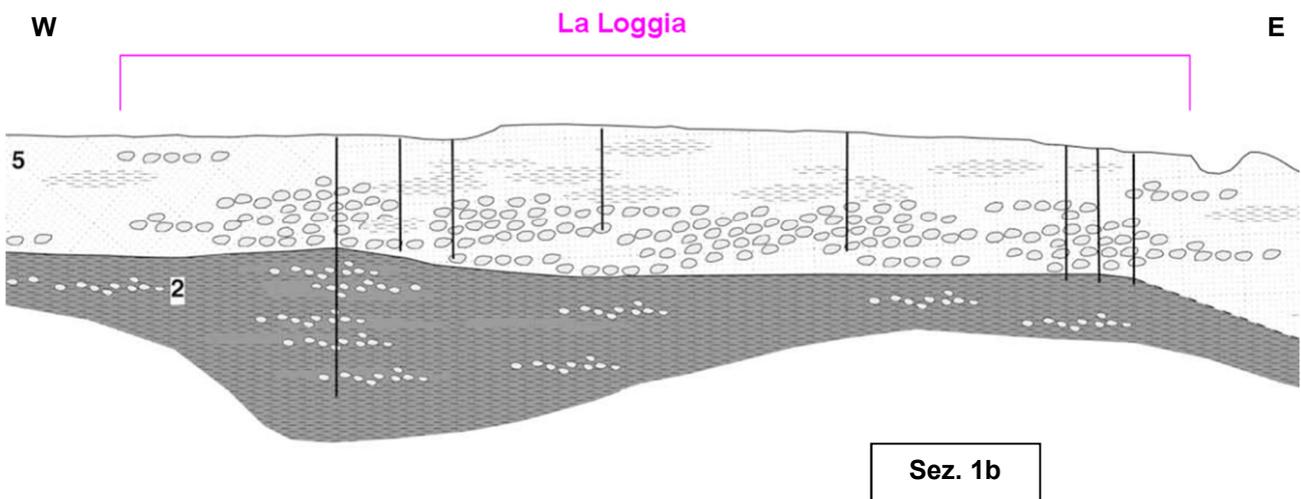
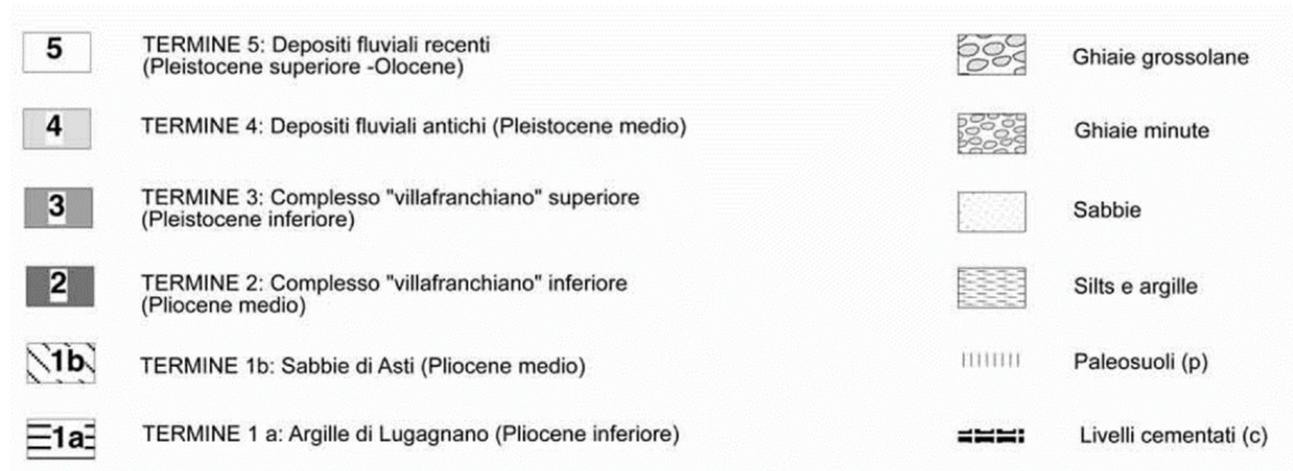
Un'interpretazione del sottosuolo dell'area in esame è quella riportata nella pubblicazione "Assetto Idrogeologico del Settore Meridionale della Provincia di Torino" (T. Barbero, D.A. De Luca, M.G.

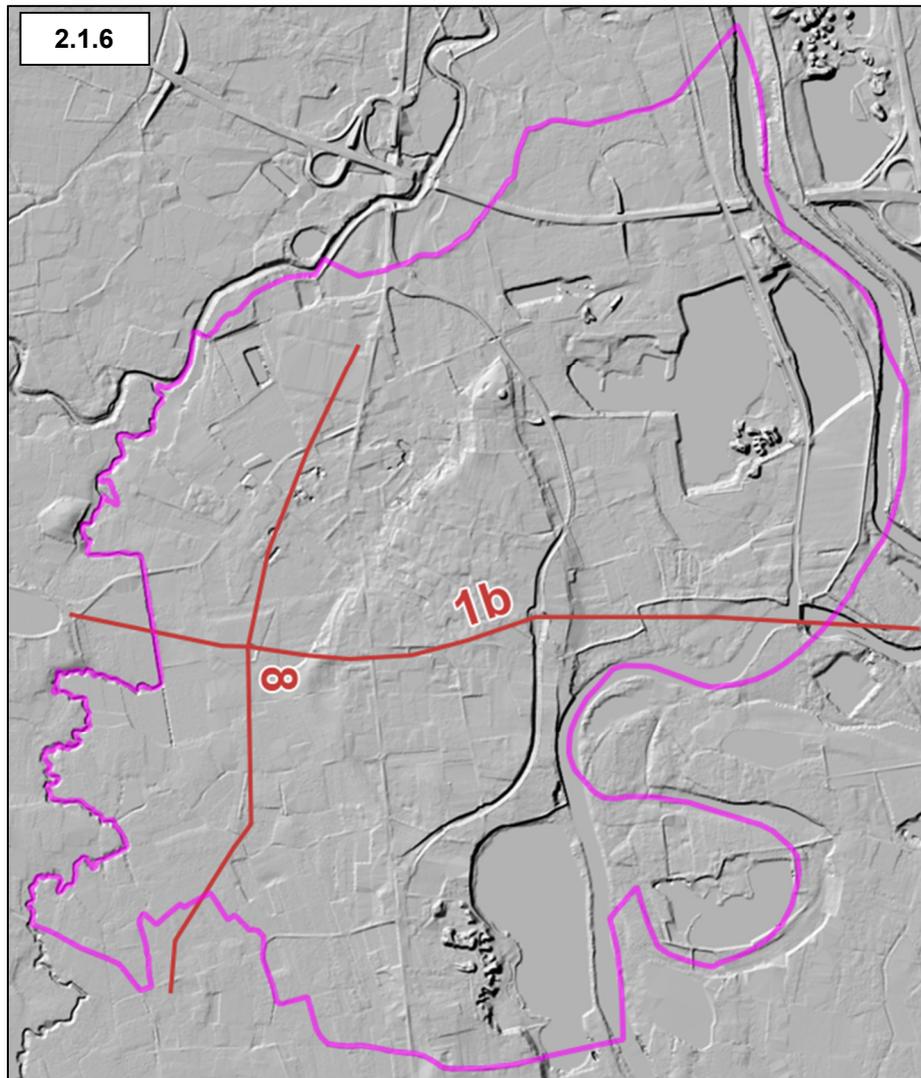
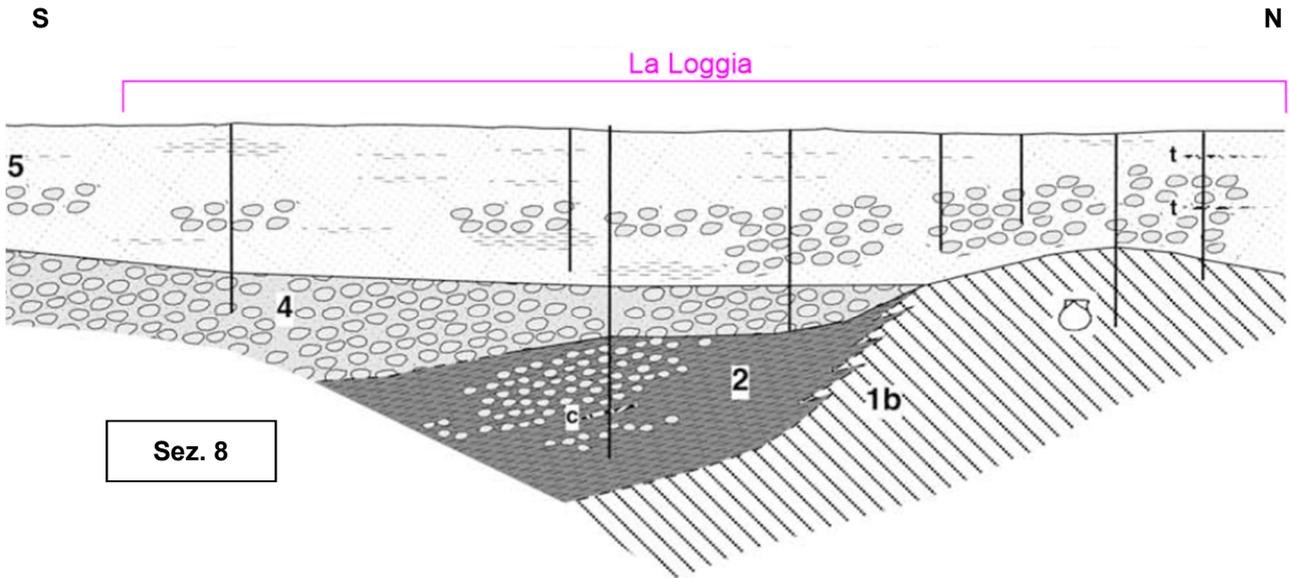


Forno e L. Masciocco, Provincia di Torino, 2007), elaborata sulla base delle stratigrafie di pozzi e sondaggi; in particolare si è fatto riferimento alle sezioni n°1b (Est-Ovest) e n°8 (Nord-Sud), nelle quali sono distinti:

- Termine 5: depositi fluviali recenti (Pleistocene sup. - Olocene); sabbie e ghiaie
- Termine 4: depositi fluviali antichi (Pleistocene medio); ghiaie grossolane e sabbie;
- Termine 2: Complesso Villafranchiano inferiore (Pliocene medio); silt e argille con ghiaie minute
- Termine 1b: Sabbie di Asti (Pliocene medio)

Nella parte Sud dell'area in esame i depositi dei termini 5 e 4 raggiungono complessivamente una potenza che supera i 60 m per poi ridursi progressivamente verso Nord (circa 35 m) dove il termine 4 e il sottostante termine 2 si chiudono contro il substrato pliocenico delle Sabbie di Asti. Di seguito si riportano due stralci delle sezioni n°1b e n°8 con relativa ubicazione (Fig. 2.1.6).

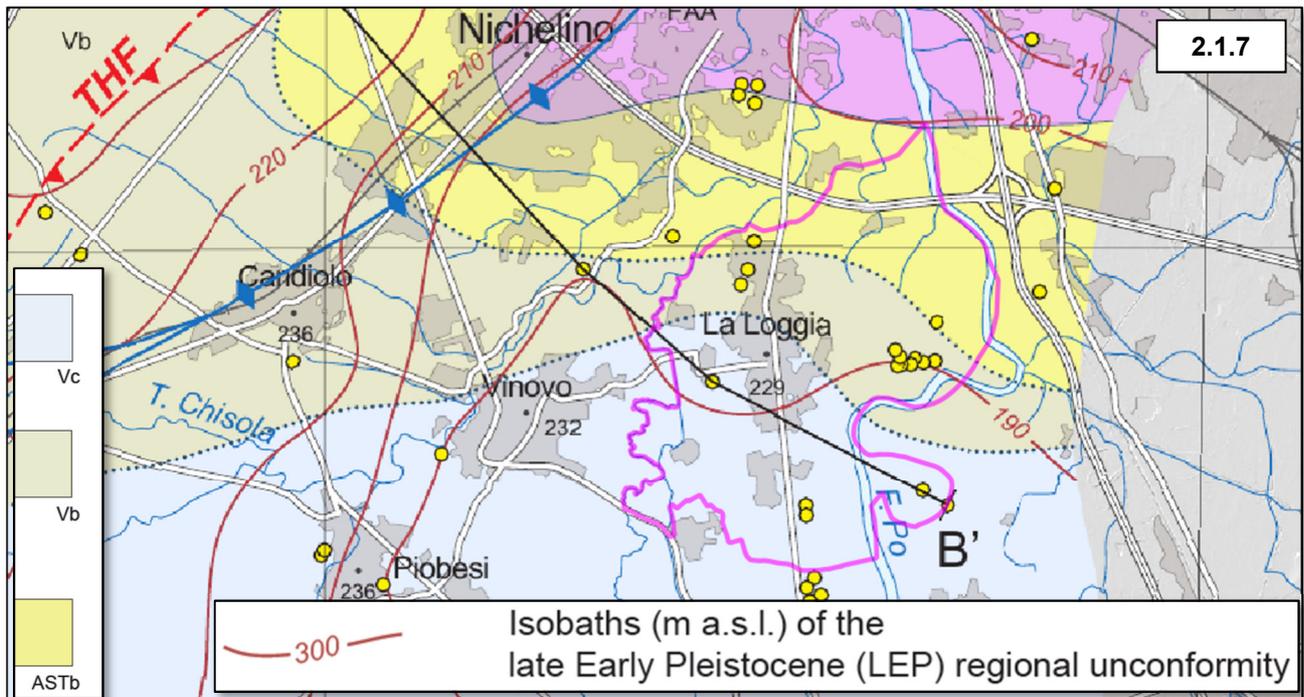




Per la definizione del modello di sottosuolo si è fatto principalmente riferimento alla più recente carta "Subsurface geology of the Torino metropolitan area (Western Po Plain, NW Italy)" (A. Irace & I Marcelli & G. Fioraso & A. Festa & R. Catanzariti & B. Raco & M. Menichini & G. Masetti & E.

Brussolo & G. Vivaldo & M. Doveri, Journal of Maps, 2024, stralcio in Fig. 2.1.7.), nella quale sono riportate:

- le isobate della discontinuità / discordanza (“unconformity”) denominata come “LEP” (Late Early Pleistocene), che separa i depositi pliocenici e del Pleistocene inferiore (“Villafranchiano”) da quelli soprastanti del Pleistocene medio e dell’Olocene;
- la rappresentazione dei depositi e delle unità del substrato al di sotto della “LEP”.



Nel territorio di La Loggia, il substrato al di sotto della “LEP” è costituito da tre unità separate da discontinuità / discordanze, cui segue la sequenza dal Pleistocene medio all’Olocene - attuale:

- **Sintema 8 - “Sabbie di Asti “b” (ASTb).** Sabbie e arenarie omogenee, di colore da giallastro a grigio, a grana fine o grossolane che presentano peculiari concentrazioni di fossili di molluschi (principalmente bivalvi e gasteropodi). A diversi livelli stratigrafici sono racchiusi corpi lenticolari larghi diversi chilometri e spessi fino a 30 m, composti da argille e limi. Spessore: 30-80 m. Depositi di piattaforma e sotto-costa. Piacenziano;

D8.1 discontinuità locale intra-piacenziana

- **Sintema 8 - Villafranchiano “b” (Vb).** Alternanza regolare e lateralmente persistente di argille siltose e ghiaie ciottolose, che passano a sabbie, in intervalli decametrici. Gli intervalli fini conservano giacimenti di carbone lignitico e resti paleobotanici. Vari gradi di alterazione. Spessore: 0-250 m. Depositi alluvionali e lacustri/palustri. Piacenziano

D9 - discontinuità Gelasiana

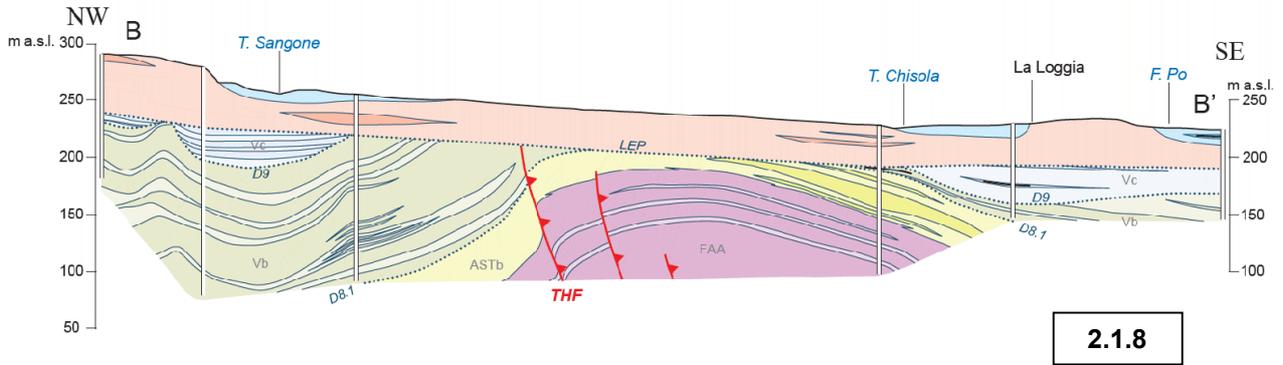
- **Sintema 9 - Villafranchiano “c” (Vc).** Ghiaie da grossolane a molto grossolane con scarsa classazione e tessitura “clast-supported”, con subordinate sabbie, che costituiscono corpi lenticolari spessi fino a 20 m, alternati ad intervalli lateralmente discontinui di argille siltose da gialle a grigie. Conservazione limitata di resti di lignite. Spessore: 0-60 m. Depositi alluvionali. Gelasiano - Calabriano.

LEP - late Early Pleistocene unconformity

- Depositi fluviali e fluvioglaciali costituiti sia facies ghiaioso sabbiose che da facies limoso - argillose (Pleistocene medio iniziale - medio, “Riss” auct.);
- Depositi alluvionali ghiaioso - sabbiosi con lenti e livelli limoso - argillosi (Olocene).



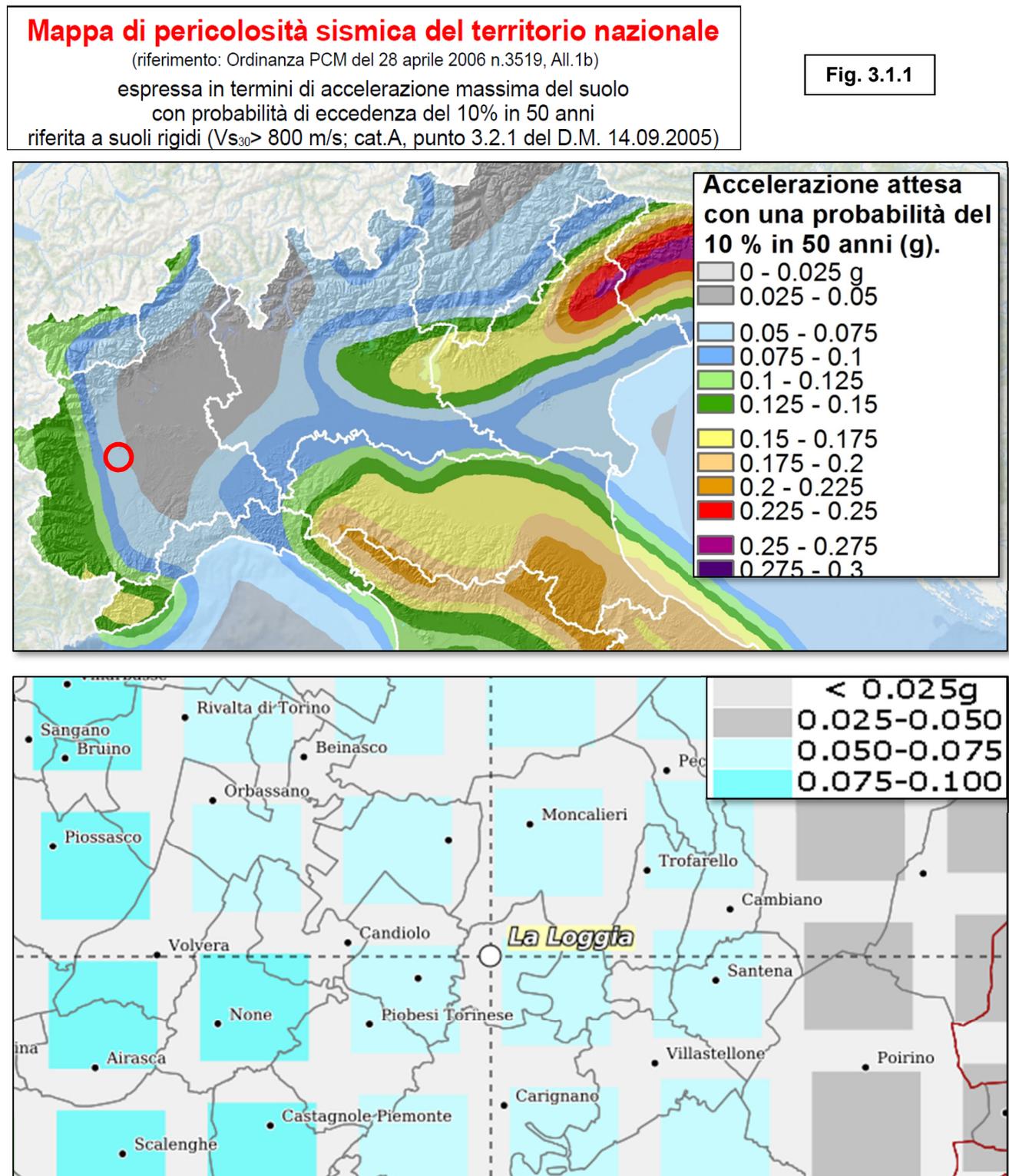
In Fig. 2.1.8 (sezione BB' riportata nella carta di cui sopra), si osserva l'assetto stratigrafico nel settore di La Loggia (parte SE della sezione).



3. PERICOLOSITÀ SISMICA

3.1. Classificazione sismica e pericolosità di base

Sotto il profilo normativo, ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887, il Comune di La Loggia è classificato in **Zona 3** con $0.05g \leq a_g \leq 0.0.125g$, dove a_g = accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni). in Fig. 3.1.1 è riportato uno stralcio della "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04" a cura dell'INGV.

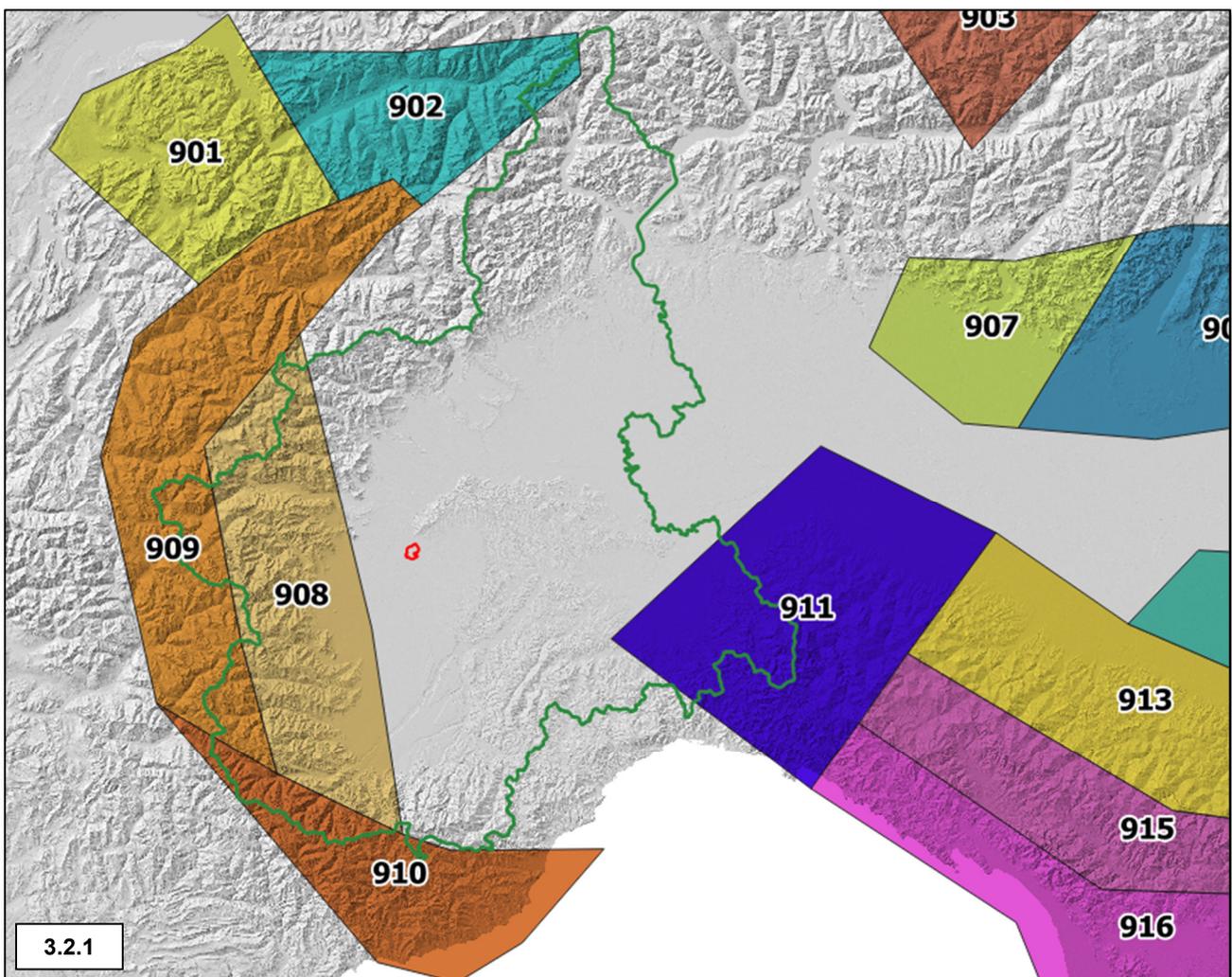


3.2. Zone e sorgenti sismogenetiche

Il comune di La Loggia si colloca circa 15-16 km ad Est del limite interno della Zona Sismogenetica (ZS9) n°908 “Piemonte” (Fig. 3.2.1), corrispondente all’arco sismico interno delle Alpi occidentali; rispetto alle zone 909 e 911 la distanza è di 55 e 66 km.

Dall’Appendice 2 al “Rapporto Conclusivo” dell’INGV (“Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica”, 2004) risulta che la Zona 908 è caratterizzata da:

- magnitudo durata massima $M_d=3.7$
- classe di profondità 8÷12 Km
- profondità efficace 10 Km (profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona)
- meccanismi focali prevalenti di tipo trascorrente.



Nel citato “Rapporto Conclusivo” sono definiti i criteri per l’adozione del valore di $M_{w_{max}}$ (magnitudo momento massima) per ciascuna zona sismogenetica, da cui risulta che la Zona 908 è caratterizzata da $M_{w_{max1}}$ “osservata” pari a 5.68, e $M_{w_{max2}}$ “cautelativa” pari a 6.14 (Fig. 3.2.2).

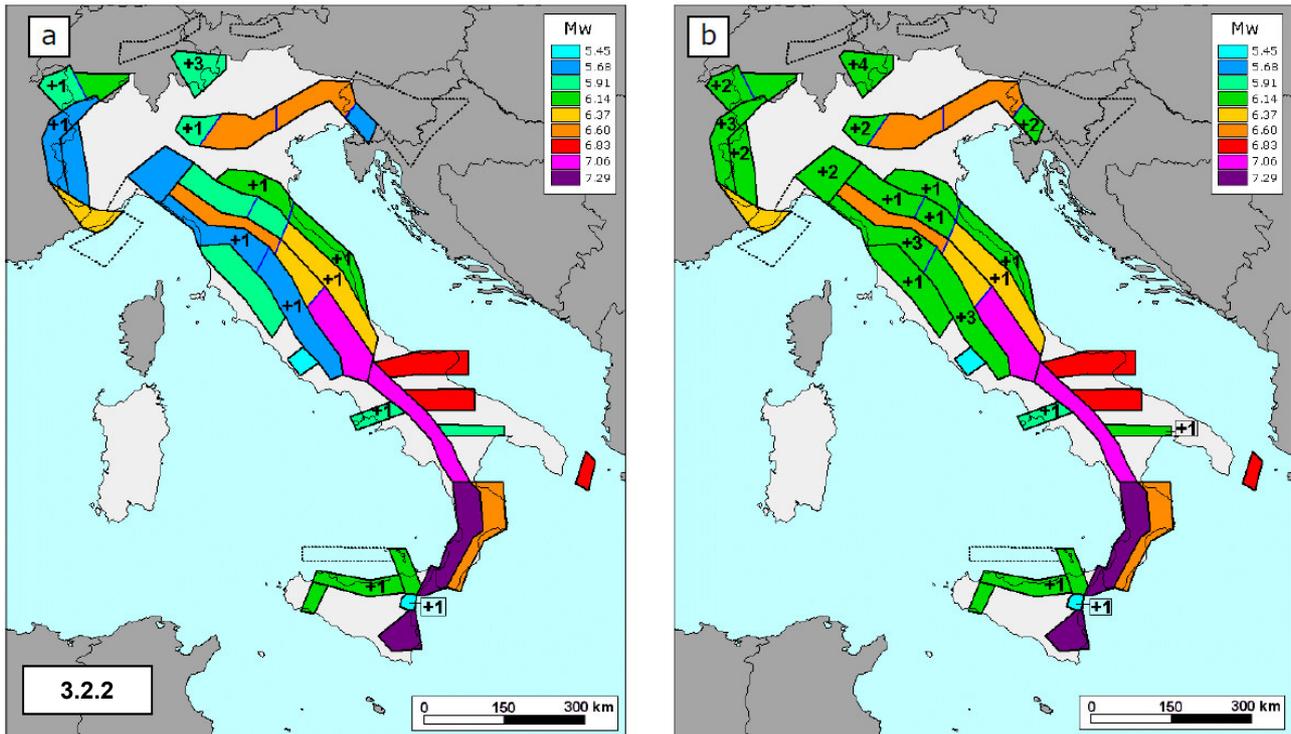
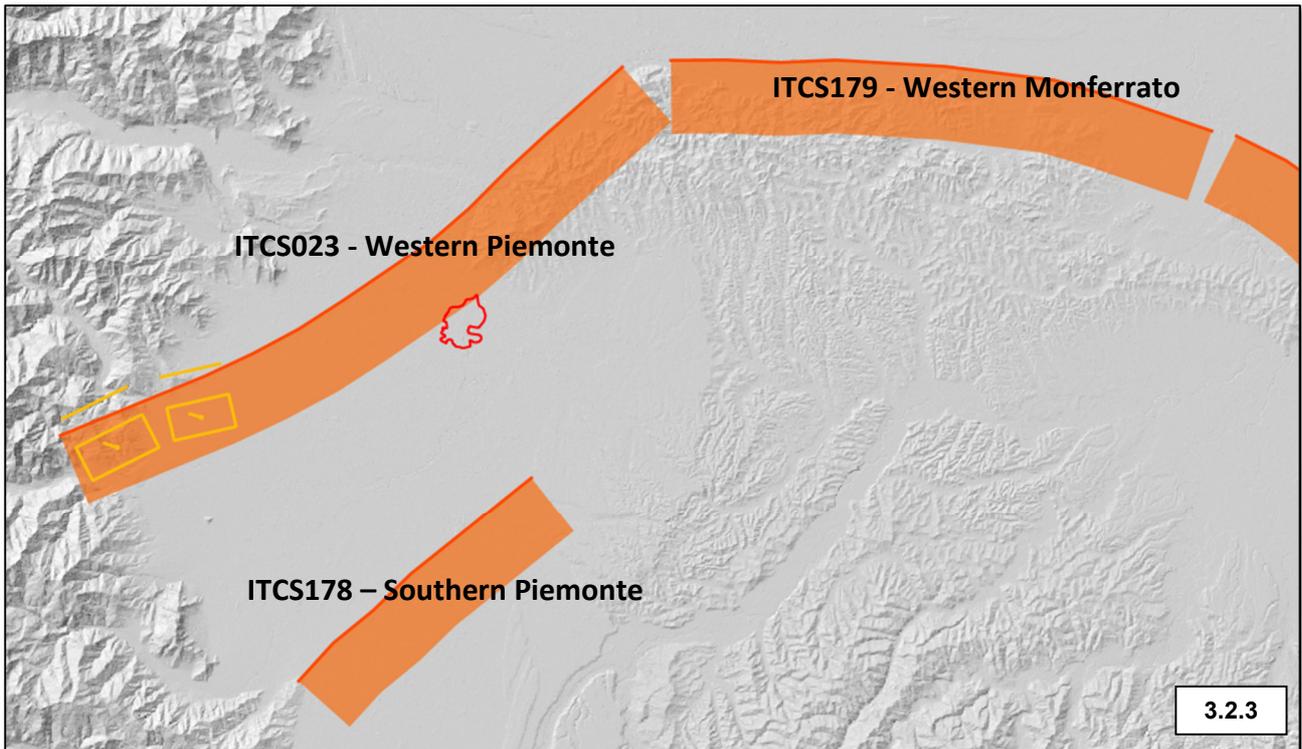


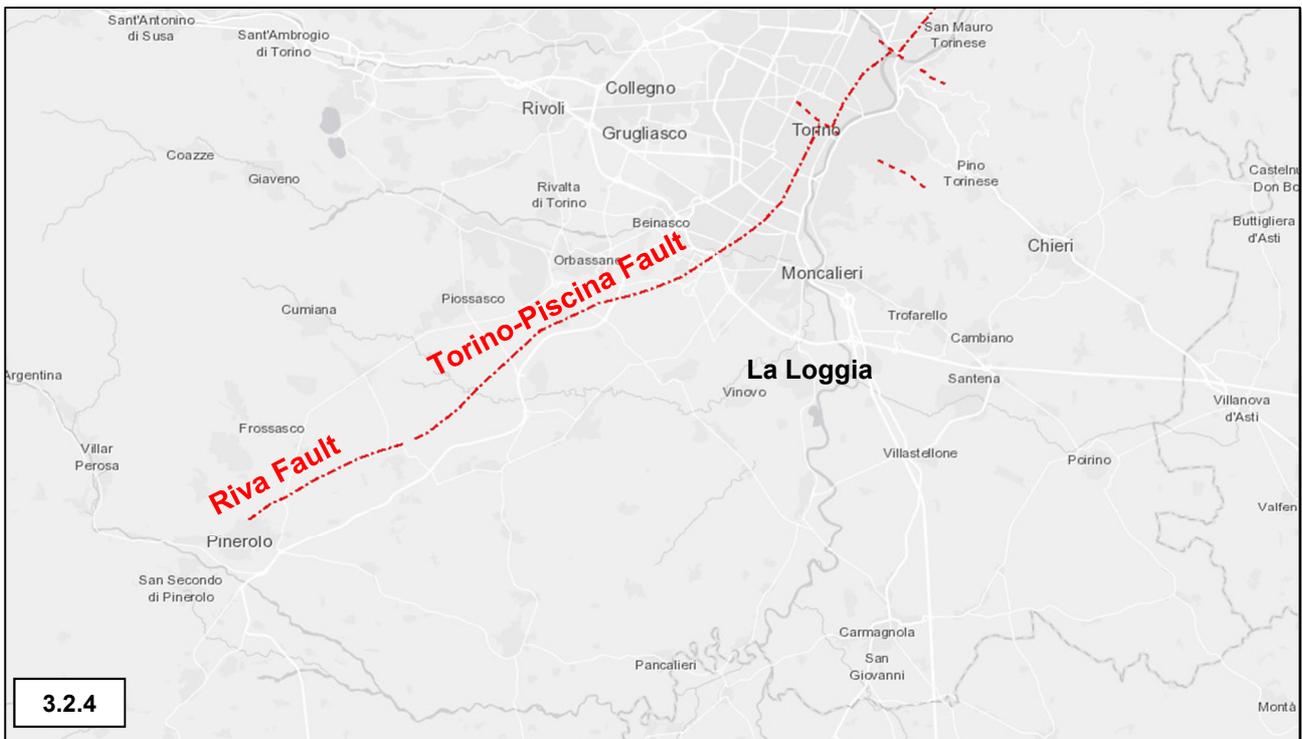
Figura 36. Valori di Mw_{max} corrispondenti ai due insiemi: a) "osservati" (Mw_{max1}); b) "cautelativi" (Mw_{max2}).

Un altro dato importante è desumibile dal "Database of Individual Seismogenic Sources – DISS ver. 3.3.1" (Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi-2008, "The Database of Individual Seismogenic Sources version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology" - Tectonophysics), nel quale sono evidenziate le strutture tettoniche considerate come potenzialmente attive, ovvero in grado di generare terremoti di intensità $M_{MCS} > 5.5$. Come si evince dallo stralcio riportato in Fig. 3.2.3 il Comune di La Loggia è al margine meridionale della Sorgente Composita "ITCS023 - Western Piemonte", un thrust sepolto nord-vergente con direzione di immersione verso Sud-Est, inclinazione di $40^\circ \div 50^\circ$ e $Mw_{MAX} = 7.1$ (stimata da relazioni empiriche); si tratta della porzione più occidentale dell'Arco del Monferrato che è uno dei fronti di sovrascorrimento più esterni dell'Appennino settentrionale. Circa 13-14 km a Sud-Sud-Est è presente la sorgente composita "ITCS178 - Southern Piemonte", anch'essa immergente verso Sud-Est ma meno estesa lungo la direttrice SW-NE e con $Mw_{MAX} = 6.3$.

Parameter	ITCS023 Western Piemonte	ITCS178 Southern Piemonte
Min depth [km]	1	1.5
Max depth [km]	8	8
Strike [deg] min - max	35 - 78	32 - 62
Dip [deg] min - max	40 - 50	40 - 50
Rake [deg] min - max	130 - 155	60 - 120
Slip Rate [mm/y] min - max	0.14 - 0.20	0.14 - 0.20
Max Magnitude [Mw]	7.1	6.3



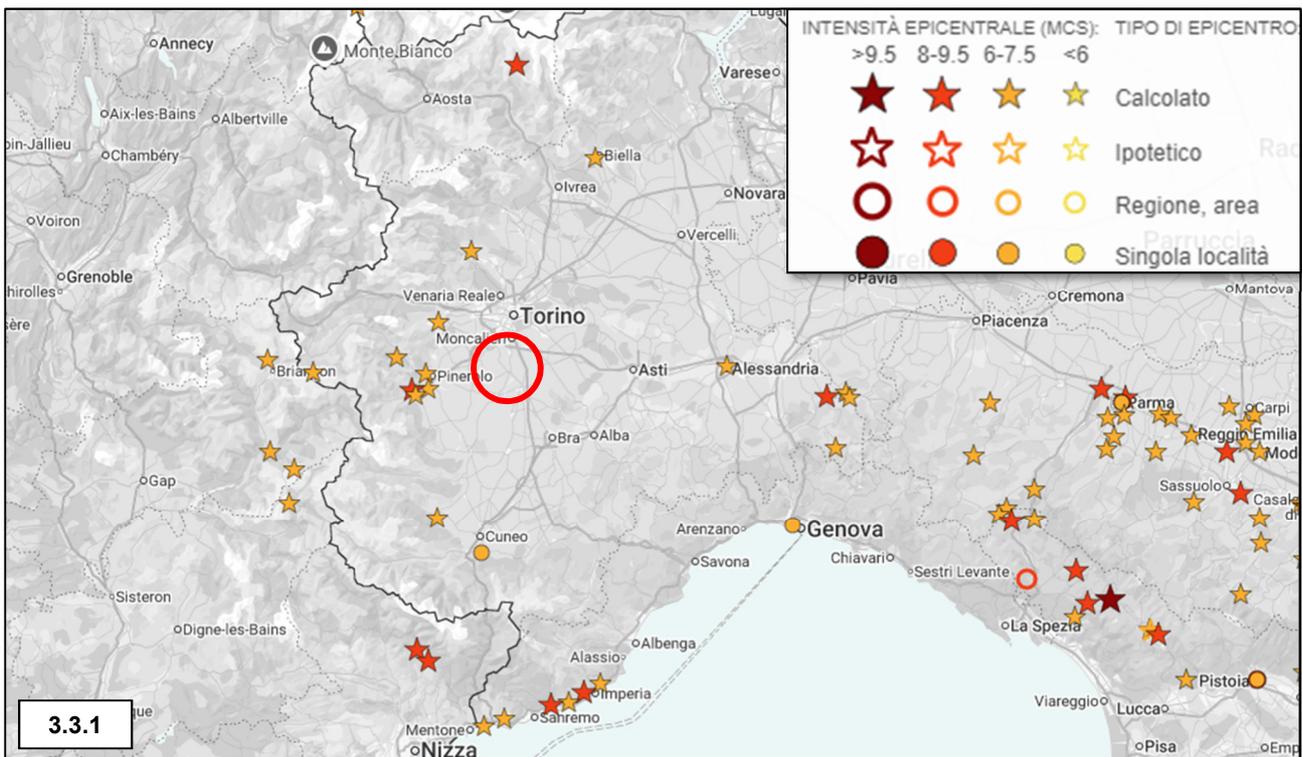
Nel progetto "ITHACA" (Italy HAZARD from CAPable faults, Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, Fig. 3.2.4), il territorio comunale non è direttamente interessato dalla presenza di faglie capaci, ovvero strutture che, durante un terremoto, siano in grado di produrre fagliazione in superficie (dislocazione istantanea verticale e/o orizzontale dei terreni lungo uno o più piani di taglio). Più a Nord (circa 5.5. km) è segnalata la faglia inversa "Torino-Piscina Fault" (e il suo proseguimento a SW "Riva Fault"), che coincide con la ITCS023.



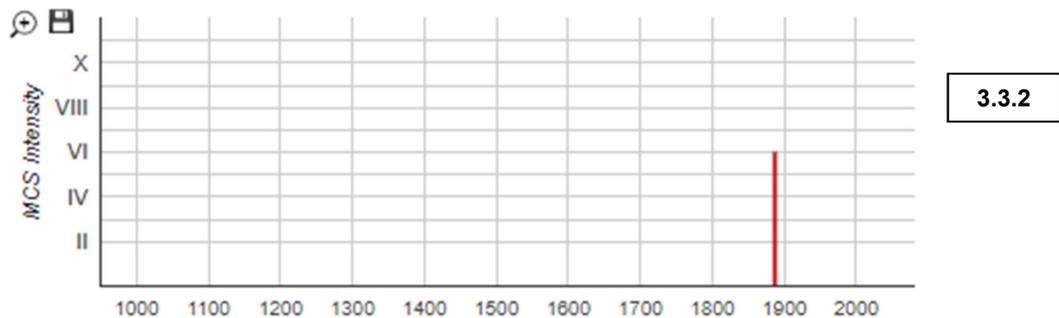
3.3. Sismicità storica

In Fig. 3.3.1 sono riportati gli eventi storici del “CFT15Med - Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C – 1997) e nell’Area Mediterranea (760 a.C – 1500)” i cui riferimenti bibliografici sono:

- Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018) - CFT15Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell’area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5>.
- Guidoboni E., Ferrari G., Tarabusi G., Sgattoni G., Comastri A., Mariotti D., Ciuccarelli C., Bianchi M.G., Valensise G. (2019), CFT15Med, the new release of the catalogue of strong earthquakes in Italy and in the Mediterranean area, Scientific Data 6, Article number: 80 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0091-9>



Interrogando il database per il Comune di La Loggia risulta esserci un solo terremoto che è stato avvertito o ha avuto effetti sul territorio, ovvero quello del 1887 con epicentro nella zona di Caramagna Ligure (grafico e tabella in Fig. 3.3.2).



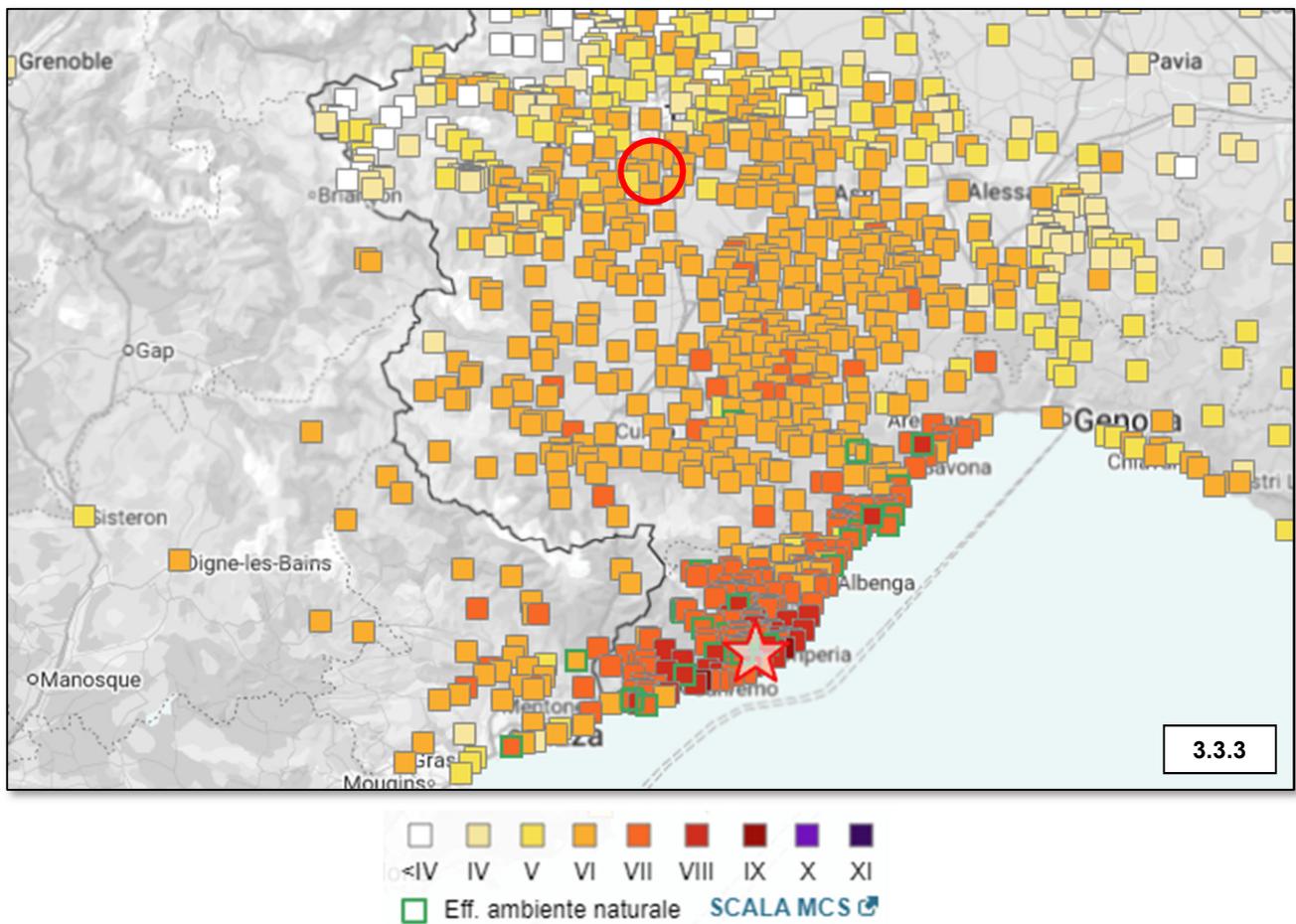
Is	Data	Ora	lo	Imax	NMO	Me	Epicentral area
VI	1887 02 23	05:21:50	9	10	1512	6.3	Liguria occidentale



dove:

- **Is**: intensità macrosismica MCS (scala Mercalli-Cancani-Sieberg)
- **Io**: intensità macrosismica epicentrale MCS
- **Imax**: massima intensità macrosismica MCS
- **NMO**: numero di osservazioni macrosismiche
- **Me**: magnitudo equivalente basata sulle osservazioni macrosismiche

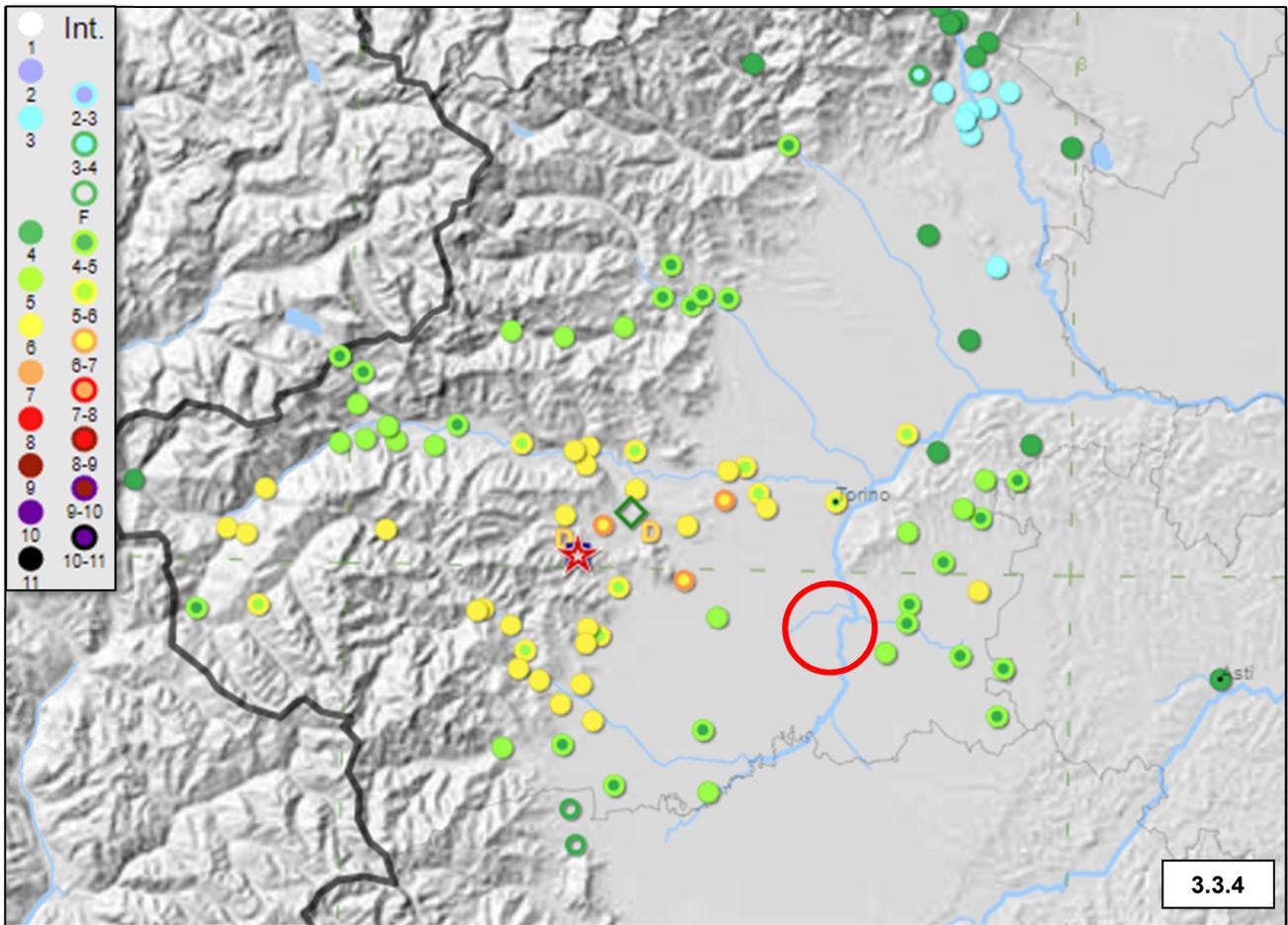
Per quanto concerne gli effetti sul contesto antropico (Fig. 3.3.3), riguardo La Loggia si ha una sola segnalazione: *“Il terremoto fu forte e provocò la caduta di due comignoli e numerose screpolature nei muri”* (da Taramelli T. e Mercalli G., *“Il terremoto ligure del 23 febbraio 1887”*, in *“Annali dell’Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano”*, s.II, vol.8, parte 4, a.1886, pp.331-626, con 4 tavole. Roma).



Esaminando invece l’area dell’arco alpino occidentale e della Liguria (Fig. 3.3.1), si hanno almeno 3 eventi con magnitudo equivalente maggiore o uguale a 6 e oltre 20 eventi con magnitudo equivalente fra 5 e 6; seppure in assenza di dati, è probabile che le scosse del terremoto del 02/04/1808 (epicentro in Val Pellice), siano state avvertite o abbiano causato lievi danni anche sul territorio di La Loggia (considerato che ci sono segnalazioni sia a Torino, sia più ad Est fino ad Asti).

Più recentemente il Comune di La Loggia ha senz’altro risentito del terremoto del 05/01/1980 con epicentro in Comune di Giaveno e con risentimento in tutta l’area torinese (ASMI **“Archivio Storico Macrosismico Italiano**, Fig. 3.3.4).

Is	Data	Ora	Io	Imax	NMO	Mw	Epicentral area
VI-VII	1980 01 05	14:32:26	6-7	6-7	120	4.82	Torinese

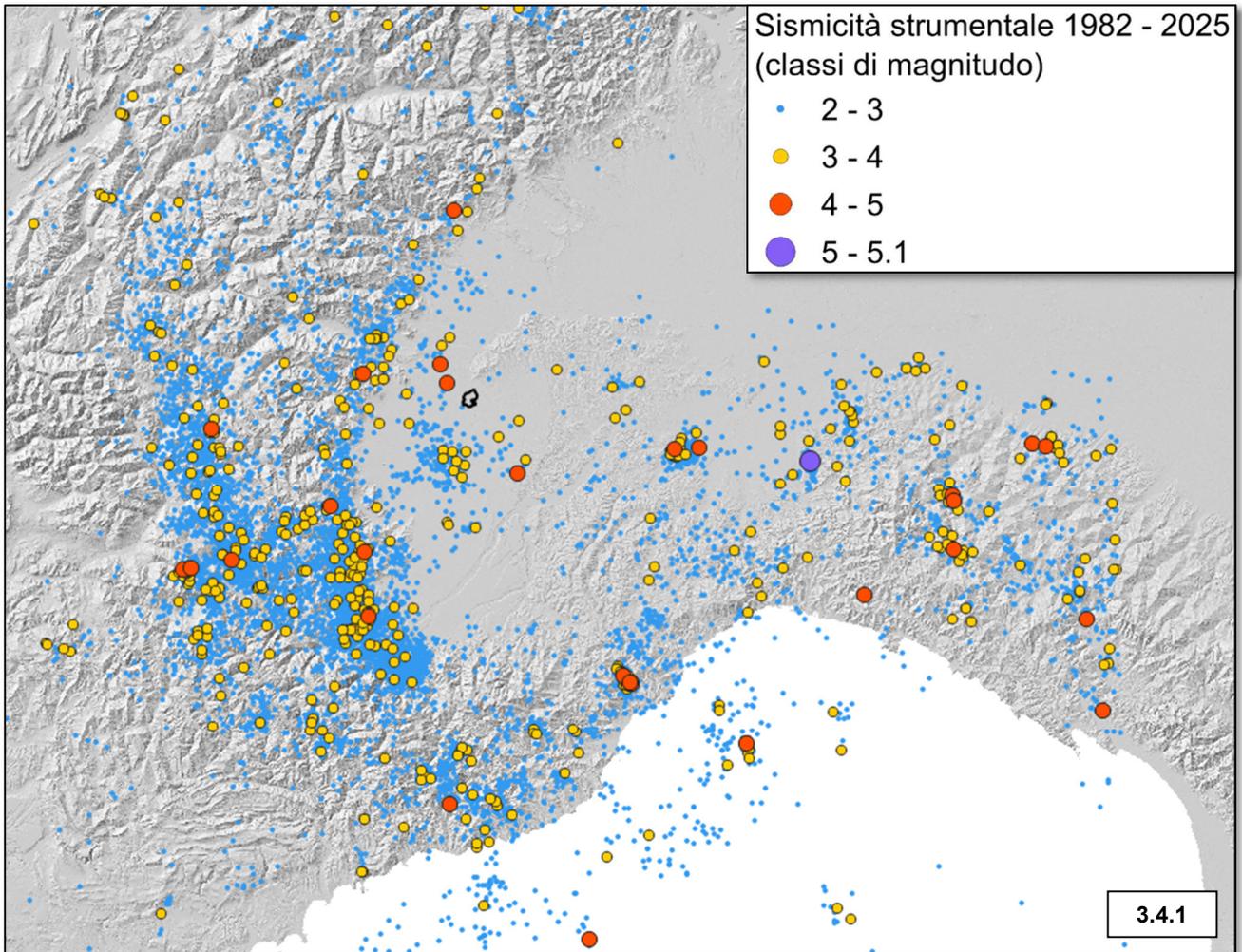


3.4. Sismicità strumentale recente

Per quanto riguarda la sismicità recente strumentale si fa qui riferimento alla banca dati di ARPA Piemonte nella quale sono riportati gli eventi dal 1982 ad oggi (Fig. 3.4.1).

Considerando il territorio della Regione Piemonte e le aree limitrofe della Francia e delle regioni confinanti, risultano n°19 eventi con magnitudo > 4 (tabella 3.4.2):

- quelli con magnitudo superiore a 5 sono il terremoto del 2003 (Carezzano, Md=5.1), e quello del 2014 (Francia, zona di Saint Paul Sur Ubaye, ML=5);
- gli eventi più vicini a La Loggia sono: 1990 (a circa 5.6 km, Nichelino, ML=4.2); 1995 (a circa 10-11 km, Rivalta di Torino, ML=4.1); 2011 (a circa 28 km, Giaveno, ML=4.4); 2009 (a circa 26-27 km, Sommariva Perno, ML=4.2).
- in un raggio di circa 15 km risultano circa 78 eventi con magnitudo comprese fra 2.1 e 4.2 (soprattutto nella zona a SW, nei comuni di Villafranca Piemonte, Faule, Polonghera, Casalgrasso e Racconigi);
- nel territorio comunale non risultano epicentri.



Data e ora	Distretto	Prof. km	Magnitudo	Tipo magnitudo
2003/04/11 09:26:57.000	-	0.5	5.1	Md
2014/04/07 19:26:59.000	Alpi Cozie	5	5	ML(Mwa2)
2000/08/21 17:14:28.000	Monferrato	1	4.9	ML(Md)
1991/02/11 15:43:42.000	Alpi Cozie	0	4.7	ML(Md)
2001/07/18 22:47:06.000	-	16.1	4.6	Md
1993/07/17 10:35:00.000	Riviera di Ponente	7	4.5	ML(Md)
2012/02/26 22:37:55.000	Alpi Cozie	2	4.4	ML(Mwa2)
2011/07/25 12:31:20.000	Alpi Cozie	20	4.4	ML(Mwa1)
1994/01/20 06:59:14.000	Alpi Cozie	9	4.3	ML(Md)
1993/03/15 23:43:29.000	Alpi Cozie	4	4.3	ML(Md)
1987/07/03 10:46:57.000	Alpi Cozie	1	4.3	ML(Md)
2009/04/19 12:39:50.000	Langhe	54.2	4.2	ML(Mwa1)
1993/07/17 05:46:05.000	Riviera di Ponente	7	4.2	ML(Md)
1990/02/11 07:00:37.000	Zona Torino	7	4.2	ML(Md)
2024/12/09 10:41:21.000	Alpi Cozie	14	4.1	ML(Mwa2)
2006/09/02 01:21:30.000	-	8.8	4.1	Md
1998/04/11 11:05:01.000	Alpi Cozie	13	4.1	ML(Md)
1995/11/21 04:04:34.000	Zona Torino	0	4.1	ML(Md)
1993/12/25 10:42:57.000	Riviera di Ponente	0	4.1	ML(Md)



4. CARTA DELLE INDAGINI

4.1. Raccolta ed analisi dei dati

Le fonti utilizzate per la raccolta dei dati sono:

- le relazioni geologiche, geotecniche e sismiche relative ad interventi pubblici e privati, messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico del Comune (con aggiornamento ad agosto 2025) e/o fornite da professionisti contattati direttamente;
- la Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte;
- il "Catasto derivazioni, pozzi e sorgenti" della Città Metropolitana di Torino;

La tabella che segue riassume la totalità dei siti interessati dai documenti consultati (in alcuni casi lo stesso dato è riportato da due o più fonti, talvolta con ubicazioni difformi), cui si aggiungono le indagini eseguite in questa sede da Techgea Srl.

Fonte	n° siti
U.T. Comune di La Loggia / professionisti	12
Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte	48
Catasto derivazioni, pozzi e sorgenti CMTO	17
Ufficio Sismico Regione Piemonte	13
<i>Tot.</i>	90

I documenti, soprattutto quelli delle relazioni reperite presso l'U.T, sono stati sottoposti ad una prima verifica speditiva con esclusione di quelli privi di dati utili (con il contributo del Geol. P. Quagliolo incaricato per gli aspetti geologici della Variante al PRG), e poi georiferiti in ambiente GIS. Successivamente si è proceduto all'analisi di dettaglio e con una ulteriore selezione in funzione della significatività e della distribuzione spaziale, escludendo:

- i dati non chiaramente ubicati o non sufficientemente documentati;
- i dati di dubbia interpretazione o non significativi ai fini della MZS;
- alcuni dati simili o identici e molto ravvicinati (pertanto anche difficilmente rappresentabili alla scala di lavoro).

4.2. Compilazione del database

I dati di cui sopra sono stati inseriti nel database delle indagini previsto dagli ICMS, che in sintesi comprende:

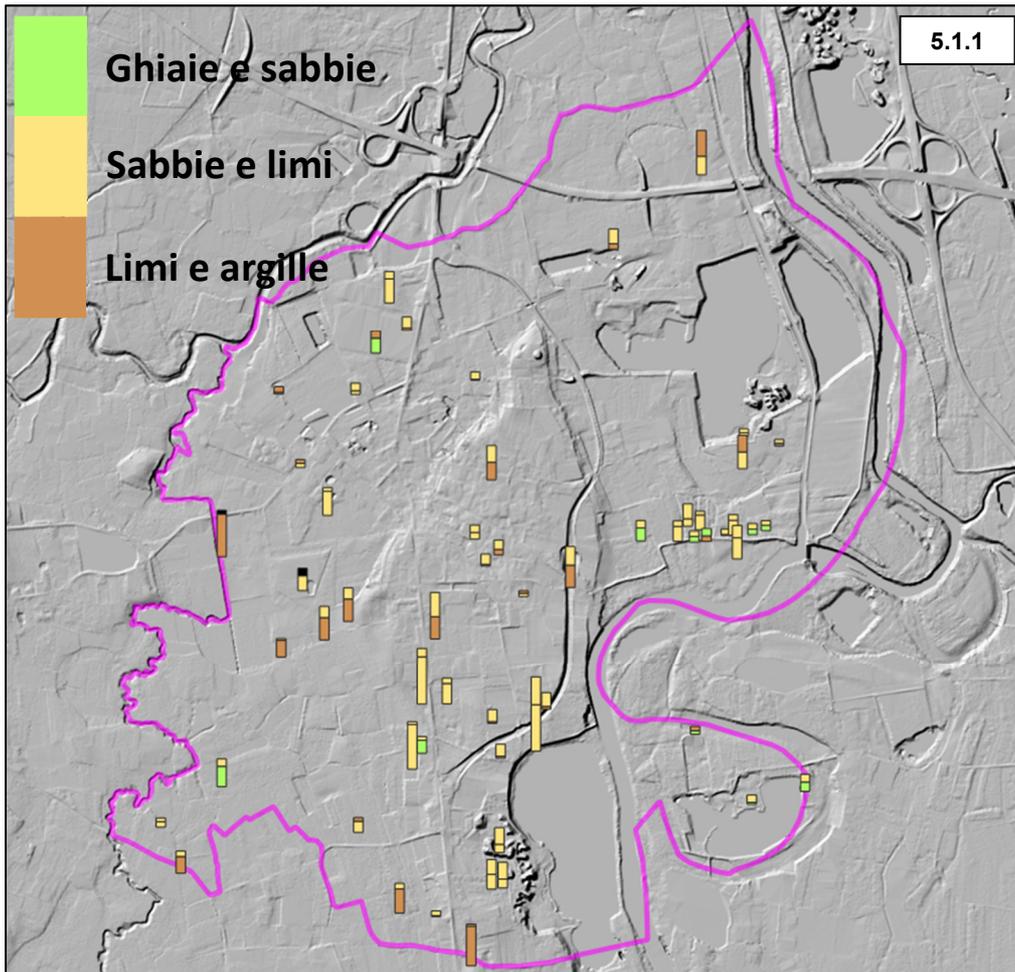
Dati	n°
Siti puntuali	87
Indagini puntuali	97
Parametri puntuali	119
Ulteriori tabelle di parametri puntuali	68
Siti lineari	8
Indagini lineari	8
Parametri lineari	62
Documenti in PDF	95

I documenti relativi ai singoli siti puntuali e lineari sono riportati sia nella cartella "Indagini \ Documenti" prevista dagli ICMS, sia nell'Allegato 1 alla presente relazione dove sono assemblati in un unico file.

5. CARTA GEOLOGICO - TECNICA

5.1. Assetto geologico - tecnico

Per la stesura della carta si è tenuto conto dei dati geologici di cui al Cap. 2, degli elaborati geologici del PRG (“Carta geologica” e “Carta litotecnica”, Geol. S. Accotto 2010) e delle stratigrafie disponibili. Al fine di caratterizzare il territorio sotto il profilo geologico - tecnico sono state condotte varie analisi sui dati raccolti per la Carta delle indagini, sia relativamente alle stratigrafie più profonde (essenzialmente quelle dei pozzi), sia per i depositi più superficiali (alcuni sondaggi a carotaggio continuo e solo un paio trincee esplorative); a titolo esemplificativo in Fig. 5.1.1 si riporta l’analisi dei primi due strati).



Dall’analisi è risultata una forte variabilità nella distribuzione dei litotipi, connessa soprattutto all’ambiente genetico fluviale (caratterizzato da eteropie di facies laterali e verticali, presenza di interdigitazioni e corpi sedimentari lentiformi), ma anche alla scarsa affidabilità e alla difficoltà di interpretazione di una parte dei dati disponibili (soprattutto i pozzi che spesso riportano descrizioni sommarie o poco verosimili dei litotipi attraversati, anche a causa della tecnica di perforazione a distruzione). In tal senso non è possibile perimetrare aree caratterizzate da depositi o stratigrafie tipo ben distinte, anche perché in molti casi si hanno stratigrafie molto vicine ma assolutamente non correlabili.

Dall’esame dei dati si può comunque evidenziare che:

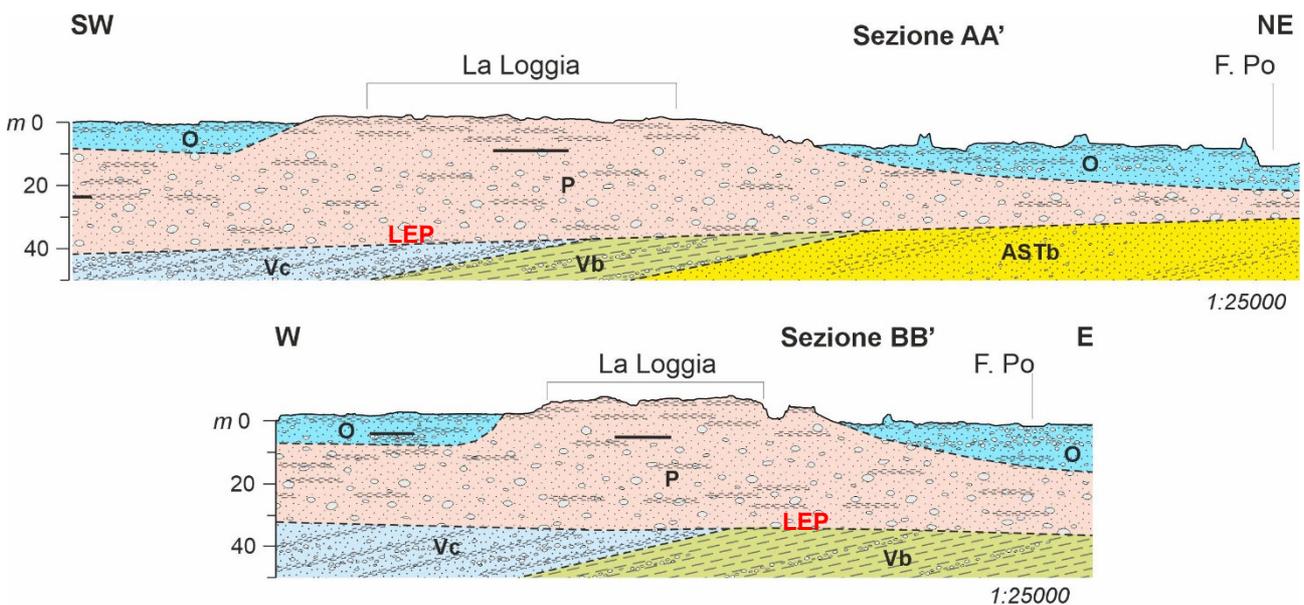
- praticamente tutto il territorio è interessato dalla presenza in superficie depositi prevalentemente fini sabbioso - limosi e sabbiosi;
- al di sotto compaiono più che altro depositi sabbioso - ghiaiosi (sabbia con ghiaietto / ghiaia sparsa), e meno frequentemente ghiaie - sabbiose o anche “argille”;



- nel settore settentrionale alcune stratigrafie descrivono la presenza in profondità di sabbie con fossili riferibili alle "Sabbie di Asti" plioceniche;
- nel settore centrale e meridionale, anche a causa della convergenza di facies, le stratigrafie non consentono di correlare in modo affidabile il limite dei depositi villafranchiani (i livelli descritti come "argille blu", "tufo" o simili compaiono spesso a profondità molto diverse anche in pozzi relativamente vicini);

Nella stesura della Carta geologico - tecnica si è valutato opportuno rimarcare la presenza dei depositi sabbioso - limosi nei primi metri, pertanto buona parte del territorio è classificata come **SMpi e SMtf** ("sabbie limose, miscela di sabbia e limo", ambiente genetico "piana inondabile" e "terrazzo fluviale"). Lungo il F. Po (e in un settore oggetto di attività estrattiva) i depositi sono stati distinti e classificati come **GMpi** ("miscela di ghiaia sabbia e limo", ambiente genetico "piana inondabile"), al fine di evidenziarne la componente ghiaiosa, ma sono presenti variazioni granulometriche con presenza di depositi di tipo SM; come si vedrà nel seguito tale distinzione non è stata considerata come significativa ai fini della definizione delle MOPS.

In Fig. 5.1.2 sono rappresentate le due sezioni tipo; si sottolinea che nelle sezioni si è tenuto conto soprattutto di quanto proposto nel citato studio del 2024 di A. Irace & *al.ii*, soprattutto per quanto concerne lo spessore dei depositi fluviali olocenico - pleistocenici e l'andamento dei limiti sepolti delle Sabbie di Asti e del Villafranchiano (l'esagerazione verticale della scala accentua l'inclinazione degli strati al di sotto della discontinuità "LEP").



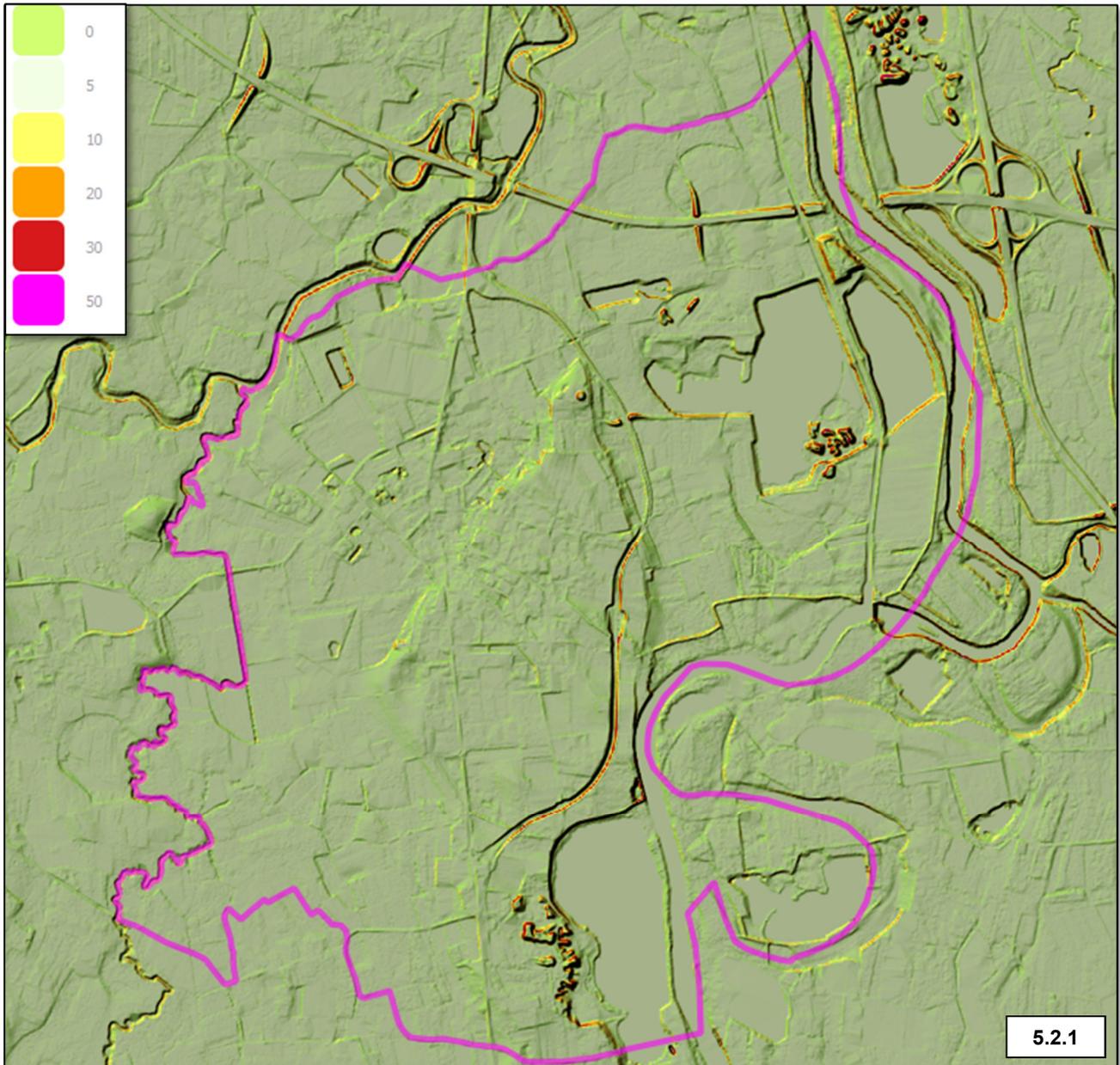
- O** Sabbie limose e sabbie, con livelli limosi e argillosi, passanti verso il basso a sabbie - ghiaiose; locali lenti torbose. Depositi fluviali, Olocene - attuale.
- P** Depositi prevalentemente ghiaioso - sabbiosi con lenti sabbioso - limose e argillose; in superficie è presente un livello di sabbioso - limoso di potenza metrica. Depositi fluviali, Pleistocene medio.
- Vc** Ghiaie sabbiose grossolane alternate a livelli limoso argillosi. "Villafranchiano c", Depositi fluviali, (Gelasiano - Calabriano) Pleistocene inferiore.
- Vb** Argille limose alternate a ghiaie e ciottoli sabbiosi, Depositi fluviali e lacustri / palustri, "Villafranchiano b", (Piacenziano) Pliocene superiore.
- ASTb** Sabbie e arenarie omogenee, di colore da giallastro a grigio, a grana fine o grossolane. Depositi marini di piattaforma o costieri, "Sabbie di Asti", (Piacenziano) Pliocene superiore.

— Livelli di torba segnalati - - - - Limiti presunti

5.1.2

5.2. Forme di superficie e sepolte

Per gli elementi geomorfologici (paleoalvei dei corsi d'acqua e orli di scarpata dei terrazzi fluviali), si è fatto riferimento sia alle analisi già condotte nell'ambito degli studi geologici del PRG, sia all'analisi morfologica sul DTM ICE della Regione Piemonte (passo 5 m), sia alla cartografia storica. Il territorio di La Loggia è prevalentemente pianeggiante o caratterizzato da piccoli dislivelli poco evidenti e spesso obliterati dagli interventi antropici; in Fig. 5.2.1 è rappresentata la carta dell'acclività (espressa in gradi), dove si osserva che le pendenze maggiori sono quelle in corrispondenza delle scarpate dei rilevati antropici, delle sponde dei corsi d'acqua e di alcune scarpate di terrazzo.



Per quanto riguarda le scarpate di terrazzo è emerso che in genere non raggiungono i 10 m di dislivello (limite minimo previsto dagli standard ICMS), salvo un breve tratto ad Est di Cascina Margherita; in generale comunque il ciglio non è netto e il pendio è dolce e mediamente inferiore ai 15° indicati nelle NTC2018 per le amplificazioni topografiche (categoria T1).



6. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) viene realizzata sulla base degli elementi predisponenti alle amplificazioni e alle instabilità sismiche.

Nel caso del territorio in esame le informazioni che compongono l'elaborato sono le "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali", le "Forme di superficie e sepolte" e le ubicazioni delle "misure di rumore ambientale"; per quanto concerne le "Zone di attenzione per le instabilità" si rimanda la Par. 6.4 dove si affronta la problematica del rischio liquefazione.

6.1. Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Le "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" sono quelle dove il moto sismico è può essere amplificato per effetto della stratigrafia del sottosuolo e/o della morfologia locale. Nell'ambito della Microzonazione di livello 1 vengono dunque individuate microzone qualitativamente omogenee sulla base dei dati disponibili: solo nella microzonazione di livello 2 e 3 è prevista una "quantificazione" espressa come fattore di amplificazione "Fa".

Per quanto concerne le amplificazioni topografiche nel Par. 5.2 è già stato evidenziato come il territorio comunale sia pianeggiante, e che le scarpate di terrazzo e i pendii presenti sono caratterizzati da altezze e pendenze contenute, con ciglio spesso poco netto.

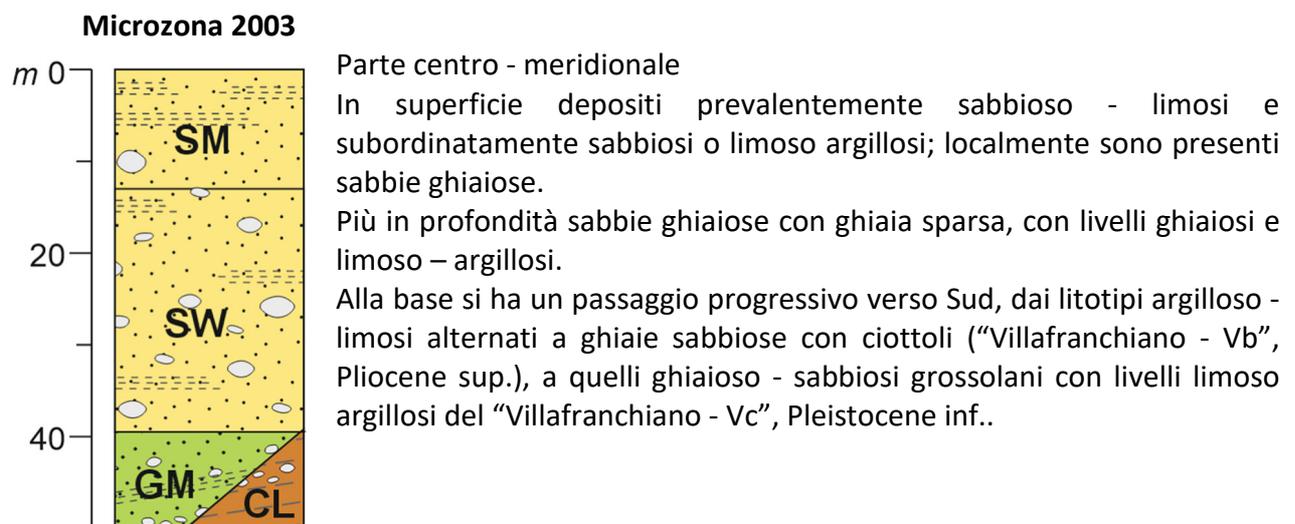
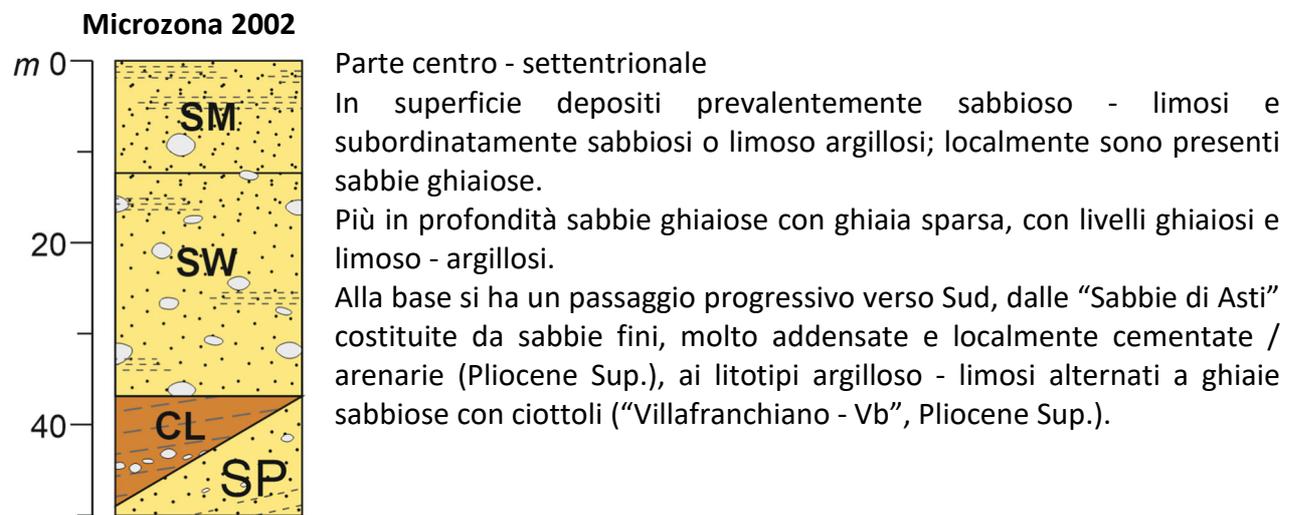
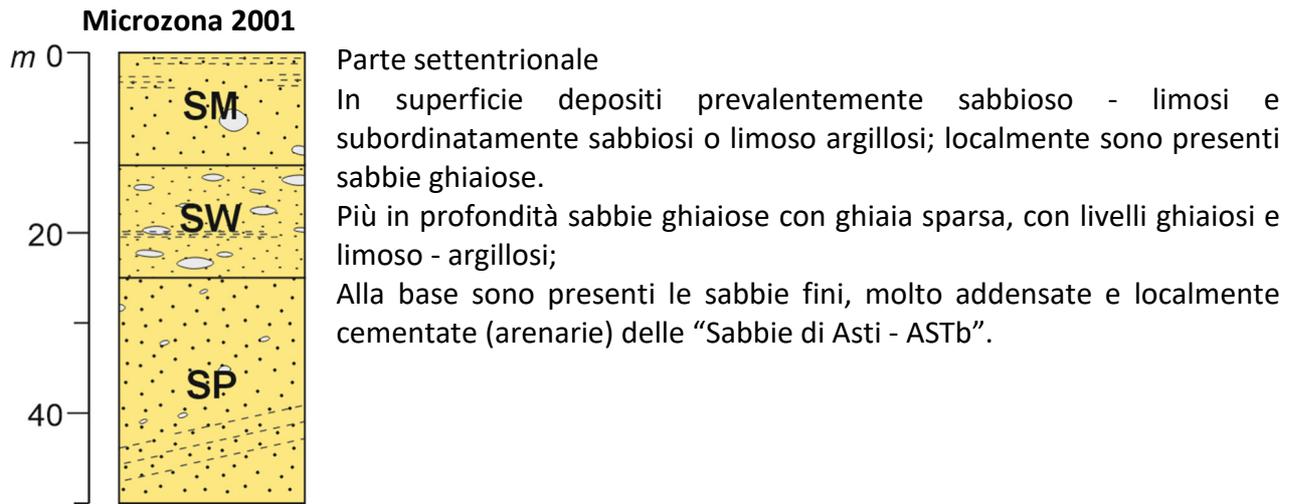
La definizione delle tre microzone descritte di seguito è stata effettuata sulla base dei dati di sottosuolo, individuando le "stratigrafie tipo" che comunque sono caratterizzate da significative variazioni litologiche alla piccola e media scala connesse alla presenza di eteropie laterali e verticali, lenti ed interdigitazioni tipiche dell'ambiente deposizionale fluviale con alternanze facies di alta e bassa energia, episodi erosionali, migrazioni laterali degli alvei, etc..

Nello specifico si evidenzia che:

- in tutto il territorio prevalgono in superficie depositi fini sabbioso - limosi e subordinatamente sabbiosi o limoso argillosi;
- al di sotto si riscontra una maggiore variabilità di facies che risultano difficilmente correlabili e perimetrabili arealmente con i dati disponibili: da quelle sabbiose e sabbioso - ghiaiose (soprattutto con ghiaia sparsa e ghiaia medio fine, ad eccezione di alcune aree lungo il F. Po dove localmente sono presenti anche depositi più francamente ghiaiosi), a quelle limose e argillose, talora con livelli di torba;

pertanto, il criterio adottato nella definizione delle microzone è stato basato sulla natura e la profondità del substrato pliocenico e del Pleistocene inferiore (astiano e villafranchiano), facendo riferimento soprattutto al citato studio di A. Irace e al.ii del 2024 (cfr. Par. 2.2), ma confrontando con le poche stratigrafie sufficientemente profonde ed affidabili. Si ritiene che tale approccio sia utile ad evidenziare la presenza in profondità di depositi generalmente più addensati e/o consistenti.

Di seguito si descrivono nel dettaglio le singole microzone che sono del tutto analoghe nei primi 25 m, per poi differenziarsi in base alla profondità e alla natura dei depositi "astiani" e "villafranchiani".

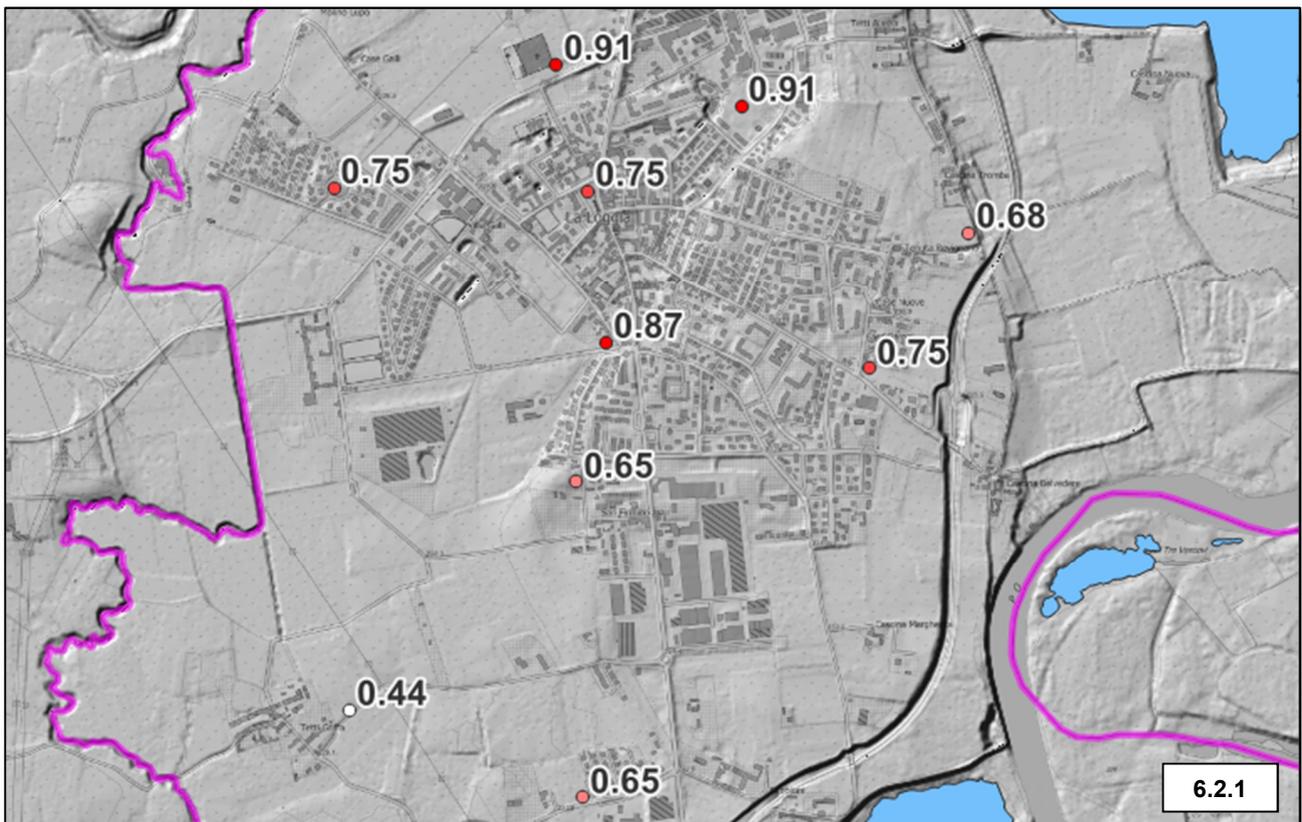


6.2. Misure di rumore ambientale

Nel territorio di La Loggia non sono disponibili misure di rumore ambientale, pertanto si è proceduto all'esecuzione di n°10 HVSr (Techgea Srl, agosto 2025, Allegato 2). Dall'esame del report, al quale si rimanda per ogni approfondimento, è emerso che le "Le misure di rumore sismico ambientale hanno evidenziato curve del rapporto spettrale H/V in buona parte dei casi corrette e solo parzialmente affette da disturbi" e che "la correlazione dei picchi misurati con una medesima interfaccia

stratigrafica responsabile della risonanza di sito è complessa a causa della variabilità dei massimi stessi. Tuttavia si ritiene possibile utilizzare il valore di 0.87 Hz come stima qualitativa del periodo fondamentale di vibrazione di sito” (prova S06, l’unica che soddisfa appieno i criteri SESAME ed evidenzia un picco chiaro con possibile risonanza). In generale tali risultati indicano la presenza di un sottosuolo piuttosto “dissipativo” con scarsa tendenza a fenomeni di amplificazione; dai risultati è emerso che “è possibile stimare uno spessore delle sequenze sedimentarie pari o superiore ai 90 metri dal p.c.”.

Fermo restando quanto sopra precisato, in Fig. 6.2.1 sono riportati tutti i valori di f_0 , compresi in un range di $0.44 \div 0.91$ Hz (con una approssimativa tendenza ai valori leggermente più alti nella parte settentrionale), ma il numero di dati, e la distribuzione non consentono l’elaborazione di una carta degli f_0).



6.3. Zone di attenzione per le instabilità - liquefazione

Facendo riferimento alla pubblicazione “Pratiche correnti per le analisi di suscettibilità alla liquefazione negli studi di microzonazione sismica di livello 3” (S. Amoroso, L. Minarelli, A. Pagliaroli & N. Salvatore, CentroMS – CNR, 2024), il fenomeno della liquefazione può essere definito come “la perdita parziale o totale della resistenza al taglio e della rigidità in un terreno non coesivo saturo poco addensato a causa dell’incremento della pressione interstiziale indotto da azioni cicliche e dinamiche in condizioni non drenate” e gli effetti in superficie sono ad esempio “la fuoriuscita di acqua con espulsione di limo/sabbia/ghiaia (vulcanelli, crateri, fessure di espulsione), abbassamenti e sollevamenti del terreno, movimenti orizzontali, movimenti di masse fluide e/o collasso di pendii naturali e artificiali, che in presenza di manufatti si traducono in perdita di capacità portante delle fondazioni e cedimenti/rotazioni/collassi”.

Nell’ambito della Microzonazione di Livello 1 si procede ad una prima valutazione dei fattori predisponenti, finalizzata alla eventuale individuazione di Zone di Attenzione per Liquefazione (“ZALQ”) in conformità con quanto previsto dagli standard ICMS.

Di seguito si prendono in esame i fattori predisponenti e le condizioni per lo sviluppo di fenomeni di liquefazione con riferimento alla DGR 8-905/2025 (Annesso III, Cap. 7 “Approfondimenti”, punti **C1**, **C2** e **C3**), che in parte corrispondono anche ai parametri per l’*Esclusione della verifica a liquefazione* previsti dalle NTC2018 (§7.11.3.4.2).

6.3.1. C1 - Litologia

FATTORE PREDISPONENTE: “Nella successione litologica sono presenti orizzonti di terreni non coesivi saturi (limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose, sabbie ghiaiose, sabbie argillose e ghiaie sabbiose) ad una profondità inferiore a 20 m dal p.c.”.

Come emerso dalle stratigrafie, il territorio di La Loggia è interessato nella quasi totalità dalla presenza in superficie di terreni sabbiosi o sabbioso limosi, e al di sotto da alternanze ghiaioso-sabbiose con lenti e livelli sabbioso – limosi o limoso - argillosi.

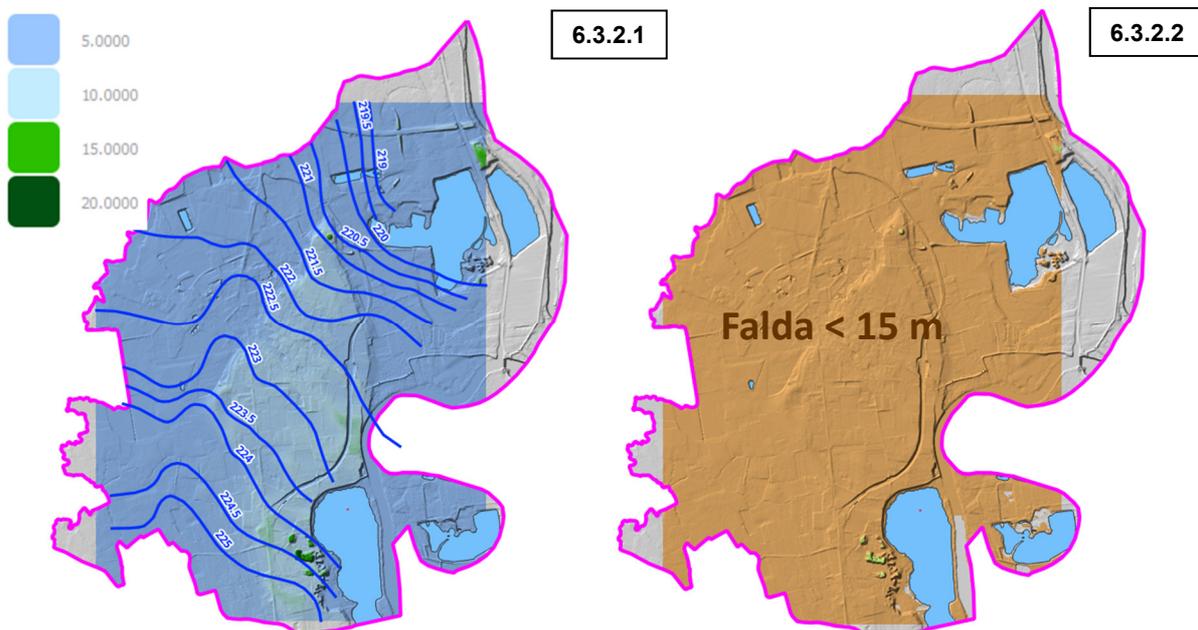
Non ci sono dati granulometrici disponibili, pertanto l’eventuale verifica rispetto ai fusi granulometrici di riferimento deve essere rimandata in sede di progettazione degli interventi secondo quanto disposto dalle NTC2018.

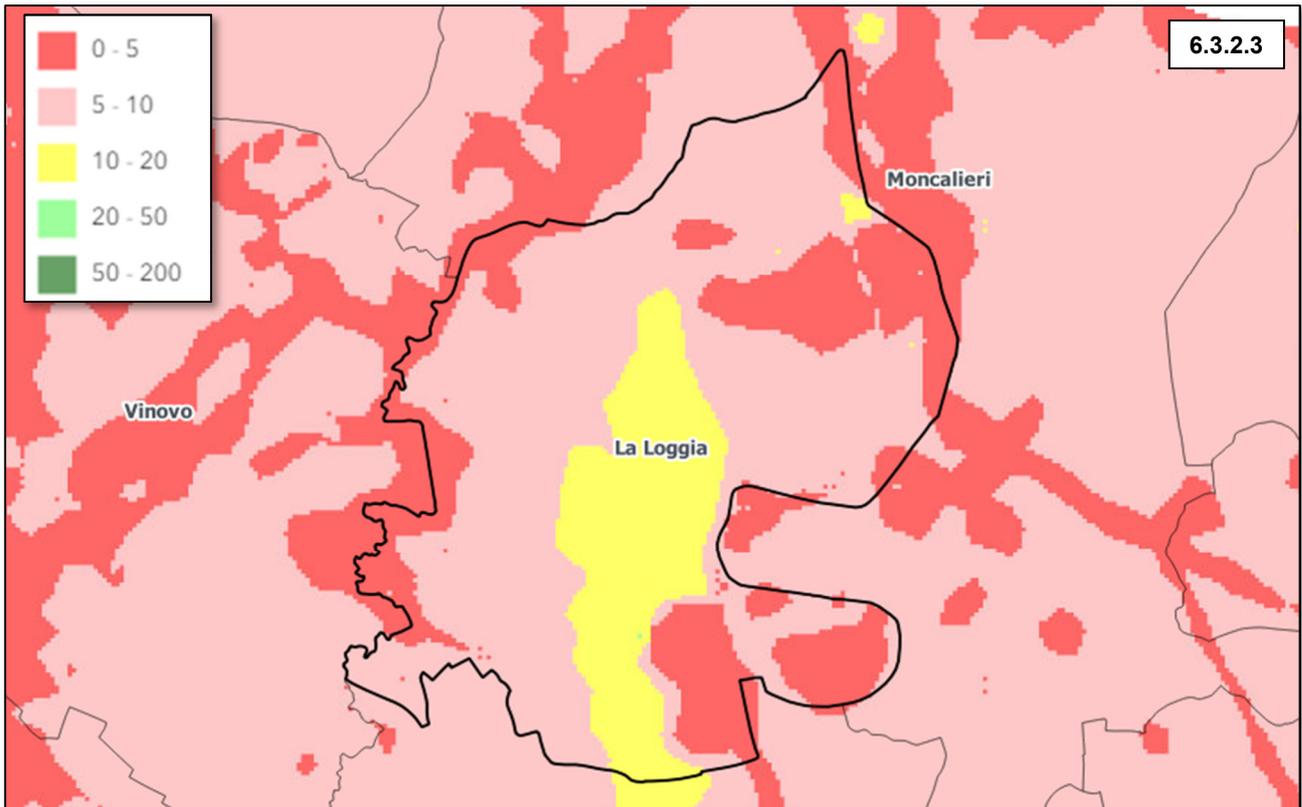
6.3.2. C2 - FALDA

FATTORE PREDISPONENTE: “La falda acquifera deve essere ad una profondità media stagionale inferiore a 15 m dal p.c.”. Per la valutazione della profondità della falda si è proceduto come segue:

- digitalizzazione delle curve isopiezometriche (Fig. **6.3.2.1**) riportate nella “Carta geoidrologica” degli elaborati geologici per l’adeguamento al PAI del PRG (Geol. S. Accotto, 2010);
- dal DTM ICE è stato sottratto il raster di interpolazione della piezometria, ottenendo il dato raster della soggiacenza in metri dal piano campagna (Fig. **6.3.2.1**);

da cui risulta (Fig. **6.3.2.2**) che praticamente tutto il territorio comunale è interessato dalla presenza della falda entro in primi 15 m. Si precisa che i valori di soggiacenza sono solo indicativi, in quanto le quote di riferimento del piano campagna utilizzate per la ricostruzione piezometrica negli studi per il PRG possono non essere coerenti con quelle del DTM ICE; in generale comunque il dato è confermato anche dal tematismo “Soggiacenza della falda superficiale” alla scala 1:250000 di ARPA Piemonte (Fig. **6.3.2.3**), e dai dati dei pozzi e sondaggi.



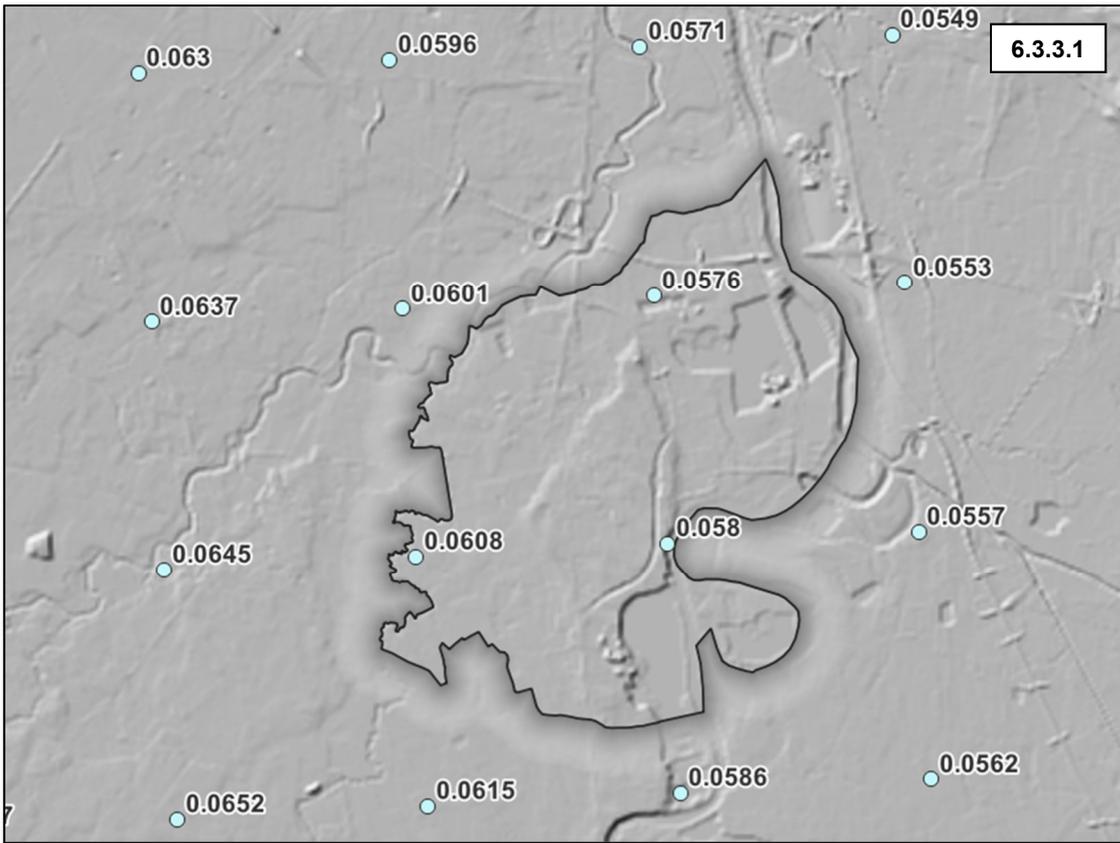


6.3.3. C3 - a_{MAX} e MAGNITUDO

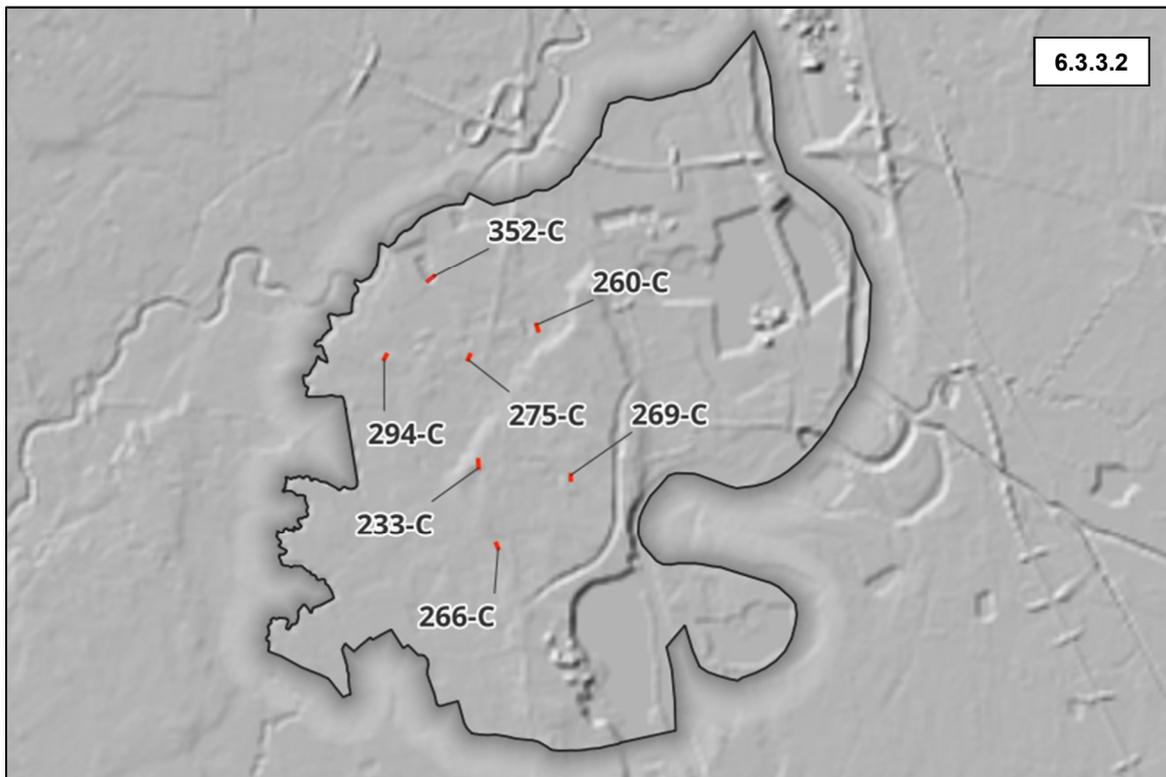
FATTORE SCATENANTE: *“Gli eventi sismici attesi al sito devono essere caratterizzati da valori magnitudo $M_w \geq 5$ ($I_rif \geq VII$) e da un’accelerazione in superficie di riferimento $a_{max} \geq 0,1 g$ ($I_{MCS} \geq VII$)”.*

Come recentemente precisato dal Settore Sismico regionale, *“non essendo generalmente disponibili in questo livello di approfondimento studi specifici sull’amplificazione, si potrà utilizzare quale valore di soglia minima per la condizione C3 il solo valore della magnitudo”.* In prima analisi è stata comunque fatta una valutazione sui valori di a_{max} , ovvero dell’accelerazione massima in superficie in condizioni di campo libero, indicativa dell’entità dello scuotimento sismico (Albarello, 2014, Atti del Convegno Nazionale del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida), il cui valore deriva da a_g (accelerazione di picco su suolo rigido e piatto per un tempo di ritorno di 475 anni), moltiplicato per i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica (rispettivamente la “categorie di sottosuolo” e le “categorie della superficie topografica” per l’approccio semplificato previsto dalle NTC2018).

In Fig. **6.3.3.1** sono riportati i valori di $a_g(g)$ per $T_r=475$ anni (che ai sensi delle NTC2018 è riferibile ad edifici ordinari di Classe d’uso II e vita nominale $V_n=50$ anni), desunti dalla Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (“MPS04”, Meletti C., Montaldo V., 2007 *“Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di a_g ”*. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2); i valori di $a_g(g)$ ricadono nel range 0.0553 - 0.0615.



In Fig. 6.3.3.2) sono riportati invece i valori di $V_{s,eq}$ (o $V_{s,30}$) desunti dai dati delle MASW disponibili: come si vede i valori variano da un minimo di 233 m/s ad un massimo di 352 m/s), quindi sempre in **Categoria di Sottosuolo C** ai sensi delle NTC2018.

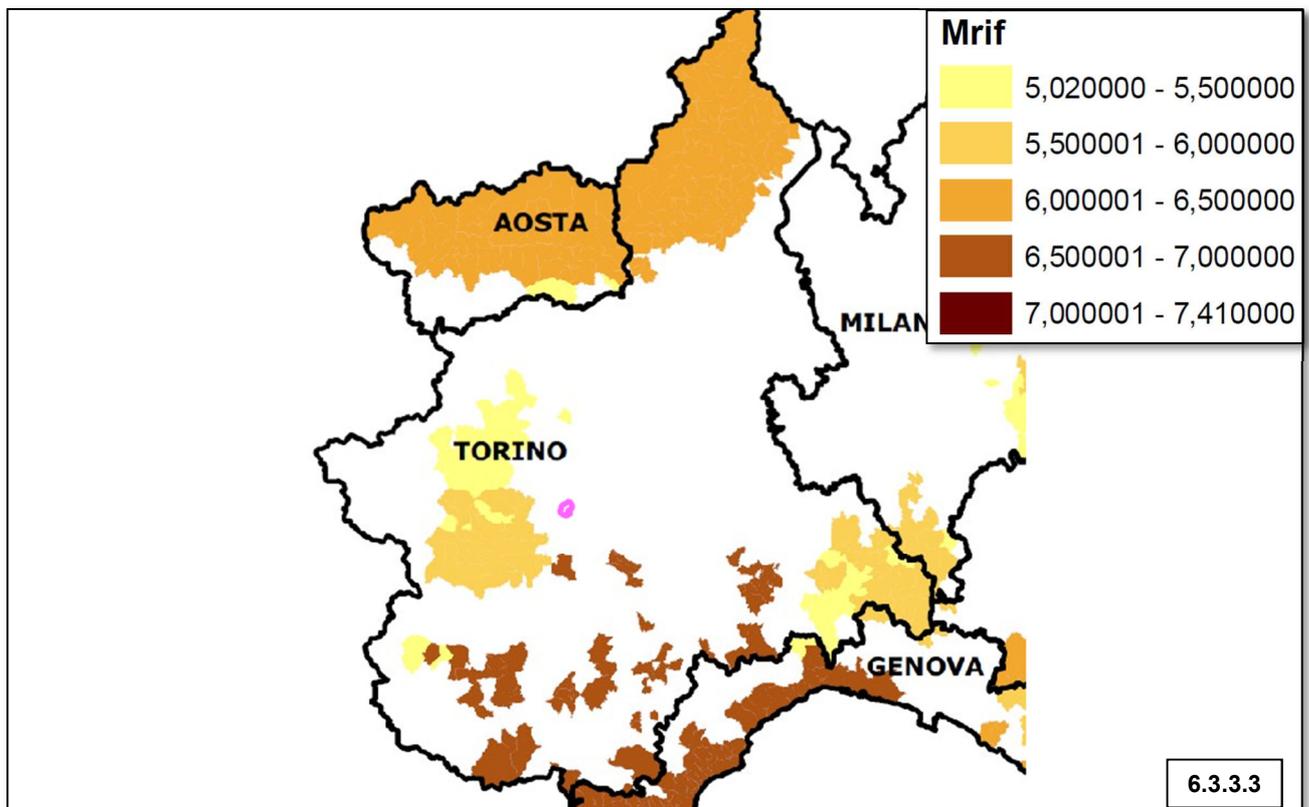




Per una valutazione di massima sono stati considerati n°6 punti distribuiti sul territorio, sui quali calcolare a_{max} con Categoria topografica "T1" e Categoria di sottosuolo "C"; i valori ottenuti (tabella seguente) indicano che i valori di $a_{max}(g)$ non raggiungono mai la soglia di 0.1(g), ma vi si avvicinano soprattutto nei settori meridionali ed occidentali (per effetto dei valori di a_g che crescono avvicinandosi al bordo alpino e alla Zona Sismogenetica n°908 "Piemonte").

Settore	a_g (g)	a_{max} (g)
N	0.058	0.087
NE	0.055	0.082
NW	0.060	0.090
Centro	0.060	0.090
SW	0.062	0.093
SE	0.061	0.091

Per la stima della magnitudo, fra i vari metodi proposti si è fatto riferimento a quello implementato nel codice SASHA (2008, D'Amico & Albarello, "SASHA: a computer program to assess seismic hazard from intensity data". Seism. Res. Lett., 79, 5, 663-671), che consiste in un'analisi di disaggregazione statistica volta ad identificare gli eventi sismici del passato più rappresentativi della pericolosità locale. In Fig. 6.3.3.3 si riporta uno stralcio della mappa a scala nazionale con la magnitudo di riferimento, dove il comune di La Loggia non è fra quelli con magnitudo maggiore di 5.



In sintesi, sul territorio comunale sussistono i fattori predisponenti (C1 litologia e C2 falda), ma in linea di massima non è verificato il fattore scatenante (C3, magnitudo e/o a_{max}): per tale ragione si è ritenuto di non inserire la Zona di Attenzione per Liquefazione (ZA_{LQ}).



Considerate le incertezze e i valori limite di a_{max} , si ritiene opportuno porre l'attenzione sull'importanza di effettuare, in sede di progettazione degli interventi sul territorio comunale, gli accertamenti necessari e comunque già previsti dalle NTC2018; in particolare sarà necessario:

- verificare puntualmente il valore di a_{max} sulla base di indagini specifiche e commisurate all'importanza dell'intervento (minimo n°1 indagini MASW o down-hole);
- qualora risulti superato il valore di 0.1(g) di a_{max} , e verificata puntualmente la soggiacenza della falda, occorrerà procedere con indagini geotecniche specifiche finalizzate all'individuazione di *“orizzonti di terreni non coesivi saturi (limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose, sabbie ghiaiose, sabbie argillose e ghiaie sabbiose) ad una profondità inferiore a 20 m dal p.c.”* (cfr. *“Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazioni LQ”* e DGR 8-905/2025 Annesso III) e per le verifiche previste dalle NTC2018;
- qualora si accerti un effettivo rischio di liquefazione, si dovrà procedere con metodi di mitigazione mediante interventi di miglioramento delle caratteristiche del terreno e/o interventi di diminuzione della vulnerabilità per la prevenzione del danno (fondazioni profonde, rinforzo strutturale, etc.).

In sede di Variante del PRG tali indicazioni potranno essere inserite come aspetti prescrittivi nelle Norme Tecniche di Attuazione

6.4. Incertezze ed utilizzo dei dati

Come già precisato in premessa, il livello 1 della microzonazione è quello meno approfondito, propedeutico per futuri studi di approfondimento finalizzati alla valutazione quantitativa dei fattori di amplificazione del moto sismico e dei fenomeni di instabilità.

Il modello di sottosuolo risente di un certo grado di incertezza connesso sia alla complessità e alla variabilità litologica e granulometrica tipica dell'ambiente deposizionale fluviale, sia all'interpretazione dei dati disponibili che variano per tipologia, profondità indagata e grado di affidabilità.

Relativamente all'utilizzo dei dati si sottolinea che i dati delle indagini riportati nel database e nei documenti allegati, possono essere d'ausilio nell'ambito della progettazione, ma non sostituiscono le indagini che devono comunque essere eseguite ai sensi delle NTC2018:

- per la definizione del modello geologico;
- per la definizione del modello geotecnico e la caratterizzazione del volume significativo;
- per la risposta sismica locale;
- per la valutazione del rischio liquefazione.