



CITTA METROPOLITANA DI GENOVA

PIANO URBANISTICO INTERCOMUNALE



CAMPOMORONE



CERANESI



MIGNANEGO



SANT'OLCESE



SERRA RICCIO'

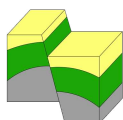


OGGETTO:PIANO URBANISTICO INTERCOMUNALE

Rif.: PTE 118

MICROZONAZIONE SISMICA RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Genova, ottobre 2022



SOMMARIO

.....	1
0. PREMESSE.....	2
1. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	3
2. RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI PER OGNI COMUNE.....	5
2.0 COMUNE DI CERANESI.....	6
2.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	8
2.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO	9
2.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	10
2.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	11
2.6 ELABORATI CARTOGRAFICI	13
2.6.1 CARTA DELLE INDAGINI	13
2.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	13
2.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	14
2.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	20
3.0 COMUNE DI CAMPOMORONE.....	22
3.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	22
3.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	24
3.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO	25
3.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	26
3.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	27
3.6 ELABORATI CARTOGRAFICI	28
3.6.1 CARTA DELLE INDAGINI	29
3.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	29
3.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	30
3.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	35

4.0 COMUNE DI MIGNANEGO.....	37
4.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	37
4.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	39
4.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO	40
4.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	41
4.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	42
4.6 ELABORATI CARTOGRAFICI	43
4.6.1 CARTA DELLE INDAGINI	43
4.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	43
4.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	45
4.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	50
5.0 COMUNE DI SERRA RICCO'	51
5.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	51
5.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	53
5.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO	54
5.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	55
5.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	56
5.6 ELABORATI CARTOGRAFICI	57
5.6.1 CARTA DELLE INDAGINI	57
5.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	57
5.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	59
5.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	62
6.0 COMUNE DI SANT'OLCESE.....	64
6.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	64
6.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	66
6.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO	67
6.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	68
6.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	69

6.6 ELABORATI CARTOGRAFICI	70
6.6.1 CARTA DELLE INDAGINI	70
6.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	70
6.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	72
6.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	75



Spett.li

Comune di Campomorone

Via Antonio Gavino, 144
16014 Campomorone (GE)

Comune di Ceranesi

Via B. Parodi, 41
16014 Ceranesi (GE)

Comune di Mignanego

Piazza Giacomo Matteotti, 1
16018 Mignanego (GE)

Comune di Sant'Olcese

Piazza Guglielmo Marconi, 40
16010 Sant'Olcese (GE)

Comune di Serra Riccò

via A. Medicina 88
16010 Serra Riccò (GE)

OGGETTO:PIANO URBANISTICO INTERCOMUNALE – MICROZONAZIONE SISMICA, RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Rif.: PTE 118

Genova, ottobre 2022

0. PREMESSE

La presente Relazione Illustrativa descrive le diverse elaborazioni dei dati e i risultati conseguiti per la realizzazione dello **Studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1** dei Comuni di **Ceranesi, Campomorone, Mignanego, Sant'Olcese e Serra Riccò** in Provincia di Genova.

Vengono descritti i metodi impiegati per la redazione dello studio, con le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litotecniche delle aree esaminate, e le indagini geognostiche dirette ed indirette utilizzate reperite dagli archivi comunali (penetrometrie dinamiche, sondaggi geognostici, indagini geofisiche ecc...), dati sulla scorta dei quali è stata redatta la carta delle **Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)**, che rappresenta la sintesi dello studio di **MS di Livello 1**, ovvero la suddivisione dei territori comunali in aree "omogenee" in ordine alle sollecitazioni e alle risposte sismiche locali (Microzonazione Sismica di livello 1 - O.P.C.M. 3097/2011 "*Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica*")..

Lo studio è stato fatto sulla scorta della **D.G.R. n° 471 del 22/03/2010** "*Criteri e linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale*".

La stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Carta delle MOPS), è stata eseguita dalla **Regione Liguria**, in base alla convenzione di collaborazione tecnica per la predisposizione degli studi di microzonazione sismica di Livello 1, intesa stipulata tra i Comuni di Ceranesi, Campomorone, Mignanego, Sant'Olcese, Serra Riccò e la R.L. .

Lo studio è stato fatto seguendo lo schema fornito dal documento di riferimento “*Standard di Rappresentazione e archiviazione informatica - Microzonazione Sismica Versione 4.1 Novembre 2018*”, documento redatto della commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n. 3907).

La cartografia è stata redatta separatamente per tutti e 5 i comuni che rappresentano il “**PUC-INT**” per l'alta val Polcevera, ove ogni territorio comunale presenta delle “peculiarità” geologiche e geomorfologiche caratteristiche e distinte, non sovrapponibili l'uno con l'altro se non in minima parte.

1. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

Nell'ambito del territorio dei comuni interessati affiorano **nove unità tettoniche**:

- **Unità Antola**
- **Unità Cravasco-Voltaggio**
- **Unità Figogna**
- **Unità Gazzo-Isoverde**
- **Unità Mignanego**
- **Unità Montanesi**
- **Unità Palmaro Caffarella**
- **Unità Ronco**
- **Unità Voltri**

Nella porzione NW dell'areale in oggetto compaiono inoltre depositi appartenenti al **BTP** (Bacino Terziario Piemontese).

A copertura del *bed rock* rappresentato dalle diverse Formazioni Geologiche che costituiscono le 9 Unità Tettoniche sopra elencate (con litotipi che vanno dalle successioni sedimentarie argillitiche, calcaree e dolomitiche, fino al basamento metaofiolitico e correlate coperture vulcanico-sedimentarie), si sovrappongono estesamente i terreni recenti quaternari - *alluvioni torrentizie attuali e terrazze, accumuli di frana, depositi periglaciali, fino ai riporti antropici* – coperture sciolte molto importanti nell'ambito delle possibili amplificazioni sismiche locali.

Morfologicamente i territori risultano decisamente articolati, dal fondovalle sub-pianeggiante (depositi alluvionali) che “segue” il percorso dei principali torrenti (*Verde, San Martino, Secca, Riccò e Sardorella*), fino ai rilievi più elevati che separano a Nord i territori comunali dal Bacino Tirrenico al Bacino Padano, con la morfologia aspra e frastagliata che contraddistingue i litotipi ofiolitici (soprattutto Serpentinici e Calcescisti nei Comuni di Ceranesi e Campomorone, ove la roccia è sovente sub-affiorante), e calcarei (Calcari Marnosi prevalentemente nel comune di Sant'Olcese).

In contrapposizione, i territori Comunali ove sono prevalenti i termini sedimentari argillitici, nei quali spesso il *bed rock* è sormontato da coperture detritiche di spessore > 3,0 m, le morfologie assumono bassi gradienti morfologici, fino al territorio Comunale di Sant'Olcese, ove al contatto tra i termini calcarei e i termini argillitici, sono presenti estesi e potenti coperture di frana (prevalentemente per colamento), a medio-bassa pendenza.

La presenza dei depositi di frana, importanti perché possono essere sede di fenomeni di amplificazione sismica è in chiara correlazione alla presenza di situazioni litostratigrafiche particolarmente predisponenti. Spiccano le masse presenti lungo e a valle del contatto tra F. Antola e F. Montoggio (Comune di Sant'Olcese e di Serra

Riccò), la frana di C. *Castagnassa* (contatto tra F. Ronco e F. Montanesi - Comune di Mignanego), quella di Paravanico (contatto tra Dolomie e Serpentiniti - Comune di Ceranesi) e di *Torbi - Inopiano* (scisti filladici - Comune di Ceranesi).

Si osservano poi numerosi corpi franosi legati alla detrizione dei metagabbri del M.te Lecco e delle serpentiniti (anche all'interno di impluvi). in un'ampia zona a Ovest del rilievo (Comune di Campomorone).

La raccolta dei dati delle indagini pregresse, pur avendo reperito numerose informazioni, non risulta equamente distribuita arealmente e per Comune (molto spesso le indagini risultano concentrate in corrispondenza degli insediamenti antropici).

Per esempio nel Comune di Ceranesi il numero delle indagini geognostiche reperite sono nettamente inferiori rispetto ai Comuni di Sant'Olcese e Serra Riccò che presentano una vasta quantità di indagini geognostiche e a seguire nella media i Comuni di Campomorone e di Mignanego (cfr. carta Geologico-Tecnica).

2. RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI PER OGNI COMUNE

Di seguito viene definita singolarmente per ogni Comune facente parte del progetto "**PUC-INT**", la pericolosità di base, gli eventi di riferimento, i dati geotecnici e geofisici raccolti sulla scorta della documentazione fornita dai comuni (provenienti essenzialmente da pratiche edilizie), il modello del sottosuolo che meglio rappresenta il comune, i metodi con cui sono stati elaborati i dati, la loro interpretazione, le eventuali incertezze della metodologia ed infine gli elaborati grafici e cartografici realizzati per lo **studio di microzonazione sismica di Livello 1**.

2.0 COMUNE DI CERANESI

2.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per un territorio Comunale, la pericolosità sismica relativa può essere determinata facendo riferimento allo studio di riferimento per il territorio nazionale (*Gruppo di Lavoro MPS, 2004*), nonché in base alle informazioni sui terremoti storici, che sono riportate nel Database Macrosismico Italiano – DBMI15 (*Locati et al., 2016*).

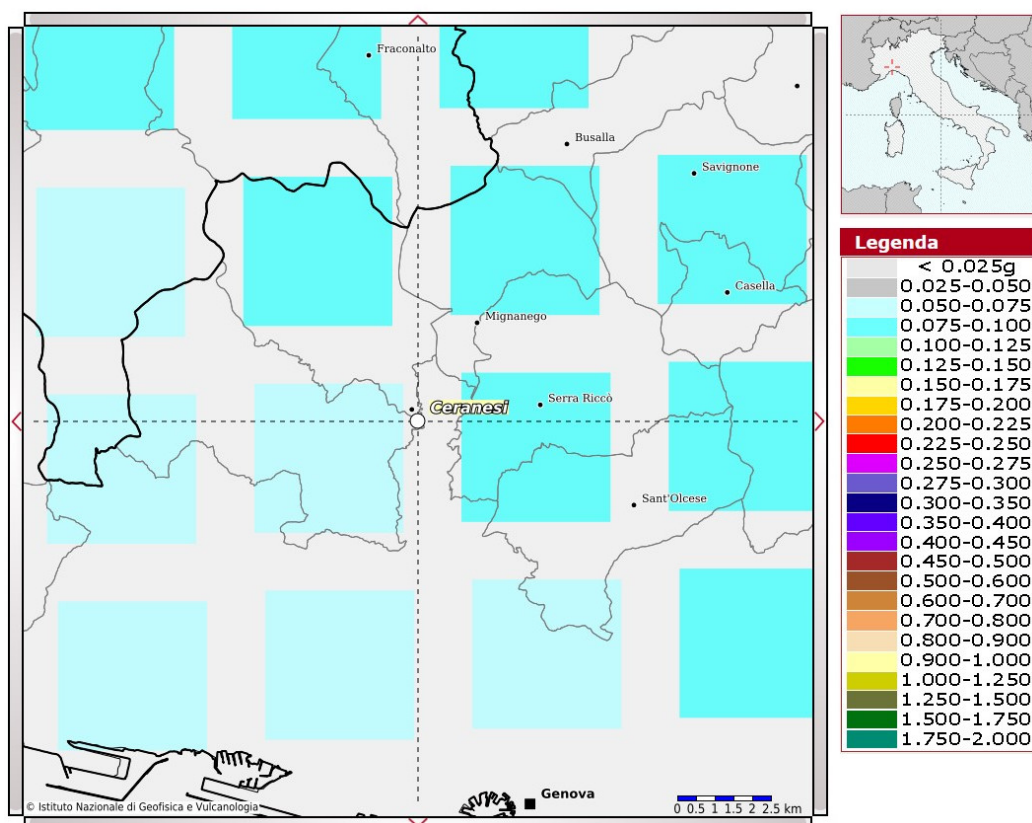


Fig. 1: Mappa di pericolosità sismica per il Comune di Ceranesi (valore ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Nella Fig. 1 è stata riportata la mappa della pericolosità sismica Nazionale per il territorio del Comune di Ceranesi. Nella mappa sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima (*Peak Ground Acceleration – PGA o ag*), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni (frequenza di superamento annuale pari a 0.0021).

Per il comune di Ceranesi, la mappa indica un valore massimo di *ag* compreso tra 0.050g e 0.075g. Sulla base della classificazione sismica regionale (DGR n. 962/2018), il comune è classificato in **“Zona 3”**.

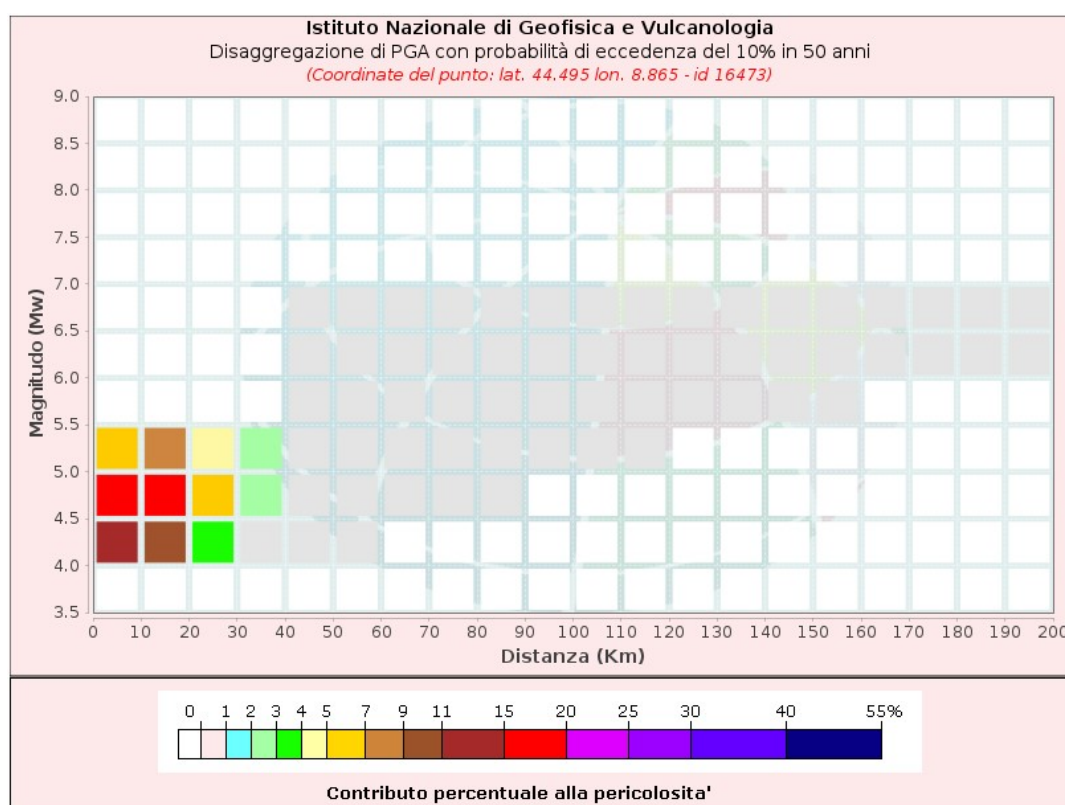


Fig. 2: Disaggregazione della pericolosità sismica per il nodo di coordinate lat. 44.495, long. 8.865 (valori di *ag* con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Utilizzando lo stesso periodo di ritorno di 475 anni, sono stati definiti gli eventi sismici di riferimento, ovvero prendendo in considerazione la disaggregazione della pericolosità sismica quali valori di a_g .

Nella Figura 2 sono visibili i contributi alla pericolosità. Nel grafico sono visibili i contributi percentuali, considerando i diversi scenari magnitudo-distanza, (tasso medio annuo di superamento del valore di a_g preso in considerazione). Nella Fig. 2 è visibile come il contributo massimo (scenario modale), corrisponde ai valori della coppia $[M = 4.75; R = 5\text{km}]$ ed è pari al 16.1%. Lo scenario medio invece corrisponde alla coppia $[M = 4.85; R = 21.5\text{km}]$ con un contributo pari a circa il 6.88%.

In linea generale, i **contributi maggiori** sono associati a scenari con valori di **magnitudo** compresa **4.5-5** e con distanze **inferiori o uguali a 20km**.

2.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Consultando gli archivi del Comune di Ceranesi, nonché le pratiche di "vincolo Idrogeologico" presentate presso l'ufficio associato tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego, Campomorone e Serra Riccò (attualmente solo tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego e Sant'Olcese), si sono estratte e catalogate tutte le indagini geognostiche dirette ed indirette ricadenti all'interno del territorio Comunale. Nella Tabella 1 è riportato l'elenco delle indagini raccolte, suddiviso per tipologia.

Indagini pregresse	
Tipo indagine	Quantità
Sondaggi a carotaggio continuo	2
Indagini geofisiche	3
Prove geotecniche	29
Misura delle frequenze di sito	28

Tabella 1: Tipologia e numero delle indagini geognostiche reperite.

Purtroppo, le indagini disponibili non sono omogeneamente distribuite, ma risultano concentrate nella porzione Sud/Est del territorio Comunale di Ceranesi.

2.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO

Sulla scorta delle indagini pregresse allegare alle pratiche edilizie, associate alle informazioni derivanti dalla cartografia di riferimento (progetto CARG, Piani di Bacino del T. Polcevera e del T. Varenna, VBP Bacino Padano), è stato possibile ricostruire con buona approssimazione le condizioni stratigrafiche e geologiche che caratterizzano il territorio oggetto di microzonazione. In particolare, l'analisi si è concentrata sul contrasto tra i depositi di origine eluvio/colluviale/frana con elevati spessori (sempre > 3 m), e il substrato lapideo sottostante, nonché nelle zone in frana attiva che interessano gli abitati di *Paravanico* e di *Torbi - Inopiano*.

E' stata pertanto definita la situazione geologico-stratigrafica più significativa, riportata nelle Sezioni Geologiche seguenti. Le sezioni sono state fatte sulla base cartografica della "Carta Geologico-Tecnica", sulla quale sono anche riportate le tracce delle sezioni.

Sezione A-A'

Sezione B-B'

2.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come accennato nei punti precedenti, il presente studio di MS livello 1 si è basato esclusivamente su indagini pregresse, che per forza di cose sono concentrate nelle porzioni di territorio maggiormente urbanizzate e pertanto con una distribuzione decisamente disomogenea (in quantità e qualità). Con queste premesse l'interpretazione dei dati è soprattutto "qualitativa" e pertanto soggetta ad incertezze da cui deriva da una maggiore indeterminatezza nello spessore e nelle caratteristiche delle coltri (dato estremamente importante per valutare l'amplificazione sismica).

La caratterizzazione del substrato roccioso, ovvero delle unità litotecniche che rappresentano il bed rock rigido, è avvenuta analizzando i pochi dati provenienti dalle indagini geognostiche, associandoli ai parametri reperiti dagli scriventi sulla stessa formazione rocciosa ma in altri ambiti territoriali. A questo si deve aggiungere l'estrema variabilità formazionale che contraddistingue il territorio Comunale, con tipologie di substrato roccioso (e suo comportamento geomeccanico) estremamente disomogenee.

I terreni di copertura o "sciolti", sono stati caratterizzati nei loro spessori, granulometria e genesi, sulla scorta dei dati provenienti dalle indagini geognostiche pregresse reperite in Comune e presso l'Ufficio Associato, e in seconda battuta sull'analisi delle cartografie tematiche di riferimento e sui dati bibliografici.

Gli accumuli di frana sovente oggetto di indagini specifiche, sono sedi molto spesso di amplificazioni sismiche, e sono i corpi detritici meglio caratterizzati, a cui si associa una perimetrazione del dissesto in buon accordo con il Piano di Bacino, il PUC e con l'inventario IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

2.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Lo studio ha riguardato la totalità del territorio Comunale, prendendo in considerazione per quanto riguarda il modello "tipo" del sottosuolo (Cap. 2.3), l'area maggiormente significativa nell'ambito dei confini comunali, seguendo quanto indicato nel documento di riferimento *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"* (Gruppo di Lavoro, 2008) in relazione ai rapporti tra MS e gli studi di pianificazione territoriale e urbanistica.

Sono state oggetto di MS tutte le aree insediate e non, senza alcuna distinzione tra i distretti di trasformazione e quelli nei quali in zone difficilmente accessibili non sono previste trasformazioni insediative a livello di pianificazione.

I risultati dello studio sono rappresentati dalla Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) e dalla Carta delle MOPS. La cartografia deriva esclusivamente dalla

raccolta e dall'elaborazione della cartografia geologica pregressa (progetto CARG), dalla cartografia geomorfologica derivata dal Piano di Bacino del T. Polcevera e del Torrente Varenna, a cui si è aggiunto un rilievo geomorfologico ex novo della porzione di territorio comunale ricadente nel bacino padano (ricadente pertanto nella VBP a livello regionale), ambiti territoriali nei quali non era disponibile una cartografia geomorfologica di dettaglio a livello di PUC. A questa cartografia di base si sono associate tutte le indagini geognostiche reperite sia negli archivi comunali, sia negli archivi dell'ufficio associato che si occupa delle pratiche ricadenti in Vincolo Idrogeologico e paesistico, associate alle pratiche urbanistiche presentate. Non sono state eseguite indagini "ex novo", lasciando purtroppo una carenza di informazione di base, nelle zone in cui non sono state eseguite indagini geognostiche, che prevalentemente si concentrano nel fondovalle del Comune.

Tutti i risultati delle indagini, puntuali e lineari, sono stati riassunti nella carta delle indagini. L'interpretazione dei dati ha permesso di redigere la carta Geologico-tecnica (CGT_MS) e la "Carta delle MOPS".

La definizione delle aree suscettibili di amplificazione è avvenuta mediante la raccolta e la georeferenziazione delle indagini geognostiche in sito (sia puntuali sia lineari), mentre la loro perimetrazione è stata fatta sulla base dell'incrocio delle informazioni fornite con le cartografie di base (Carta Geologica, Carta Geomorfologica, Carta Litotecnica e Carta delle Pendenze del PUC del Comune di Ceranesi).

2.6 ELABORATI CARTOGRAFICI

Nei paragrafi successivi vengono elencate e descritte le tavole cartografiche elaborate e realizzate per il presente studio di MS di Livello 1.

2.6.1 CARTA DELLE INDAGINI

Nella carta delle indagini sono state riportate georeferenziate tutte le indagini puntuali e lineari reperite negli archivi messi a disposizione dal Comune, riportandole e archiviandole secondo gli standard informatici per gli studi di MZS.

2.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) sono rappresentate tutte le informazioni contenute nella cartografia di base, i dati georeferenzati ottenuti dalle indagini geognostiche reperite dagli archivi (indagini dirette – penetrometrie dinamiche, sondaggi a carotaggio continuo ecc... - e indirette – stese sismiche a rifrazione, MASW, Misura del rumore sismico ecc... -).

L'incrocio dei tematismi e delle informazioni dirette elencate sopra, ha permesso di caratterizzare e perimetrare i depositi detritici di copertura e il substrato roccioso.

Il territorio comunale risulta caratterizzato dalla presenza di settori nei quali il substrato roccioso, risulta estesamente in condizione di affioramento o sub-affioramento. Sono presenti anche estese aree con coperture detritiche di spessore significativo legate sia a processi morfodinamici di versante, coltri ghiaiose-sabbiose-limose-argillose

(GM-GC-ML) e sia a coperture detritiche naturali e antropiche (Riporti, Depositi morenici GC, Terrazzi fluviali GM, Depositi eluvio-colluviali GM, SP, ML, Depositi Lacustri GM, Depositi Alluvionali GW, Conoidi GC), di spessore sempre > 3,0 m.

Nella tabella 2, sono riportate le associazioni fra le unità geologiche presenti nell'area di studio e la classificazione prevista per la CGT_MS.

Formazioni e coperture	Codifica
Brecce di Costa Cravara	GR
Metabasalti, Serpentiniti, Metagabbri, Metabasiti, Serpentinoscisti	LP
Argiloscisti di Murta, Metacalcari, Metasedimenti, Scisti Filladici, Dolomie, Calcescisti	LPS
Argiloscisti (di Costagiutta), Meta-argilliti, Calcari di Gallaneto, Calcari di Lencisa	ALS
Depositi Antropici	Rlzz
Depositi Morenici	GCmr
Depositi Alluvionali	GMtf
Depositi Alluvionali	GWpi
Depositi Eluvio-Colluviali	GMec
Depositi Eluvio-Colluviali	SPec
Depositi Eluvio-Colluviali	MLec
Depositi Lacustri	GMLc

Tabella 2: Substrato geologico rigido e terreni di copertura presenti nel territorio comunale, con associati i codici richiesti dagli standard di archiviazione

2.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Di seguito viene fatta una descrizione delle microzone omogenee individuate nella Carta delle MOPS del comune di Ceranesi.

Nella carta sono riportate:

- Le zone stabili,
- Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Le faglie attive e capaci
- I punti di misura di rumore ambientale
- Le zone di attenzione per instabilità
- Le forme di superficie e sepolte

Le aree con acclività superiore a 15° sono suscettibili di amplificazione topografica. Nelle Carte delle MOPS sono inoltre individuate anche le zone suscettibili di instabilità di versante (zone di attenzione per instabilità). La quantificazione dell'amplificazione sismica e dell'instabilità di versante riguardano gli studi di MS di Livello 2 ovvero 3. Nella Carta delle MOPS sono state individuate le zone descritte di seguito, a ciascuna delle quali è associata una "sezione tipo" descrittiva della situazione stratigrafica media individuata.

ZONE STABILI:

Zona 1011



Fig. A: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1011

Zona 1012

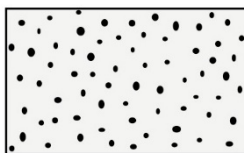


Fig. B: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1012

Zona 1021



Fig. C: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1021

Zona 1041

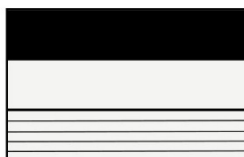


Fig. D: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1041

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 2001

Le caratteristiche principali di questa zona sono la presenza di materiali di riporto di origine antropica, di spessore variabile compreso tra 3 e 17 m circa, e frequenza di risonanza pari a 20Hz, sovrapposti al substrato (Figura E).



Fig. E: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2001

Zona 2002

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-argilloso di origine morenica (GCmr), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza pari a 3Hz, sovrapposti al substrato (Figura F).

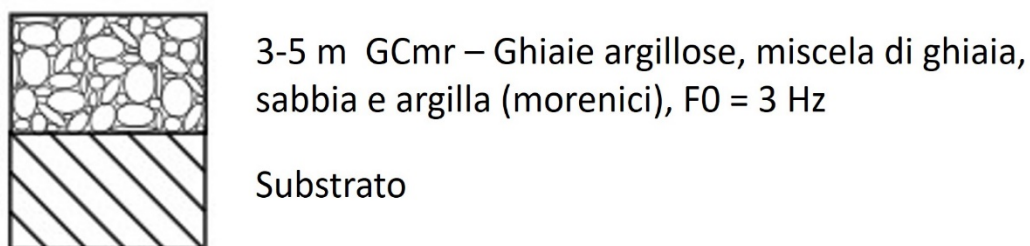
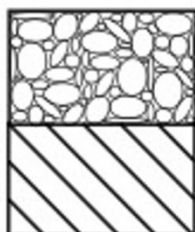


Fig. F: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2002

Zona 2003

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine alluvionale (GMtf), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 8 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura G).



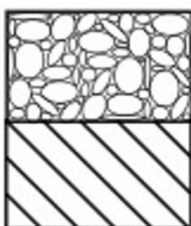
3-5 m GMTf – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (terrazzo fluviale), $F_0 = 8-30$ Hz

Substrato

Fig. G: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2003

Zona 2004

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine eluvio-colluviale (GMec), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 3 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura H).



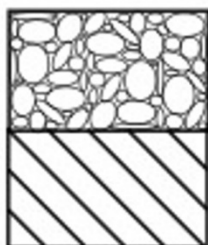
3-10 m GMec – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (eluvi-colluvi), $F_0 = 3-30$ Hz

Substrato

Fig. H: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2004

Zona 2006

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine lacustre (GMLc), di spessore variabile compreso tra 5 e 10 m circa, sovrapposti al substrato (Figura I).



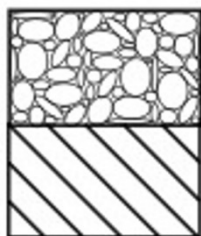
5-10 m GMLc – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (lacustri)

Substrato

Fig. I: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2006

Zona 2007

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso di origine alluvionale (GWpi), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa, sovrapposti al substrato (Figura L).



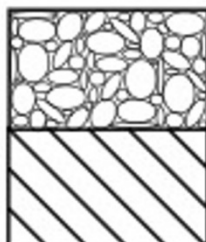
3-5 m GWpi – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (piana inondabile)

Substrato

Fig. L: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2007

Zona 2008

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo sabbioso di origine eluvio-colluviale (SPec), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa, sovrapposti al substrato (Figura M).



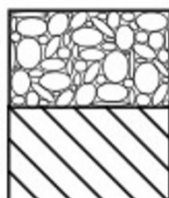
3-5 m SPec – Sabbie pulite con granulometria poco assortita (eluvi-colluvi)

Substrato

Fig. M: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2008

Zona 2009

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo sabbioso-limoso-argilloso, di origine eluvio-colluviale (MLec), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 5 e 15 Hz, sovrapposti al substrato (Figura N).



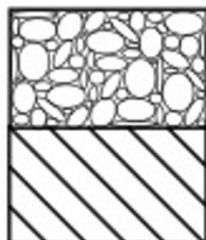
3-5 m MLec – Limi organici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (eluvi-colluvi), $F_0 = 5-15$ Hz

Substrato

Fig. N: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2009

Zona 2010

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-argilloso, di origine conoidale (GCcd), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa, sovrapposti al substrato (Figura O).



3-10 m GCcd – Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (conoidi)

Substrato

Fig. O: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2010

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

In questa categoria sono incluse tutte le frane che sono state riportate nella carta geologico-tecnica, sulla scorta della Carta geomorfologica del PUC adeguata ai Piani di bacino del Torrente Polcevera e del Torrente Varenna con le integrazioni della Carta Geomorfologica redatta ex-novo a tutto il versante padano.

2.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Nella Tabella 3 sono riportati gli eventi sismici che sono stati risentiti storicamente nel territorio del Comune di Ceranesi (indicati come data, area epicentrale, intensità epicentrale I_0 e magnitudo momento M_w), ed il livello di risentimento espresso in termini di intensità macrosismica.

I dati derivano dal **Database Macrosismico Italiano – DBMI15**. E sono rappresentati graficamente nella Figura 3.

Non è possibile fare confronti tra la distribuzione delle microzone e quella dei risentimenti (associati ai terremoti passati), essendo questi ultimi rappresentati da un unico punto.

Intensità	Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Secondi	Area Epicentrale	I0	Mw
NF	1951	8	12	21	19		Garfagnana	5	4,59
NF	1968	6	18	5	27		Valle d'Aosta	6	4,86
NF	1970	12	31	22	4	46	Liguria occidentale	6	4,62
4	1972	10	25	21	56	11,31	Appennino settentrionale	5	4,87
NF	1993	7	17	10	34	59,7	Liguria occidentale	5	4,34
NF	2005	4	13	18	46	7,69	Valle del Trebbia	4	3,68
NF	2005	4	18	10	59	18,56	Valle del Trebbia	4	3,97

Tabella 3: Elenco dei Risentimenti al sito di studio

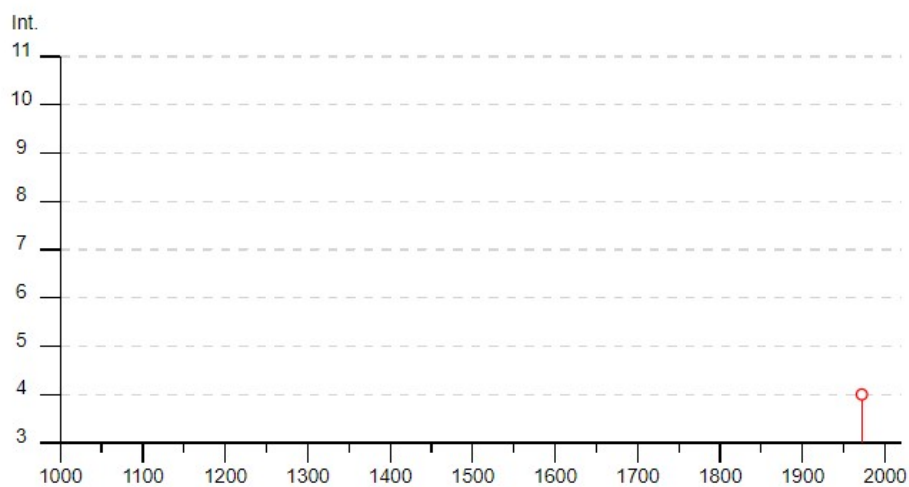


Fig. 3: Rappresentazione grafica dei risentimenti al sito di studio

3.0 COMUNE DI CAMPOMORONE

3.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per un territorio Comunale, la pericolosità sismica relativa può essere determinata facendo riferimento allo studio di riferimento per il territorio nazionale (*Gruppo di Lavoro MPS, 2004*), nonché in base alle informazioni sui terremoti storici, che sono riportate nel Database Macrosismico Italiano – DBMI15 (*Locati et al., 2016*).

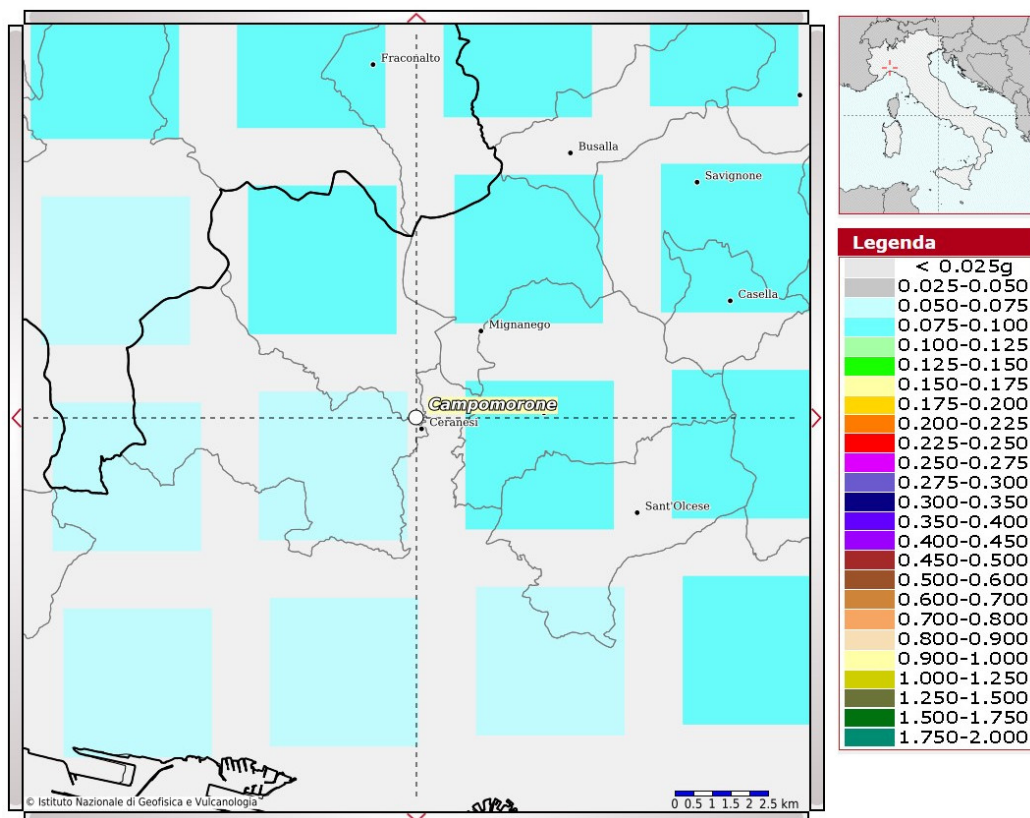


Fig. 18: Mappa di pericolosità sismica per il Comune di Campomorone (valore ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Nella Fig. 4 è stata riportata la mappa della pericolosità sismica Nazionale per il territorio del Comune di Campomorone. Nella mappa sono riportati i valori di accelerazione

orizzontale massima (*Peak Ground Acceleration – PGA o ag*), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni (frequenza di superamento annuale pari a 0.0021).

Per il comune di Campomorone, la mappa indica un valore massimo di ag compreso tra 0.075g e 0.100g. Sulla base della classificazione sismica regionale (DGR n. 962/2018), il comune è classificato in zona 3.

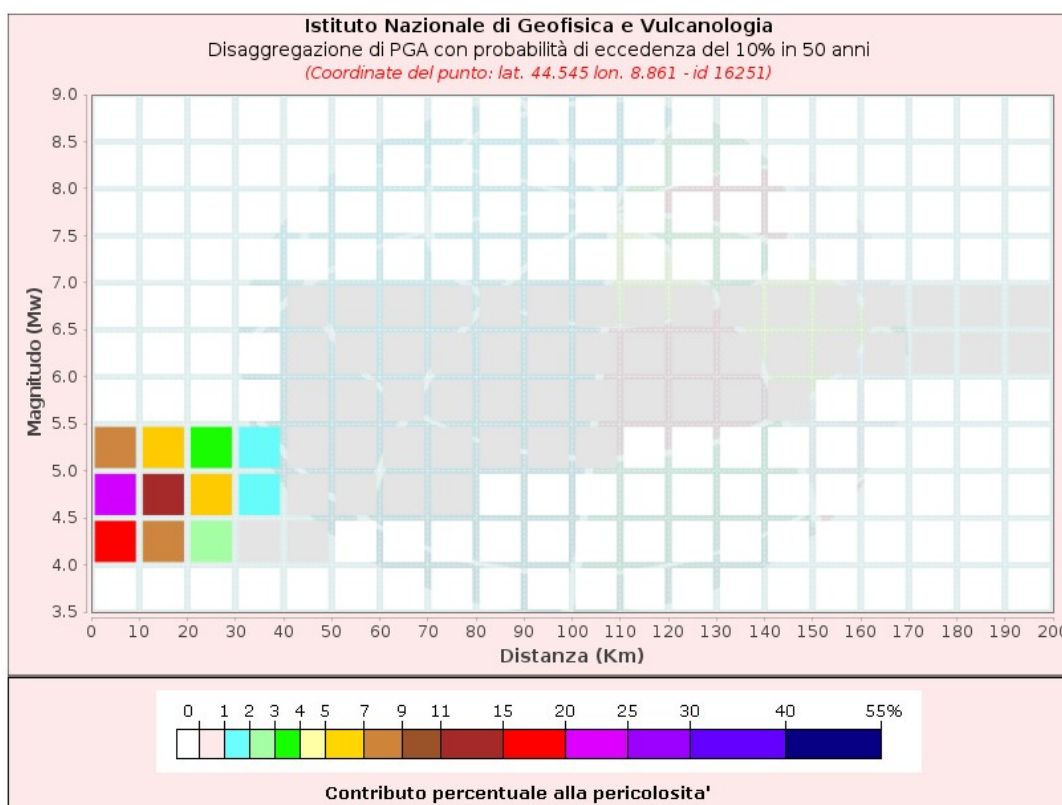


Fig. 5: Disaggregazione della pericolosità sismica per il nodo di coordinate lat. 44.545, long. 8.861 (valori di ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Utilizzando lo stesso periodo di ritorno di 475 anni, sono stati definiti gli eventi sismici di riferimento, ovvero prendendo in considerazione la disaggregazione della pericolosità sismica quali valori di ag.

Nella Figura 5 sono visibili i contributi alla pericolosità. Considerando i diversi scenari magnitudo-distanza, nel grafico sono visibili i contributi percentuali (tasso medio annuo di superamento del valore di a_g preso in considerazione). Nel grafico è visibile come il contributo massimo (scenario modale), corrisponde ai valori della coppia $[M = 4.75; R = 5\text{km}]$ ed è pari al 18.3%. Lo scenario medio invece corrisponde alla coppia $[M = 4.79; R = 15.18\text{km}]$ con un contributo pari a circa l' 8.83%.

In linea generale, i contributi maggiori sono associati a scenari con valori di magnitudo compresa 4.5-5 e con distanze inferiori o uguali a 20km.

3.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Consultando gli archivi del Comune di Campomorone, nonché le pratiche di "vincolo Idrogeologico" presentate presso l'ufficio associato tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego, Campomorone e Serra Riccò (attualmente solo tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego e Sant'Olcese), si sono estratte e catalogate tutte le indagini geognostiche dirette ed indirette ricadenti all'interno del territorio Comunale. Nella Tabella 4 è riportato l'elenco delle indagini raccolte, suddiviso per tipologia.

Indagini pregresse	
Tipo indagine	Quantità
Sondaggi a carotaggio continuo	16
Indagini geofisiche	33
Prove geotecniche	154
Misura delle frequenze di sito	36

Tabella 4: Tipologia e numero delle indagini geognostiche reperite.

Purtroppo, le indagini non sono omogeneamente distribuite, ma risultano concentrate nella porzione Sud del territorio Comunale di Campomorone (aree maggiormente antropizzate).

3.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO

Sulla scorta delle indagini pregresse allegare alle pratiche edilizie, associate alle informazioni derivanti dalla cartografia di riferimento (progetto CARG, Piano di Bacino del T. Polcevera, VBP Bacino Padano), è stato possibile ricostruire con buona approssimazione le condizioni stratigrafiche e geologiche che caratterizzano il territorio oggetto di microzonazione. In particolare, l'analisi si è concentrata sul contrasto tra i depositi di origine eluvio/colluviale/frana con elevati spessori (sempre > 3 m), e il substrato lapideo sottostante, nonché nelle zone in frana attiva.

E' stata pertanto definita la situazione geologico-stratigrafica più significativa, riportata nelle Sezioni Geologiche seguenti. Le sezioni sono state fatte sulla base cartografica della "Carta Geologico-Tecnica", sulla quale sono anche riportate le tracce delle sezioni.

Sezione A-A'

Sezione B-B'

3.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come accennato nei punti precedenti, il presente studio di MS livello 1 si è basato esclusivamente su indagini pregresse, che per forza di cose sono concentrate nelle porzioni di territorio maggiormente urbanizzate e pertanto con una distribuzione decisamente disomogenea (in quantità e qualità), con interpretazione dei dati qualitativa e pertanto soggetta ad incertezze da cui deriva da una maggiore indeterminazione nello spessore e nelle caratteristiche delle coltri (dato estremamente importante per valutare l'amplificazione sismica).

La caratterizzazione del substrato roccioso, ovvero delle unità litotecniche che rappresentano il bed rock rigido, è avvenuta analizzando i pochi dati provenienti dalle indagini geognostiche, associandoli ai parametri reperiti dagli scriventi sulla stessa formazione rocciosa ma in altri ambiti territoriali. A questo si deve aggiungere l'estrema variabilità formazionale che contraddistingue il territorio Comunale, con tipologie di substrato roccioso (e suo comportamento geomeccanico) estremamente variabili.

I terreni di copertura o "sciolti", sono stati caratterizzati nei loro spessori, granulometria e genesi, sulla scorta dei dati provenienti dalle indagini geognostiche pregresse reperite in Comune e presso l'Ufficio Associato, e in seconda battuta sull'analisi delle cartografie tematiche di riferimento e sui dati bibliografici.

Gli accumuli di frana sovente oggetto di indagini specifiche, molto spesso sono sedi di amplificazioni sismiche, e sono i corpi detritici meglio caratterizzati, a cui si associa una perimetrazione del dissesto in buon accordo con il Piano di Bacino, il PUC e con l'inventario IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

3.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Lo studio ha riguardato la totalità del territorio Comunale, prendendo in considerazione per quanto riguarda il modello "tipo" del sottosuolo (Cap. 3.3), l'area maggiormente significativa nell'ambito dei confini comunali, seguendo quanto indicato nel documento di riferimento *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"* (Gruppo di Lavoro, 2008) in relazione ai rapporti tra MS e gli studi di pianificazione territoriale e urbanistica.

Sono state oggetto di MS tutte le aree insediate e non, senza alcuna distinzione tra i distretti di trasformazione e quelli nei quali in zone difficilmente accessibili non sono previste trasformazioni insediative a livello di pianificazione.

I risultati dello studio sono rappresentati dalla Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) e dalla Carta delle MOPS. La cartografia deriva esclusivamente dalla raccolta e dall'elaborazione della cartografia geologica pregressa (progetto CARG), dalla cartografia geomorfologica derivata dal Piano di Bacino del T. Polcevera, a cui si è aggiunto un rilievo geomorfologico ex novo della porzione di territorio comunale ricadente nel bacino padano (ricadente pertanto nella VBP a livello regionale), ambiti

territoriali nei quali non era disponibile una cartografia geomorfologica di dettaglio a livello di PUC. A questa cartografia di base si sono associate tutte le indagini geognostiche reperite sia negli archivi comunali, sia negli archivi dell'ufficio associato che si occupa delle pratiche ricadenti in Vincolo Idrogeologico e paesistico, associate alle pratiche urbanistiche presentate. Non sono state eseguite indagini "ex novo", lasciando purtroppo una carenza di informazione di base, nelle zone in cui non sono state eseguite indagini geognostiche, che prevalentemente si concentrano nel fondo-valle del Comune.

Tutti i risultati delle indagini, puntuali e lineari, sono stati riassunti nella carta delle indagini. L'interpretazione dei dati ha permesso di redigere la carta Geologico-tecnica (CGT_MS) e la "Carta delle MOPS".

La definizione delle aree suscettibili di amplificazione è avvenuta mediante la raccolta e la georeferenziazione delle indagini geognostiche in sito (sia puntuali sia lineari), mentre la loro perimetrazione è stata fatta sulla base dell'incrocio delle informazioni fornite con le cartografie di base (Carta Geologica, Carta Geomorfologica, Carta Litotecnica e Carta delle Pendenze del PUC del Comune di Campomorone).

3.6 ELABORATI CARTOGRAFICI

Nei paragrafi successivi vengono elencate e descritte le tavole cartografiche elaborate e realizzate per il presente studio di MS di Livello 1.

3.6.1 CARTA DELLE INDAGINI

Nella carta delle indagini sono state riportate georeferenziate tutte le indagini puntuali e lineari reperite negli archivi messi a disposizione dal Comune, riportandole e archiviandole secondo gli standard informatici per gli studi di MZS.

3.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) sono rappresentate tutte le informazioni contenute nella cartografia di base, i dati georeferenzati ottenuti dalle indagini geognostiche reperite dagli archivi (indagini dirette – penetrometrie dinamiche, sondaggi a carotaggio continuo ecc... - e indirette – stese sismiche a rifrazione, MASW, Misura del rumore sismico ecc... -).

L'incrocio dei tematismi e delle informazioni dirette elencate sopra, ha permesso di caratterizzare e perimetrare i depositi detritici di copertura e il substrato roccioso.

Il territorio comunale risulta caratterizzato dalla presenza di ampi settori, nei quali il substrato roccioso risulta in posizione affiorante o sub-affiorante. Sono presenti anche estese aree con coperture detritiche di spessore significativo legate sia a processi morfodinamici di versante, coltri ghiaiose-sabbiose-limose-argillose (GM-GC) e sia a coperture detritiche naturali e antropiche (Riporti, Depositi morenici GC, Terrazzi fluviali GM, Depositi eluvio-colluviali GM, Depositi Lacustri GM, Depositi Alluvionali GW, Conoidi GC), di spessore sempre > 3,0 m.

Nella tabella 5, sono riportate le associazioni fra le unità geologiche presenti nell'area di studio e la classificazione prevista per la CGT_MS.

Formazioni e coperture	Codifica
Brecce di Costa Cravara	GR
Metabasalti, Metaoficalciti, Serpentiniti, Metagabbri, Serpentinoscisti	LP
Argilloscisti di Murta, Metacalcari, Metasedimenti, Scisti Filladici, Dolomie, Calcescisti, Calcari di Voltaggio	LPS
Argilloscisti di Costagiutta, Meta-argilliti, Calcari di Gallaneto, Calcari di Lencisa, Gessi	ALS
Depositi Antropici	Rlzz
Depositi Morenici	GCmr
Depositi Alluvionali	GMtf
Depositi Alluvionali	GWpi
Depositi Eluvio-Colluviali	GMec
Depositi Lacustri	GMlc

Tabella 5: Substrato geologico rigido e terreni di copertura presenti nel territorio comunale, con associati i codici richiesti dagli standard di archiviazione

3.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Di seguito viene fatta una descrizione delle microzone omogenee individuate nella Carta delle MOPS del comune di Campomorone.

Nella carta sono riportate:

- Le zone stabili,
- Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Le fagli attive e capaci

- I punti di misura di rumore ambientale
- Le zone di attenzione per instabilità
- Le forme di superficie e sepolte

Le aree con acclività superiore a 15° sono suscettibili di amplificazione topografica. Nelle Carta delle MOPS sono inoltre individuate anche le zone suscettibili di instabilità di versante (zone di attenzione per instabilità). La quantificazione dell'amplificazione sismica e dell'instabilità di versante riguardano gli studi di MS di Livello 2 ovvero 3. Nella Carta delle MOPS sono state individuate le zone descritte di seguito, a ciascuna delle quali è associata una "sezione tipo" descrittiva della situazione stratigrafica media individuata.

ZONE STABILI:

Zona 1011



Fig. A: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1011

Zona 1012

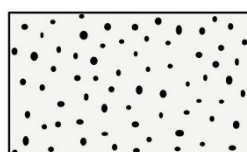


Fig. B: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1012

Zona 1021



Fig. C: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1021

Zona 1041

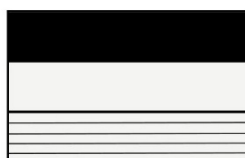
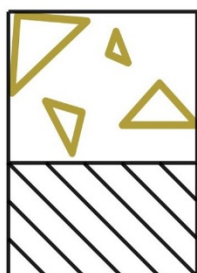


Fig. D: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1041

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 2001

Le caratteristiche principali di questa zona sono la presenza di materiali di riporto di origine antropica, di spessore variabile compreso tra 3 e 17 m circa, e frequenza di risonanza pari a 20Hz, sovrapposti al substrato (Figura E).



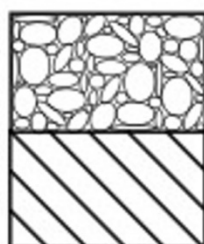
3-17 m RI – Riporti antropici, $F_0 = 20\text{Hz}$

Substrato

Fig. E: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2001

Zona 2002

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-argilloso di origine morenica (GCmr), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza pari a 3Hz, sovrapposti al substrato (Figura F).



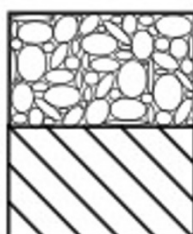
3-5 m GCmr – Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (morenici), $F_0 = 3\text{ Hz}$

Substrato

Fig. F: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2002

Zona 2003

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine alluvionale (GMtf), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 8 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura G).



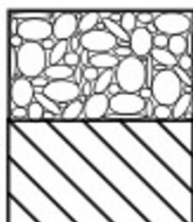
3-5 m GMtf – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (terrazzo fluviale), $F_0 = 8-30\text{ Hz}$

Substrato

Fig. G: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2003

Zona 2004

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine eluvio-colluviale (GMec), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 3 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura H).



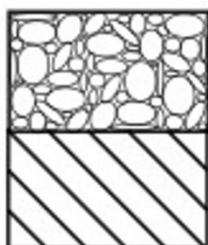
3-10 m GMec – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (eluvi-colluvi), $F_0 = 3-30$ Hz

Substrato

Fig. H: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2004

Zona 2006

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine lacustre (GMlc), di spessore variabile compreso tra 5 e 10 m circa, sovrapposti al substrato (Figura I).



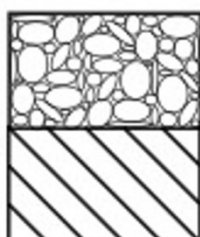
5-10 m GMlc – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (lacustri)

Substrato

Fig. I: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2006

Zona 2007

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso di origine alluvionale (GWpi), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa, sovrapposti al substrato (Figura L).



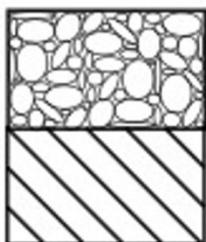
3-5 m GWpi – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (piana inondabile)

Substrato

Fig. L: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2007

Zona 2010

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-argilloso, di origine conoidale (GCcd), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa, sovrapposti al substrato (Figura M).



3-10 m GCcd – Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (conoidi)

Substrato

Fig. M: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2010

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

In questa categoria sono incluse tutte le frane che sono state riportate nella carta geologico-tecnica, sulla scorta della Carta geomorfologica del PUC adeguata al Piano di bacino del Torrente Polcevera con le integrazioni della Carta Geomorfologica redatta ex-novo a tutto il versante padano.

3.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Nella Tabella 6 sono riportati gli eventi sismici che sono stati risentiti storicamente nel territorio del Comune di Campomorone (indicati come data, area epicentrale, intensità epicentrale I_0 e magnitudo momento M_w), ed il livello di risentimento espresso in termini di intensità macrosismica.

I dati derivano dal **Database Macrosismico Italiano – DBMI15**. E sono rappresentati graficamente nella Figura 6.

Non è possibile fare confronti tra la distribuzione delle microzone e quella dei risentimenti (associati ai terremoti passati), essendo questi ultimi rappresentati da un unico punto.

Intensità	Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Secondi	Area Epicentrale	I0	Mw
2	1970	12	31	22	4	46	Liguria occidentale	6	4,62
NF	1993	7	17	10	34	59,7	Liguria occidentale	5	4,34
NF	1995	10	10	6	54	21,72	Lunigiana	7	4,82
NF	2005	4	13	18	46	7,69	Valle del Trebbia	4	3,68
NF	2005	4	18	10	59	18,56	Valle del Trebbia	4	3,97

Tabella 6: Elenco dei Risentimenti al sito di studio

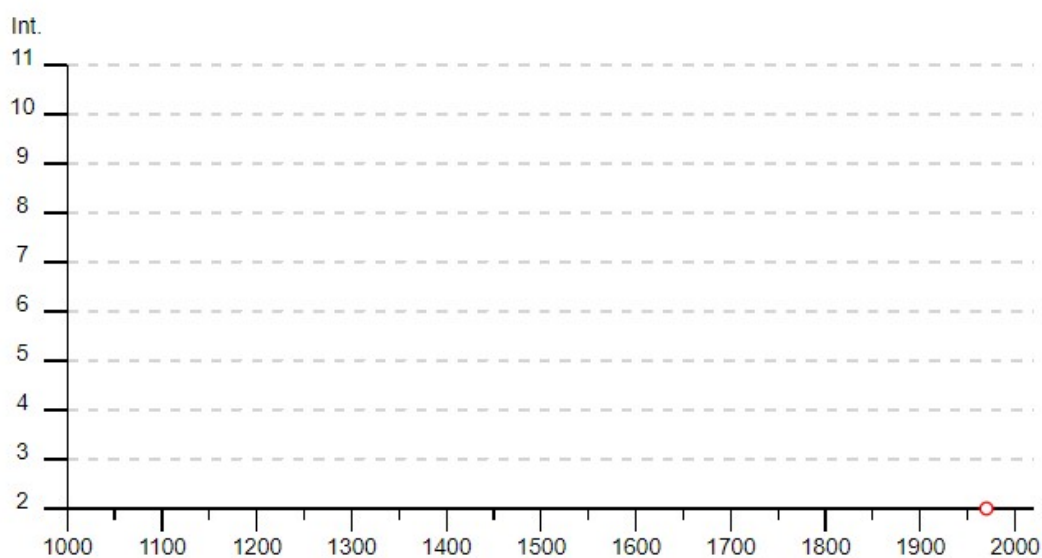


Fig. 6: Rappresentazione grafica dei risentimenti al sito di studio

4.0 COMUNE DI MIGNANEGO

4.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per un territorio Comunale, la pericolosità sismica relativa può essere determinata facendo riferimento allo studio di riferimento per il territorio nazionale (*Gruppo di Lavoro MPS, 2004*), nonché in base alle informazioni sui terremoti storici, che sono riportate nel Database Macrosismico Italiano – DBMI15 (*Locati et al., 2016*).

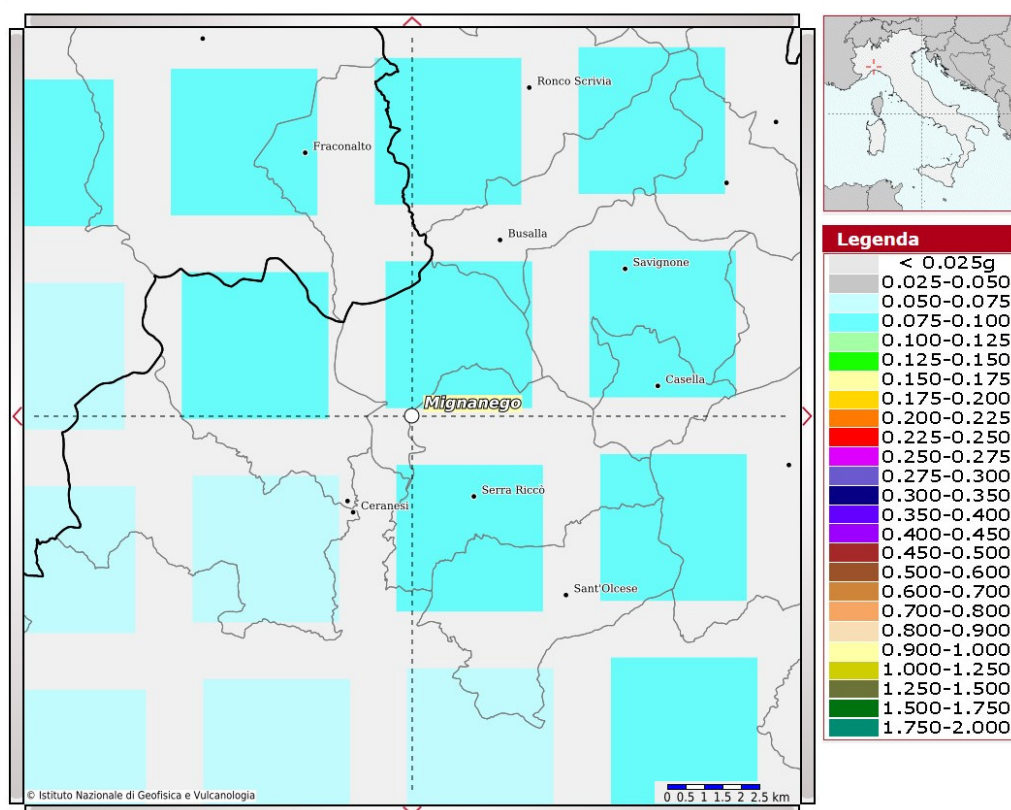


Fig. 7: Mappa di pericolosità sismica per il Comune di Mignanego (valore a_g con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Nella Fig. 7 è stata riportata la mappa della pericolosità sismica Nazionale per il territorio del Comune di Mignanego. Nella mappa sono riportati i valori di accelerazione oriz-

zontale massima (*Peak Ground Acceleration – PGA o ag*), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni (frequenza di superamento annuale pari a 0.0021).

Per il comune di Mignanego, la mappa indica un valore massimo di ag compreso tra 0.075g e 0.100g. Sulla base della classificazione sismica regionale (DGR n. 962/2018), il comune è classificato in zona 3.

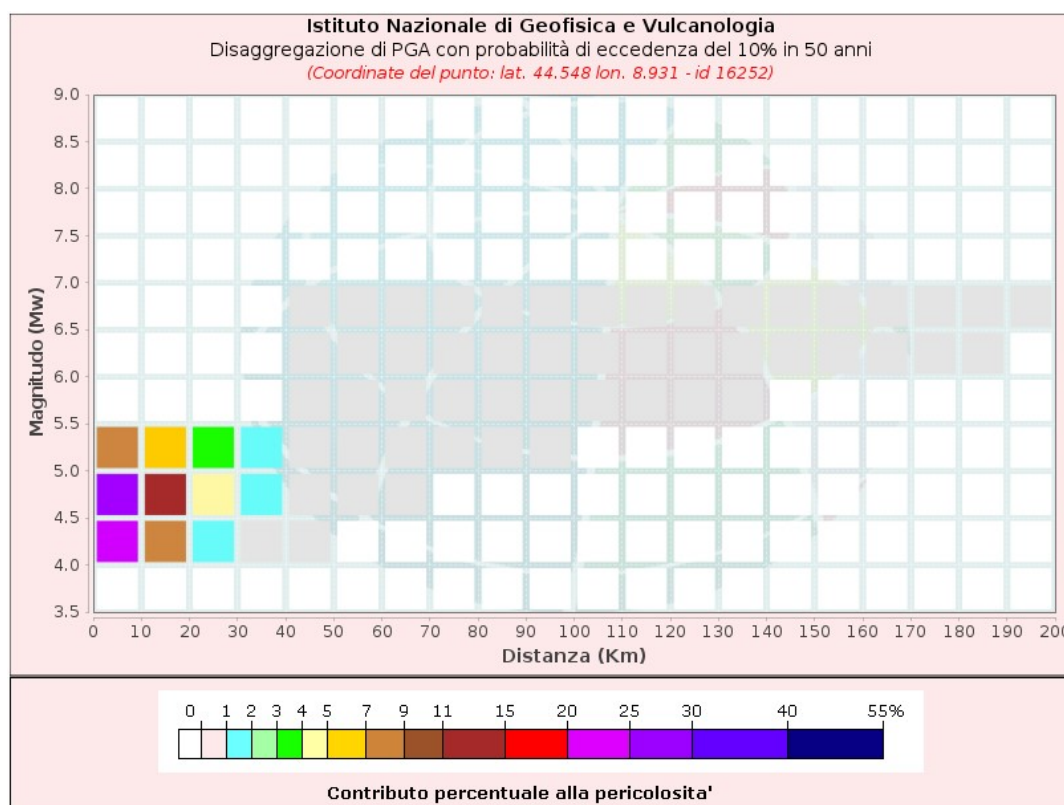


Fig. 8: Disaggregazione della pericolosità sismica per il nodo di coordinate lat. 44.548, long. 8.931 (valori di ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Utilizzando lo stesso periodo di ritorno di 475 anni, sono stati definiti gli eventi sismici di riferimento, ovvero prendendo in considerazione la disaggregazione della pericolosità sismica quali valori di ag.

Nella Figura 8 sono visibili i contributi alla pericolosità. Considerando i diversi scenari magnitudo-distanza, nel grafico sono visibili i contributi percentuali (tasso medio annuo di superamento del valore di a_g preso in considerazione). Nel grafico è visibile come il contributo massimo (scenario modale) corrisponde ad un coppia di valori pari a $[M = 4.75; R = 5\text{km}]$ ed è pari al 25.9%. Lo scenario medio invece corrisponde alla coppia $[M = 4.77; R = 13.5\text{km}]$ con un contributo pari a circa il 7.97%.

In linea generale, i contributi maggiori sono associati a scenari con valori di magnitudo compresa 4.5-5 e con distanze inferiori o uguali a 20km.

4.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Consultando gli archivi del Comune di Mignanego, nonché le pratiche di "vincolo Idrogeologico" presentate presso l'ufficio associato tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego, Campomorone e Serra Riccò (attualmente solo tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego e Sant'Olcese), si sono estratte e catalogate tutte le indagini geognostiche dirette ed indirette ricadenti all'interno del territorio Comunale. Nella Tabella 7 è riportato l'elenco delle indagini raccolte, suddivise per tipologie.

Indagini pregresse	
Tipo indagine	Quantità
Sondaggi a carotaggio continuo	15
Indagini geofisiche	13
Prove geotecniche	135
Misura delle frequenze di sito	29

Tabella 7: Tipologia e numero delle indagini geognostiche reperite.

Purtroppo, le indagini non sono omogeneamente distribuite, ma risultano concentrate nella porzione Est/Sud-Est del territorio Comunale di Mignanego.

4.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO

Sulla scorta delle indagini pregresse allegare alle pratiche edilizie, associate alle informazioni derivanti dalla cartografia di riferimento (progetto CARG, Piano di Bacino del T. Polcevera, VBP Bacino Padano), è stato possibile ricostruire con buona approssimazione le condizioni stratigrafiche e geologiche che caratterizzano il territorio oggetto di microzonazione. In particolare, l'analisi si è concentrata sul contrasto tra i depositi di origine eluvio/colluviale/frana con elevati spessori (sempre > 3 m), e il substrato lapideo sottostante, nonché nelle zone in frana attiva.

E' stata pertanto definita la situazione geologico-stratigrafica più significativa, riportata nelle Sezioni Geologiche seguenti. Le sezioni sono state fatte sulla base cartografica della "Carta Geologico-Tecnica", sulla quale sono anche riportate le tracce delle sezioni.

Sezione A-A'

Sezione B-B'

4.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come accennato nei punti precedenti, il presente studio di MS livello 1 si è basato esclusivamente su indagini pregresse, che per forza di cose sono concentrate nelle porzioni di territorio maggiormente urbanizzate e pertanto con una distribuzione decisamente disomogenea (in quantità e qualità), con interpretazione dei dati qualitativa e pertanto soggetta ad incertezze da cui deriva da una maggiore indeterminazione nello spessore e nelle caratteristiche delle coltri (dato estremamente importante per valutare l'amplificazione sismica).

La caratterizzazione del substrato roccioso, ovvero delle unità litotecniche che rappresentano il bed rock rigido, è avvenuta analizzando i pochi dati provenienti dalle indagini geognostiche, associandoli ai parametri reperiti dagli scriventi sulla stessa formazione rocciosa ma in altri ambiti territoriali. A questo si deve aggiungere l'estrema variabilità formazionale che contraddistingue il territorio Comunale, con tipologie di substrato roccioso (e suo comportamento geomeccanico) estremamente disomogenee.

I terreni di copertura o "sciolti", sono stati caratterizzati nei loro spessori, granulometria e genesi, sulla scorta dei dati provenienti dalle indagini geognostiche pregresse reperite in Comune e presso l'Ufficio Associato, e in seconda battuta sull'analisi delle cartografie tematiche di riferimento e sui dati bibliografici.

Gli accumuli di frana sovente oggetto di indagini specifiche, sono sedi molto spesso di amplificazioni sismiche, e sono i corpi detritici meglio caratterizzati, a cui si associa una perimetrazione del dissesto in buon accordo con il Piano di Bacino, il PUC e con l'inventario IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

4.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Lo studio ha riguardato la totalità del territorio Comunale, prendendo in considerazione per quanto riguarda il modello "tipo" del sottosuolo (Cap. 4.3), l'area maggiormente significativa nell'ambito dei confini comunali, seguendo quanto indicato nel documento di riferimento "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*" (Gruppo di Lavoro, 2008) in relazione ai rapporti tra MS e gli studi di pianificazione territoriale e urbanistica.

Sono state oggetto di MS tutte le aree insediate e non, senza alcuna distinzione tra i distretti di trasformazione e quelli nei quali in zone difficilmente accessibili non sono previste trasformazioni insediative a livello di pianificazione.

I risultati dello studio sono rappresentati dalla Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) e dalla Carta delle MOPS. La cartografia deriva esclusivamente dalla raccolta e dall'elaborazione della cartografia geologica pregressa (progetto CARG), dalla cartografia geomorfologica derivata dal Piano di Bacino del T. Polcevera, a cui si è aggiunto un rilievo geomorfologico ex novo della porzione di territorio comunale ricadente nel bacino padano (ricadente pertanto nella VBP a livello regionale), ambiti territoriali nei quali non era disponibile una cartografia geomorfologica di dettaglio a livello di PUC. A questa cartografia di base si sono associate tutte le indagini geognostiche reperite sia negli archivi comunali, sia negli archivi dell'ufficio associato che si occupa delle pratiche ricadenti in Vincolo Idrogeologico e paesistico, associate alle pratiche urbanistiche presentate. Non sono state eseguite indagini "ex novo", lasciando purtroppo una carenza di informazione di base, nelle zone in cui non sono state eseguite indagini geognostiche, che prevalentemente si concentrano nel fondovalle del Comune.

Tutti i risultati delle indagini, puntuali e lineari, sono stati riassunti nella carta delle indagini. L'interpretazione dei dati ha permesso di redigere la carta Geologico-tecnica (CGT_MS) e la "Carta delle MOPS".

La definizione delle aree suscettibili di amplificazione è avvenuta mediante la raccolta e la georeferenziazione delle indagini geognostiche in sito (sia puntuali sia lineari), mentre la loro perimetrazione è stata fatta sulla base dell'incrocio delle informazioni fornite con le cartografie di base (Carta Geologica, Carta Geomorfologica, Carta Litotecnica e Carta delle Pendenze del PUC del Comune di Mignanego).

4.6 ELABORATI CARTOGRAFICI

Nei paragrafi successivi vengono elencate e descritte le tavole cartografiche elaborate e realizzate per il presente studio di MS di Livello 1.

4.6.1 CARTA DELLE INDAGINI

Nella carta delle indagini sono state riportate georeferenziate tutte le indagini puntuali e lineari reperite negli archivi messi a disposizione dal Comune, riportandole e archiviandole secondo gli standard informatici per gli studi di MZS.

4.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) sono rappresentate tutte le informazioni contenute nella cartografia di base, i dati georeferenzati ottenuti dalle

indagini geognostiche reperite dagli archivi (indagini dirette – penetrometrie dinamiche, sondaggi a carotaggio continuo ecc... - e indirette – stese sismiche a rifrazione, MASW, Misura del rumore sismico ecc... -).

L'incrocio dei tematismi e delle informazioni dirette elencate sopra, ha permesso di caratterizzare e perimetrare i depositi detritici di copertura e il substrato roccioso.

Il territorio comunale risulta caratterizzato dalla presenza di settori nei quali il substrato roccioso, risulta ampiamente affiorante o sub-affiorante. Sono presenti anche estese aree con coperture detritiche di spessore significativo legate sia a processi morfodinamici di versante, coltri ghiaiose-sabbiose-limose-argillose (GM-ML) e sia a coperture detritiche naturali e antropiche (Riporti, Terrazzi fluviali GM, Depositi eluvio-colluviali GM ed ML, Depositi Alluvionali GW e GM, Conoidi GC), di spessore sempre > 3,0 m.

Nella tabella 8, sono riportate le associazioni fra le unità geologiche presenti nell'area di studio e la classificazione prevista per la CGT_MS.

Formazioni e coperture	Codifica
Metabasalti di M.te Figogna	LP
Argilliti di Montanesi, Argilloscisti di Murta, Metacalcari, Metasedimenti	LPS
Formazione di Ronco, Argilliti di Mignanego, Argilloscisti di Costagiutta	ALS
Depositi Antropici	Rlzz
Depositi Alluvionali	GMtf
Depositi Alluvionali	GMpi
Depositi Alluvionali	GWpi
Depositi Eluvio-Colluviali	GMec
Depositi Eluvio-Colluviali	MLec
Depositi Lacustri	GMLc

Tabella 8: Substrato geologico rigido e terreni di copertura presenti nel territorio comunale, con associati i codici richiesti dagli standard di archiviazione

4.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Di seguito viene fatta una descrizione delle microzone omogenee individuate nella Carta delle MOPS del comune di Mignanego.

Nella carta sono riportate:

- Le zone stabili,
- Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Le fagli attive e capaci
- I punti di misura di rumore ambientale
- Le zone di attenzione per instabilità

Le aree con acclività superiore a 15° sono suscettibili di amplificazione topografica. Nelle Carta delle MOPS sono inoltre individuate anche le zone suscettibili di instabilità di versante (zone di attenzione per instabilità). La quantificazione dell'amplificazione sismica e dell'instabilità di versante riguardano gli studi di MS di Livello 2 ovvero 3. Nella Carta delle MOPS sono state individuate le zone descritte di seguito, a ciascuna delle quali è associata una "sezione tipo" descrittiva della situazione stratigrafica media individuata.

ZONE STABILI:

Zona 1011

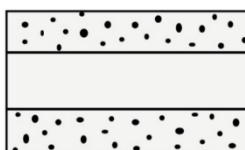


Fig. A: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1011

Zona 1012

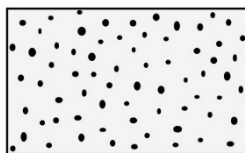


Fig. B: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1012

Zona 1041

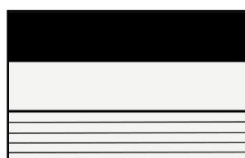


Fig. C: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1041

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 2001

Le caratteristiche principali di questa zona sono la presenza di materiali di riporto di origine antropica, di spessore variabile compreso tra 3 e 17 m circa, e frequenza di risonanza pari a 20Hz, sovrapposti al substrato (Figura D).

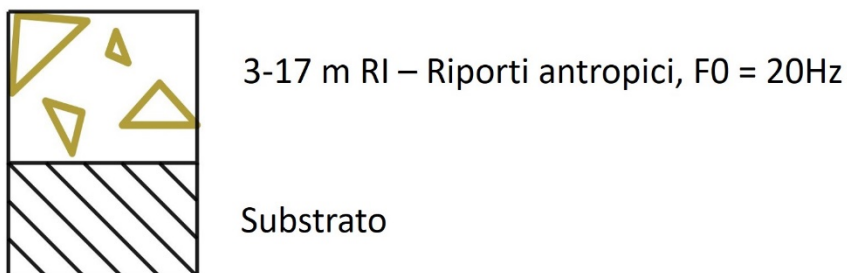


Fig. D: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2001

Zona 2003

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine alluvionale (GMtf), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 8 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura E).

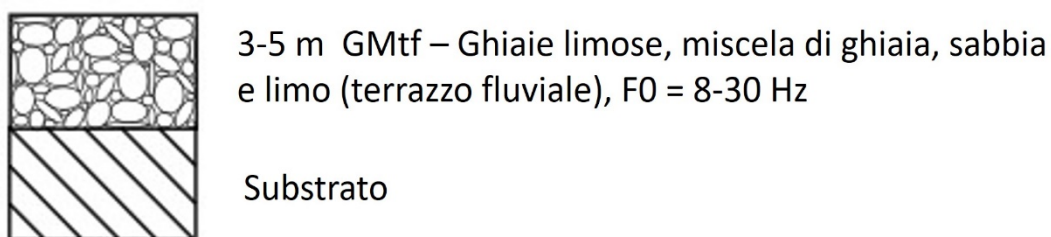


Fig. E: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2003

Zona 2004

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine eluvio-colluviale (GMec), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 3 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura F).

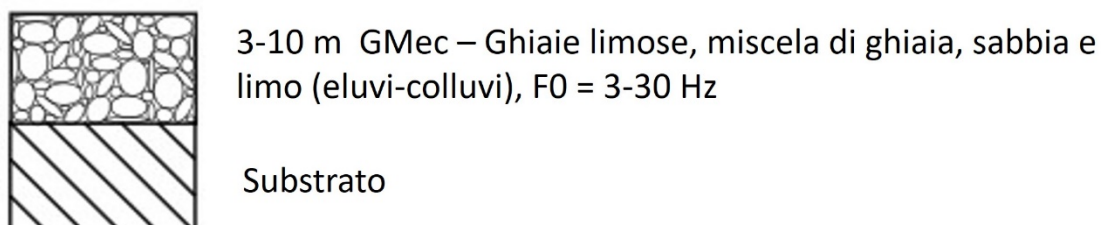
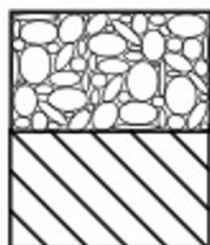


Fig. F: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2004

Zona 2005

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine alluvionale (GMpi), di spessore variabile compreso tra 5 e 20 m circa, sovrapposti al substrato (Figura G).



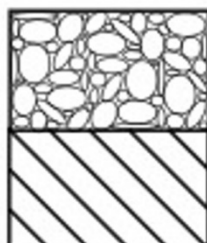
5-20 m GMpi – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (piana inondabile)

Substrato

Fig. G: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2005

Zona 2006

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine lacustre (GMlc), di spessore variabile compreso tra 5 e 10 m circa, sovrapposti al substrato (Figura H).



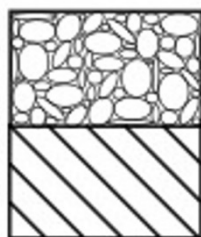
5-10 m GMlc – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (lacustri)

Substrato

Fig. H: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2006

Zona 2007

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso di origine alluvionale (GWpi), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa, sovrapposti al substrato (Figura I).



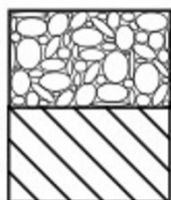
3-5 m GWpi – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (piana inondabile)

Substrato

Fig. I: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2007

Zona 2009

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo sabbioso-limoso-argilloso, di origine eluvio-colluviale (MLec), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 5 e 15 Hz, sovrapposti al substrato (Figura L).



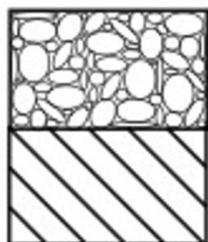
3-5 m MLec – Limi organici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (eluvi-colluvi), $F_0 = 5-15$ Hz

Substrato

Fig. L: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2009

Zona 2010

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-argilloso, di origine conoidale (GCcd), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa, sovrapposti al substrato (Figura M).



3-10 m GCcd – Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (conoidi)

Substrato

Fig. M: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2010

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

In questa categoria sono incluse tutte le frane che sono state riportate nella carta geologico-tecnica, sulla scorta della Carta geomorfologica del PUC adeguata al Piano di bacino del Torrente Polcevera con le integrazioni della Carta Geomorfologica redatta ex-novo a tutto il versante padano.

4.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Nella Tabella 9 sono riportati gli eventi sismici che sono stati risentiti storicamente nel territorio del Comune di Mignanego (indicati come data, area epicentrale, intensità epicentrale I_0 e magnitudo momento M_w), ed il livello di risentimento espresso in termini di intensità macrosismica.

I dati derivano dal **Database Macrosismico Italiano – DBMI15**. E sono rappresentati graficamente nella Figura 9.

Non è possibile fare confronti tra la distribuzione delle microzone e quella dei risentimenti (associati ai terremoti passati), essendo questi ultimi rappresentati da tre soli punti.

Tabella 9: Elenco dei Risentimenti al sito di studio

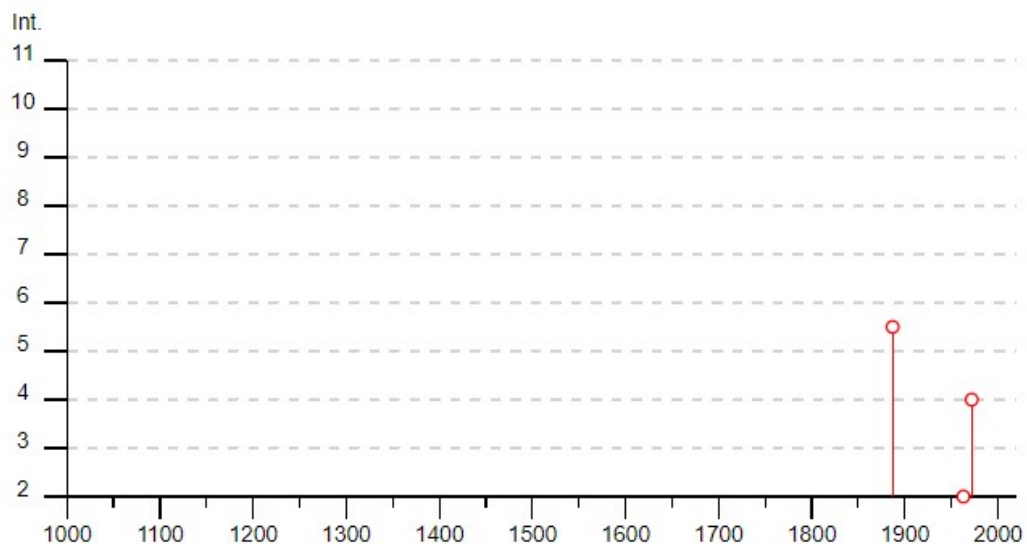


Fig. 9: Rappresentazione grafica dei risentimenti al sito di studio

5.0 COMUNE DI SERRA RICCO'

5.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per un territorio Comunale, la pericolosità sismica relativa può essere determinata facendo riferimento allo studio di riferimento per il territorio nazionale (*Gruppo di Lavoro MPS, 2004*), nonché in base alle informazioni sui terremoti storici, che sono riportate nel Database Macrosismico Italiano – DBMI15 (*Locati et al., 2016*).

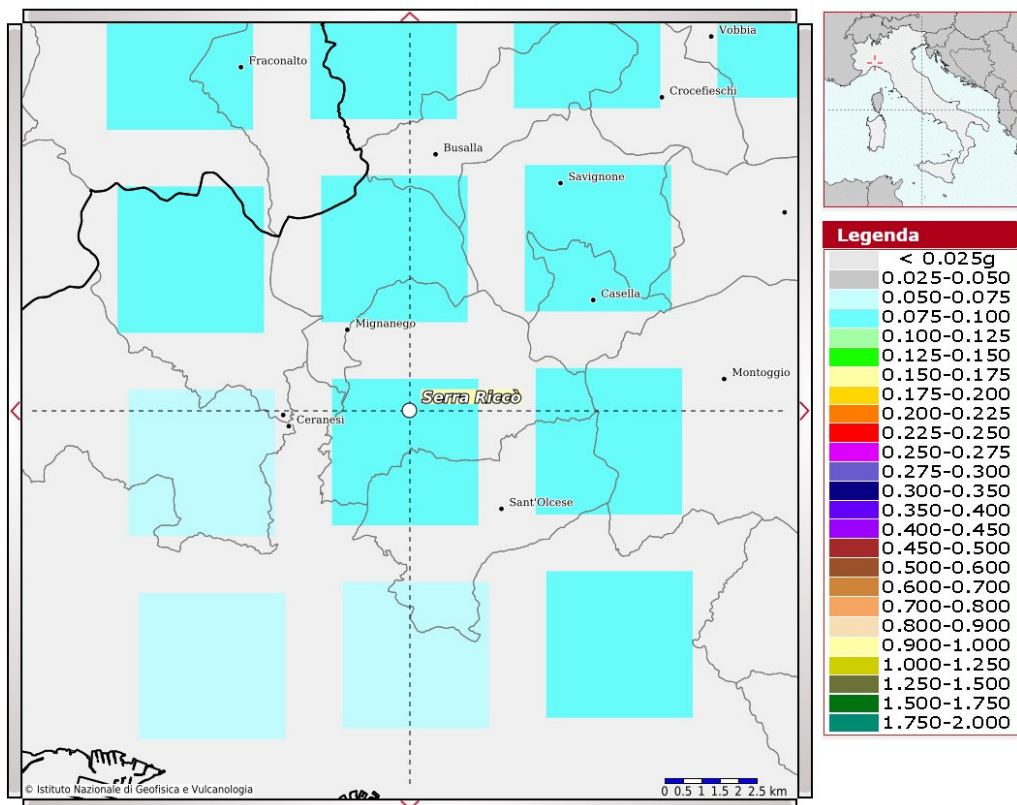


Fig. 10: Mappa di pericolosità sismica per il Comune di Serra Riccò (valore ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Nella Fig. 10 è stata riportata la mappa della pericolosità sismica Nazionale per il territorio del Comune di Serra Riccò. Nella mappa sono riportati i valori di accelerazione

orizzontale massima (*Peak Ground Acceleration – PGA o ag*), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni (frequenza di superamento annuale pari a 0.0021).

Per il comune di Serra Riccò, la mappa indica un valore massimo di ag compreso tra 0.075g e 0.100g. Sulla base della classificazione sismica regionale (DGR n. 962/2018), il comune è classificato in zona 3.

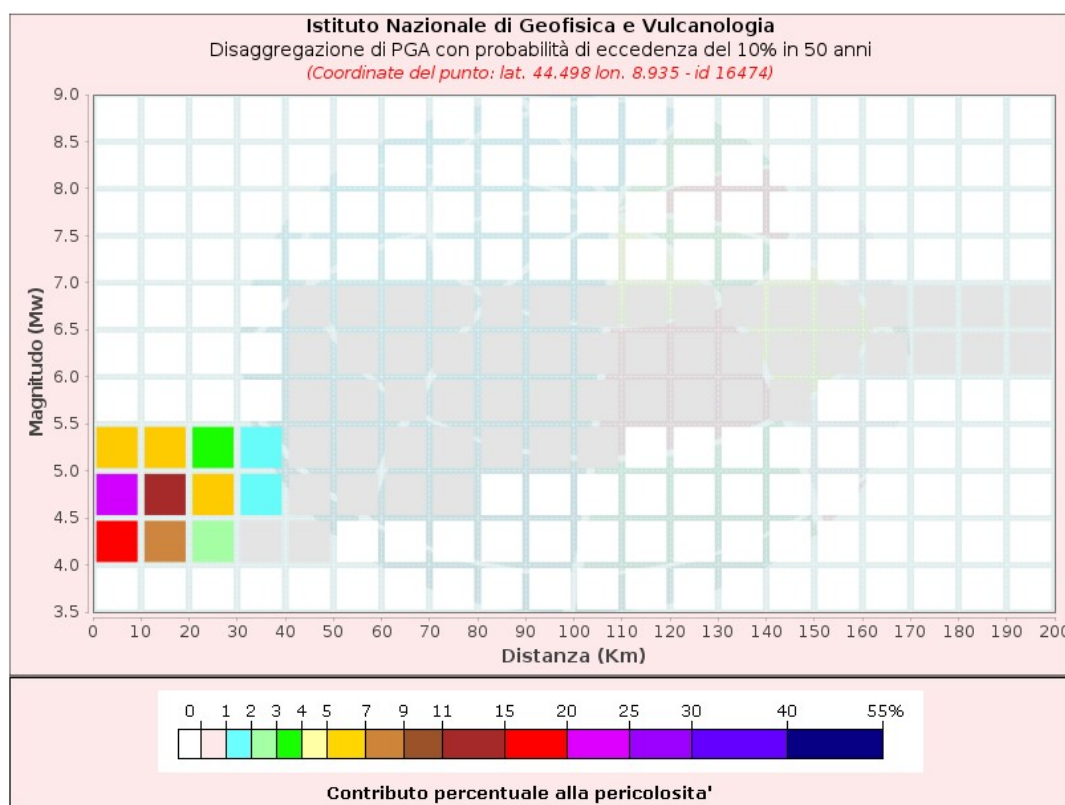


Fig. 11: Disaggregazione della pericolosità sismica per il nodo di coordinate lat. 44.498, long. 8.935 (valori di ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Utilizzando lo stesso periodo di ritorno di 475 anni, sono stati definiti gli eventi sismici di riferimento, ovvero prendendo in considerazione la disaggregazione della pericolosità sismica quali valori di ag.

Nella Figura 11 sono visibili i contributi alla pericolosità. Considerando i diversi scenari magnitudo-distanza, nel grafico sono visibili i contributi percentuali (tasso medio annuo di superamento del valore di ag preso in considerazione). Nel grafico è visibile come il contributo massimo (scenario modale), corrisponde alla seguente coppia di valori [M = 4.75; R = 5km] ed è pari al 21.9%. Lo scenario medio invece corrisponde alla coppia [M = 4.80; R = 16.60km] con un contributo pari a circa il 8.66%.

In linea generale, i contributi maggiori sono associati a scenari con valori di magnitudo compresa 4.5-5 e con distanze inferiori o uguali a 20km.

5.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Consultando gli archivi del Comune di Serra Riccò, nonché le pratiche di "vincolo Idro-geologico" presentate presso l'ufficio associato tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego, Campomorone e Serra Riccò (attualmente solo tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego e Sant'Olcese), si sono estratte e catalogate tutte le indagini geognostiche dirette ed indirette ricadenti all'interno del territorio Comunale. Nella Tabella 10 è riportato l'elenco delle indagini raccolte.

Indagini pregresse	
Tipo indagine	Quantità
Sondaggi a carotaggio continuo	12
Indagini geofisiche	18
Prove geotecniche	257
Misura delle frequenze di sito	44

Tabella 10: Tipologia e numero delle indagini geognostiche reperite.

Purtroppo, le indagini non sono omogeneamente distribuite, ma risultano concentrate nella porzione Ovest/Sud-Ovest del territorio Comunale di Serra Riccò.

5.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO

Sulla scorta delle indagini pregresse allegare alle pratiche edilizie, associate alle informazioni derivanti dalla cartografia di riferimento (progetto CARG, Piano di Bacino del T. Polcevera), è stato possibile ricostruire con buona approssimazione le condizioni stratigrafiche e geologiche che caratterizzano il territorio oggetto di microzonazione. In particolare, l'analisi si è concentrata sul contrasto tra i depositi di origine eluvio/col-luviale/frana con elevati spessori (sempre > 3 m), e il substrato lapideo sottostante, nonché nelle zone in frana attiva.

E' stata pertanto definita la situazione geologico-stratigrafica più significativa, riportata nelle Sezioni Geologiche seguenti. Le sezioni sono state fatte sulla base cartografica della "Carta Geologico-Tecnica", sulla quale sono anche riportate le tracce delle sezioni.

Sezione A-A'

Sezione B-B'

5.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come accennato nei punti precedenti, il presente studio di MS livello 1 si è basato esclusivamente su indagini pregresse, che per forza di cose sono concentrate nelle porzioni di territorio maggiormente urbanizzate e pertanto con una distribuzione decisamente disomogenea (in quantità e qualità), con interpretazione dei dati qualitativa e pertanto soggetta ad incertezze da cui deriva da una maggiore indeterminazione nello spessore e nelle caratteristiche delle coltri (dato estremamente importante per valutare l'amplificazione sismica).

La caratterizzazione del substrato roccioso, ovvero delle unità litotecniche che rappresentano il bed rock rigido, è avvenuta analizzando i pochi dati provenienti dalle indagini geognostiche, associandoli ai parametri reperiti dagli scriventi sulla stessa formazione rocciosa ma in altri ambiti territoriali. A questo si deve aggiungere l'estrema variabilità formazionale che contraddistingue il territorio Comunale, con tipologie di substrato roccioso (e suo comportamento geomeccanico) decisamente variabili.

I terreni di copertura o "sciolti", sono stati caratterizzati nei loro spessori, granulometria e genesi, sulla scorta dei dati provenienti dalle indagini geognostiche pregresse reperite in Comune e presso l'Ufficio Associato, e in seconda battuta sull'analisi delle cartografie tematiche di riferimento e sui dati bibliografici.

Gli accumuli di frana sovente oggetto di indagini specifiche, sono sedi molto spesso di amplificazioni sismiche, e sono i corpi detritici meglio caratterizzati, a cui si associa una perimetrazione del dissesto in buon accordo con il Piano di Bacino, il PUC e con l'inventario IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

5.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Lo studio ha riguardato la totalità del territorio Comunale, prendendo in considerazione per quanto riguarda il modello "tipo" del sottosuolo (Cap. 5.3), l'area maggiormente significativa nell'ambito dei confini comunali, seguendo quanto indicato nel documento di riferimento "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*" (Gruppo di Lavoro, 2008) in relazione ai rapporti tra MS e gli studi di pianificazione territoriale e urbanistica.

Sono state oggetto di MS tutte le aree insediate e non, senza alcuna distinzione tra i distretti di trasformazione e quelli nei quali in zone difficilmente accessibili non sono previste trasformazioni insediative a livello di pianificazione.

I risultati dello studio sono rappresentati dalla Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) e dalla Carta delle MOPS. La cartografia deriva esclusivamente dalla raccolta e dall'elaborazione della cartografia geologica pregressa (progetto CARG) e dalla cartografia geomorfologica derivata dal Piano di Bacino del T. Polcevera. A questa cartografia di base si sono associate tutte le indagini geognostiche reperite sia negli archivi comunali, sia negli archivi dell'ufficio associato che si occupa delle pratiche ricadenti in Vincolo Idrogeologico e paesistico, associate alle pratiche urbanistiche presentate. Non sono state eseguite indagini "ex novo", lasciando purtroppo una carenza di informazione di base, nelle zone in cui non sono state eseguite indagini geognostiche, che prevalentemente si concentrano nel fondovalle del Comune.

Tutti i risultati delle indagini, puntuali e lineari, sono stati riassunti nella carta delle indagini. L'interpretazione dei dati ha permesso di redigere la carta Geologico-tecnica (CGT_MS) e la "Carta delle MOPS".

La definizione delle aree suscettibili di amplificazione è avvenuta mediante la raccolta e la georeferenziazione delle indagini geognostiche in sito (sia puntuali sia lineari), mentre la loro perimetrazione è stata fatta sulla base dell'incrocio delle informazioni fornite con le cartografie di base (Carta Geologica, Carta Geomorfologica, Carta Litotecnica e Carta delle Pendenze del PUC del Comune di Serra Riccò).

5.6 ELABORATI CARTOGRAFICI

Nei paragrafi successivi vengono elencate e descritte le tavole cartografiche elaborate e realizzate per il presente studio di MS di Livello 1.

5.6.1 CARTA DELLE INDAGINI

Nella carta delle indagini sono state riportate georeferenziate tutte le indagini puntuali e lineari reperite negli archivi messi a disposizione dal Comune, riportandole e archiviandole secondo gli standard informatici per gli studi di MZS.

5.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) sono rappresentate tutte le informazioni contenute nella cartografia di base, i dati georeferenzati ottenuti dalle

indagini geognostiche reperite dagli archivi (indagini dirette – penetrometrie dinamiche, sondaggi a carotaggio continuo ecc... - e indirette – stese sismiche a rifrazione, MASW, Misura del rumore sismico ecc... -).

L'incrocio dei tematismi e delle informazioni dirette elencate sopra, ha permesso di caratterizzare e perimetrare i depositi detritici di copertura e il substrato roccioso.

Il territorio comunale risulta caratterizzato dalla presenza di settori nei quali il substrato roccioso, risulta in posizione affiorante o sub-affiorante. Sono presenti anche estese aree con coperture detritiche di spessore significativo legate sia a processi morfodinamici di versante, coltri ghiaiose-sabbiose-limose (GM) e sia a coperture detritiche naturali e antropiche (Riporti, Terrazzi fluviali GM, Depositi Alluvionali GM e GW, Depositi eluvio-colluviali GM) di spessore sempre > 3,0 m.

Nella tabella 11, sono riportate le associazioni fra le unità geologiche presenti nell'area di studio e la classificazione prevista per la CGT_MS.

Formazioni e coperture	Codifica
Argilliti di Montanesi, Argilliti di Montoggio	LPS
Formazione del M.te Antola, Formazione di Ronco, Argilliti di Mignano	ALS
Depositi Antropici	RIzz
Depositi Alluvionali	GMtf
Depositi Alluvionali	GMpi
Depositi Alluvionali	GWpi
Depositi Eluvio-Colluviali	GMec

Tabella 11: Substrato geologico rigido e terreni di copertura presenti nel territorio comunale, con associati i codici richiesti dagli standard di archiviazione

5.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Di seguito viene fatta una descrizione delle microzone omogenee individuate nella Carta delle MOPS del comune di Serra Riccò.

Nella carta sono riportate:

- Le zone stabili,
- Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Le fagli attive e capaci
- I punti di misura di rumore ambientale
- Le zone di attenzione per instabilità

Le aree con acclività superiore a 15° sono suscettibili di amplificazione topografica. Nelle Carta delle MOPS sono inoltre individuate anche le zone suscettibili di instabilità di versante (zone di attenzione per instabilità). La quantificazione dell'amplificazione sismica e dell'instabilità di versante riguardano gli studi di MS di Livello 2 ovvero 3. Nella Carta delle MOPS sono state individuate le zone descritte di seguito, a ciascuna delle quali è associata una "sezione tipo" descrittiva della situazione stratigrafica media individuata.

ZONE STABILI:

Zona 1011

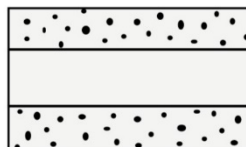


Fig. A: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1011

Zona 1041

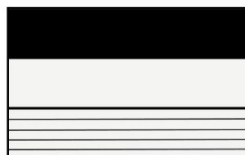


Fig. B: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1041

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 2001

Le caratteristiche principali di questa zona sono la presenza di materiali di riporto di origine antropica, di spessore variabile compreso tra 3 e 17 m circa, e frequenza di risonanza pari a 20Hz, sovrapposti al substrato (Figura C).

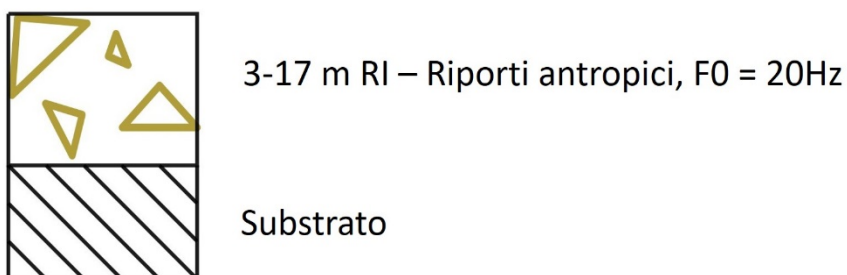
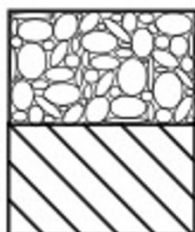


Fig. C: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2001

Zona 2003

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine alluvionale (GMtf), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 8 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura D).



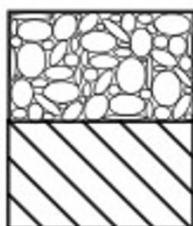
3-5 m GMtf – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (terrazzo fluviale), $F_0 = 8-30$ Hz

Substrato

Fig. D: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2003

Zona 2004

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine eluvio-colluviale (GMec), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 3 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura E).



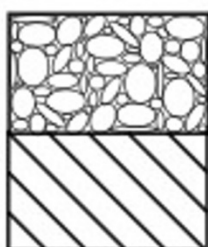
3-10 m GMec – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (eluvi-colluvi), $F_0 = 3-30$ Hz

Substrato

Fig. E: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2004

Zona 2005

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine alluvionale (GMpi), di spessore variabile compreso tra 5 e 20 m circa, sovrapposti al substrato (Figura F).



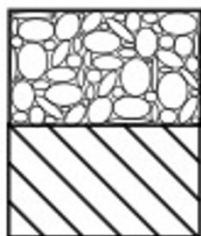
5-20 m GMpi – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (piana inondabile)

Substrato

Fig. F: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2005

Zona 2007

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso di origine alluvionale (GWpi), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa, sovrapposti al substrato (Figura G).



3-5 m GWpi – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (piana inondabile)

Substrato

Fig. G: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2007

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

In questa categoria sono incluse tutte le frane che sono state riportate nella carta geologico-tecnica, sulla scorta della Carta geomorfologica del PUC adeguata al Piano di bacino del Torrente Polcevera.

5.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Nella Tabella 12 sono riportati gli eventi sismici che sono stati risentiti storicamente nel territorio del Comune di Serra Riccò (indicati come data, area epicentrale, intensità epicentrale I_0 e magnitudo momento M_w), ed il livello di risentimento espresso in termini di intensità macrosismica.

I dati derivano dal **Database Macrosismico Italiano – DBMI15**. E sono rappresentati graficamente nella Figura 12.

Non è possibile fare confronti tra la distribuzione delle microzone e quella dei risentimenti (associati ai terremoti passati), essendo questi ultimi rappresentati da un unico punto.

Intensità	Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Secondi	Area Epicentrale	I0	Mw
5	1887	2	23	5	21	50	Liguria occidentale	9	6,27
NF	1993	7	17	10	34	59,7	Liguria occidentale	5	4,34
NF	2000	8	21	17	14		Monferrato	6	4,94
NF	2005	4	13	18	46	7,69	Valle del Trebbia	4	3,68

Tabella 12: Elenco dei Risentimenti al sito di studio

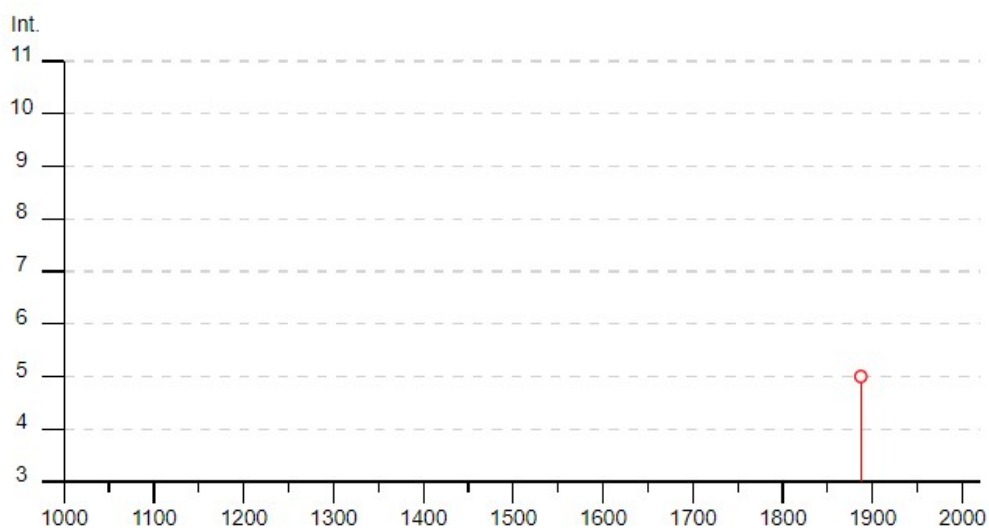


Fig. 12: Rappresentazione grafica dei risentimenti al sito di studio

6.0 COMUNE DI SANT'OLCESE

6.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per un territorio Comunale, la pericolosità sismica relativa può essere determinata facendo riferimento allo studio di riferimento per il territorio nazionale (*Gruppo di Lavoro MPS, 2004*), nonché in base alle informazioni sui terremoti storici, che sono riportate nel Database Macrosismico Italiano – DBMI15 (*Locati et al., 2016*).

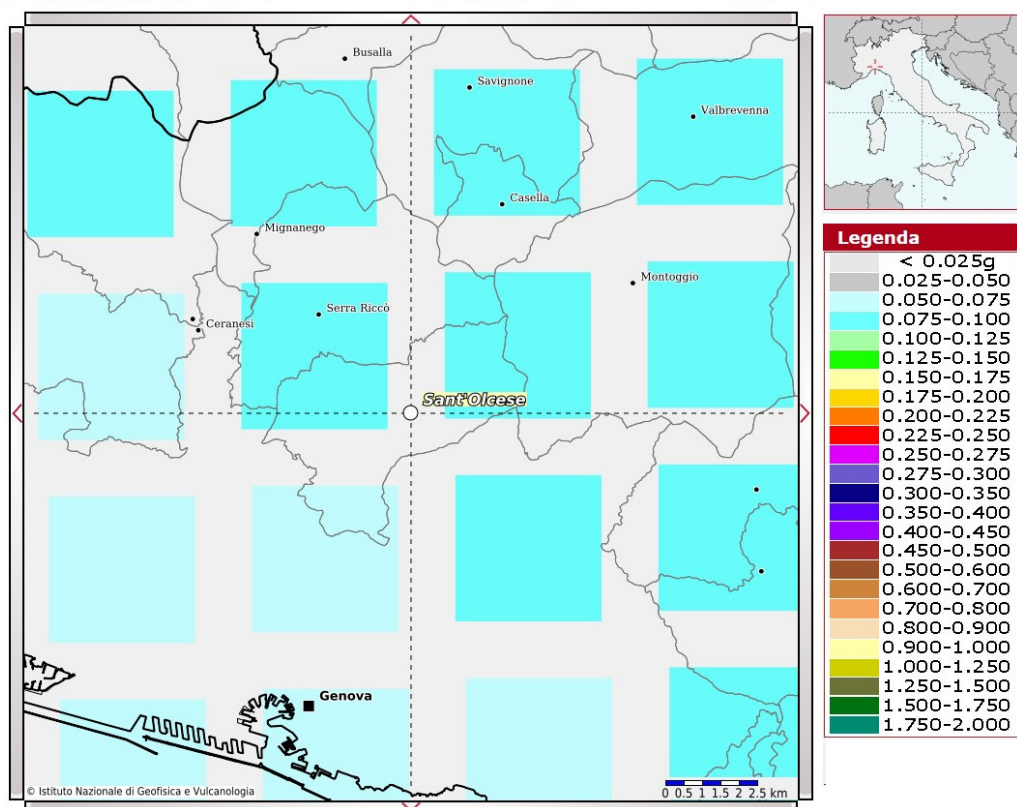


Fig. 13: Mappa di pericolosità sismica per il Comune di Sant'Olcese (valore ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Nella Fig. 13 è stata riportata la mappa della pericolosità sismica Nazionale per il territorio del Comune di Sant'Olcese. Nella mappa sono riportati i valori di accelerazione

orizzontale massima (*Peak Ground Acceleration – PGA o ag*), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni (frequenza di superamento annuale pari a 0.0021).

Per il comune di Sant'Olcese, la mappa indica un valore massimo di ag compreso tra 0.050g e 0.100g. Sulla base della classificazione sismica regionale (DGR n. 962/2018), il comune è classificato in zona 3.

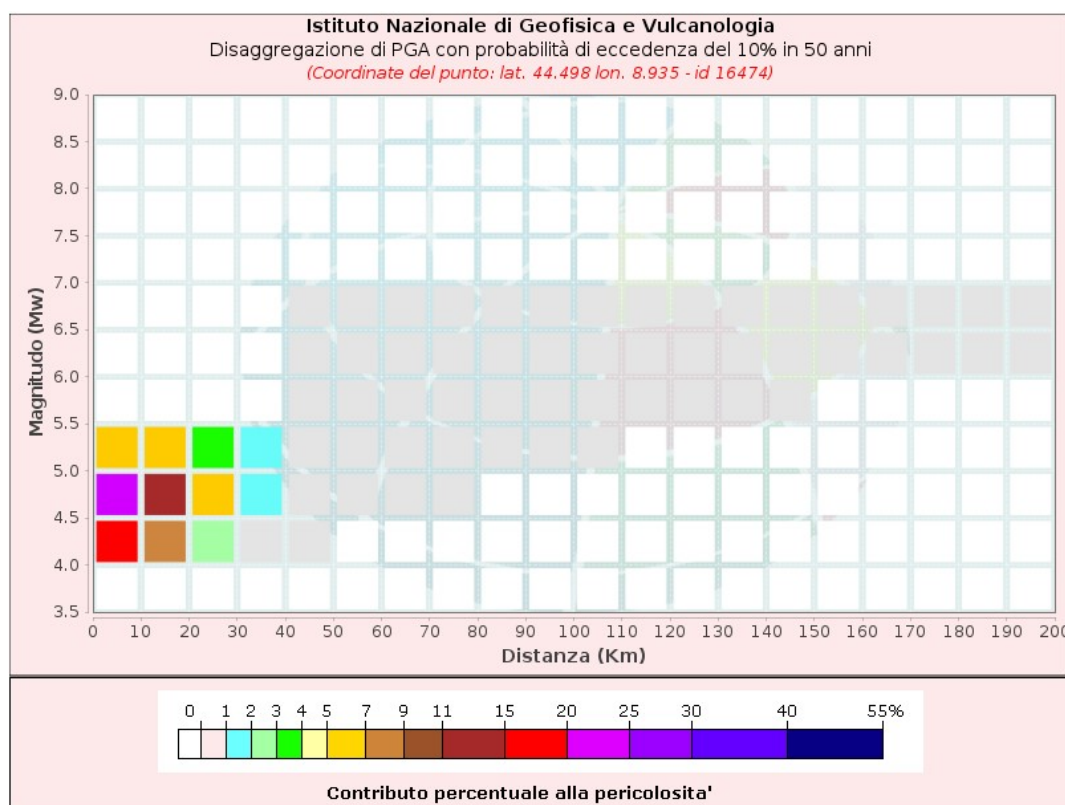


Fig. 14: Disaggregazione della pericolosità sismica per il nodo di coordinate lat. 44.498, long. 8.935 (valori di ag con prob. di superamento del 10% in 50 anni)

Utilizzando lo stesso periodo di ritorno di 475 anni, sono stati definiti gli eventi sismici di riferimento, ovvero prendendo in considerazione la disaggregazione della pericolosità sismica quali valori di ag.

Nella Figura 14 sono visibili i contributi alla pericolosità. Considerando i diversi scenari magnitudo-distanza, nel grafico sono visibili i contributi percentuali (tasso medio annuo di superamento del valore di ag preso in considerazione). Nel grafico è visibile come il contributo massimo (scenario modale) corrisponde alla seguente coppia di valori [M = 4.75; R = 5km] ed è pari al 21.9%. Lo scenario medio invece corrisponde alla coppia [M = 4.80; R = 16.6m] con un contributo pari a circa il 8.66%.

In linea generale, i contributi maggiori sono associati a scenari con valori di magnitudo compresa 4.5-5 e con distanze inferiori o uguali a 20km.

6.2 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Consultando gli archivi del Comune di Sant'Olcese, nonché le pratiche di "vincolo Idrogeologico" presentate presso l'ufficio associato tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego, Campomorone e Serra Riccò (attualmente solo tra i Comuni di Ceranesi, Mignanego e Sant'Olcese), si sono estratte e catalogate tutte le indagini geognostiche dirette ed indirette ricadenti all'interno del territorio Comunale. Nella Tabella 13 è riportato l'elenco delle indagini raccolte.

Indagini pregresse	
Tipo indagine	Quantità
Sondaggi a carotaggio continuo	3
Indagini geofisiche	33
Prove geotecniche	287
Misura delle frequenze di sito	26

Tabella 13: Tipologia e numero delle indagini geognostiche reperite.

Le indagini risultano discretamente ben distribuite su tutto il territorio Comunale di Sant'Olcese.

6.3 MODELLO DI SOTTOSUOLO

Sulla scorta delle indagini pregresse allegare alle pratiche edilizie, associate alle informazioni derivanti dalla cartografia di riferimento (progetto CARG, Piani di Bacino del T. Polcevera e del T. Bisagno), è stato possibile ricostruire con buona approssimazione le condizioni stratigrafiche e geologiche che caratterizzano il territorio oggetto di microzonazione. In particolare, l'analisi si è concentrata sul contrasto tra i depositi di origine eluvio/colluviale/frana con elevati spessori (sempre > 3 m), e il substrato lapideo sottostante, nonché nelle zone in frana attiva.

E' stata pertanto definita la situazione geologico-stratigrafica più significativa, riportata nelle Sezioni Geologiche seguenti. Le sezioni sono state fatte sulla base cartografica della "Carta Geologico-Tecnica", sulla quale sono anche riportate le tracce delle sezioni.

Sezione A-A'

Sezione B-B'

6.4 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come accennato nei punti precedenti, il presente studio di MS livello 1 si è basato esclusivamente su indagini pregresse , che per forza di cose sono concentrate nelle porzioni di territorio maggiormente urbanizzate e pertanto con una distribuzione piuttosto disomogenea (in quantità e qualità), con interpretazione dei dati qualitativa e pertanto soggetta ad incertezze da cui deriva da una maggiore indeterminatezza nello spessore e nelle caratteristiche delle coltri (dato estremamente importante per valutare l'amplificazione sismica).

La caratterizzazione del substrato roccioso, ovvero delle unità litotecniche che rappresentano il bed rock rigido, è avvenuta analizzando i dati provenienti dalle indagini geognostiche , associandoli ai parametri reperiti dagli scriventi sulla stessa formazione rocciosa ma in altri ambiti territoriali. A questo si deve aggiungere l'estrema variabilità formazionale che contraddistingue il territorio Comunale, con tipologie di substrato roccioso (e suo comportamento geomeccanico) discretamente disomogenee.

I terreni di copertura o "sciolti", sono stati caratterizzati nei loro spessori, granulometria e genesi, sulla scorta dei dati provenienti dalle indagini geognostiche pregresse reperite in Comune e presso l'Ufficio Associato, e in seconda battuta sull'analisi delle cartografie tematiche di riferimento e sui dati bibliografici.

Gli accumuli di frana sovente oggetto di indagini specifiche, sono sedi molto spesso di amplificazioni sismiche, e sono i corpi detritici meglio caratterizzati, a cui si associa una perimetrazione del dissesto in buon accordo con il Piano di Bacino, il PUC e con l'inventario IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

6.5 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Lo studio ha riguardato la totalità del territorio Comunale, prendendo in considerazione per quanto riguarda il modello "tipo" del sottosuolo (Cap. 6.3), l'area maggiormente significativa nell'ambito dei confini comunali, seguendo quanto indicato nel documento di riferimento "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*" (Gruppo di Lavoro, 2008) in relazione ai rapporti tra MS e gli studi di pianificazione territoriale e urbanistica.

Sono state oggetto di MS tutte le aree insediate e non, senza alcuna distinzione tra i distretti di trasformazione e quelli nei quali in zone difficilmente accessibili non sono previste trasformazioni insediative a livello di pianificazione.

I risultati dello studio sono rappresentati dalla Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) e dalla Carta delle MOPS. La cartografia deriva esclusivamente dalla raccolta e dall'elaborazione della cartografia geologica pregressa (progetto CARG) e dalla cartografia geomorfologica derivata dai Piani di Bacino del T. Polcevera e del T. Bisagno. A questa cartografia di base si sono associate tutte le indagini geognostiche reperite sia negli archivi comunali, sia negli archivi dell'ufficio associato che si occupa delle pratiche ricadenti in Vincolo Idrogeologico e paesistico, associate alle pratiche urbanistiche presentate. Non sono state eseguite indagini "ex novo", che prevalentemente si concentrano nel fondovalle del Comune, lasciando purtroppo una carenza di informazione di base, nelle zone in cui non sono state eseguite indagini geognostiche.

Tutti i risultati delle indagini, puntuali e lineari, sono stati riassunti nella carta delle indagini. L'interpretazione dei dati ha permesso di redigere la carta Geologico-tecnica (CGT_MS) e la "Carta delle MOPS".

La definizione delle aree suscettibili di amplificazione è avvenuta mediante la raccolta e la georeferenziazione delle indagini geognostiche in sito (sia puntuali sia lineari), mentre la loro perimetrazione è stata fatta sulla base dell'incrocio delle informazioni fornite con le cartografie di base (Carta Geologica, Carta Geomorfologica, Carta Litotecnica e Carta delle Pendenze del PUC del Comune di Sant'Olcese).

6.6 ELABORATI CARTOGRAFICI

Nei paragrafi successivi vengono elencate e descritte le tavole cartografiche elaborate e realizzate per il presente studio di MS di Livello 1.

6.6.1 CARTA DELLE INDAGINI

Nella carta delle indagini sono state riportate georeferenziate tutte le indagini puntuali e lineari reperite negli archivi messi a disposizione dal Comune, riportandole e archiviandole secondo gli standard informatici per gli studi di MZS.

6.6.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta Geologico Tecnica per la MS (CGT_MS) sono rappresentate tutte le informazioni contenute nella cartografia di base, i dati georeferenziati ottenuti dalle

indagini geognostiche reperite dagli archivi (indagini dirette – penetrometrie dinamiche, sondaggi a carotaggio continuo ecc... - e indirette – stese sismiche a rifrazione, MASW, Misura del rumore sismico ecc... -).

L'incrocio dei tematismi e delle informazioni dirette elencate sopra, ha permesso di caratterizzare e perimetrare i depositi detritici di copertura e il substrato roccioso.

Il territorio comunale risulta caratterizzato dalla presenza di settori nei quali il substrato roccioso, risulta in posizione affiorante o sub-affiorante. Sono presenti anche estese aree con coperture detritiche di spessore significativo legate sia a processi morfodinamici di versante, coltri ghiaiose-sabbiose-limose (GM) e sia a coperture detritiche naturali e antropiche (Terrazzi fluviali GM, Depositi Alluvionali GW e GM, Depositi eluvio-colluviali GM) di spessore sempre > 3,0 m.

Nella tabella 14, sono riportate le associazioni fra le unità geologiche presenti nell'area di studio e la classificazione prevista per la CGT_MS.

Formazioni e coperture	Codifica
Argilliti di Montanesi, Argilliti di Montoggio	LPS
Formazione del M.te Antola, Formazione di Ronco	ALS
Depositi Alluvionali	GMtf
Depositi Alluvionali	GMpi
Depositi Alluvionali	GWpi
Depositi Eluvio-Colluviali	GMec

Tabella 14: Substrato geologico rigido e terreni di copertura presenti nel territorio comunale, con associati i codici richiesti dagli standard di archiviazione

6.6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Di seguito viene fatta una descrizione delle microzone omogenee individuate nella Carta delle MOPS del comune di Sant'Olcese.

Nella carta sono riportate:

- Le zone stabili,
- Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Le fagli attive e capaci
- I punti di misura di rumore ambientale
- Le zone di attenzione per instabilità

Le aree con acclività superiore a 15° sono suscettibili di amplificazione topografica. Nelle Carta delle MOPS sono inoltre individuate anche le zone suscettibili di instabilità di versante (zone di attenzione per instabilità). La quantificazione dell'amplificazione sismica e dell'instabilità di versante riguardano gli studi di MS di Livello 2 ovvero 3. Nella Carta delle MOPS sono state individuate le zone descritte di seguito, a ciascuna delle quali è associata una "sezione tipo" descrittiva della situazione stratigrafica media individuata.

ZONE STABILI:

Zona 1011

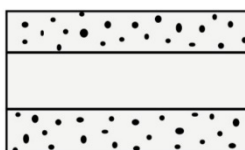


Fig. A: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1011

Zona 1041

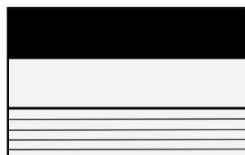
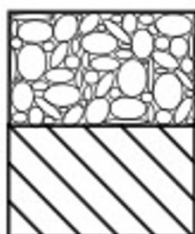


Fig. B: Zona Tipo rappresentativa della Zona Stabile 1041

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 2003

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine alluvionale (GMtf), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 8 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura C).



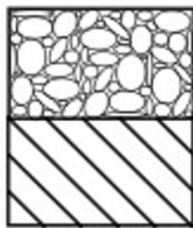
3-5 m GMtf – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (terrazzo fluviale), $F_0 = 8-30$ Hz

Substrato

Fig. C: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2003

Zona 2004

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine eluvio-colluviale (GMec), di spessore variabile compreso tra 3 e 10 m circa e frequenza di risonanza compresa tra 3 e 30 Hz, sovrapposti al substrato (Figura D).



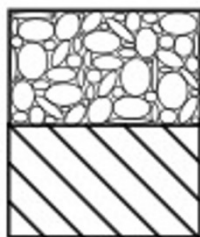
3-10 m GMec – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (eluvi-colluvi), $F_0 = 3-30$ Hz

Substrato

Fig. D: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2004

Zona 2007

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso di origine alluvionale (GWpi), di spessore variabile compreso tra 3 e 5 m circa, sovrapposti al substrato (Figura E).



3-5 m GWpi – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (piana inondabile)

Substrato

Fig. E: Zona Tipo rappresentativa della Zona 2007

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

In questa categoria sono incluse tutte le frane che sono state riportate nella carta geologico-tecnica, sulla scorta della Carta geomorfologica del PUC adeguata ai Piani di Bacino del Torrente Polcevera e del Torrente Bisagno.

6.7 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Nella Tabella 15 sono riportati gli eventi sismici che sono stati risentiti storicamente nel territorio del Comune di Sant'Olcese (indicati come data, area epicentrale, intensità epicentrale I_0 e magnitudo momento M_w), ed il livello di risentimento espresso in termini di intensità macrosismica.

I dati derivano dal **Database Macrosismico Italiano – DBMI15**.

Non è possibile fare confronti tra la distribuzione delle microzone e quella dei risentimenti (associati ai terremoti passati), essendo questi ultimi non rappresentabili.

Intensità	Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Secondi	Area Epicentrale	I0	Mw
NF	1970	12	31	22	4	46	Liguria occidentale	6	4,62
NF	2005	4	13	18	46	7,69	Valle del Trebbia	4	3,68
NF	2005	4	18	10	59	18,56	Valle del Trebbia	4	3,97

Tabella 15: Elenco dei Risentimenti al sito di studio

Genova, novembre 2022

(dott. geol. Gianni Santus)

(dott. geol. Irene Stevanato)