



Regione Lombardia

COMUNE DI SULBIATE

Provincia di Monza Brianza



VARIANTE GENERALE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

AGGIORNAMENTO E REVISIONE AI SENSI DELLA

D.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017

Adottato con delibera del C.C. n°_____ del_____

Il Sindaco

Publicato il _____

Approvato con delibera del C.C. n°_____ del_____

Il Segretario comunale

Publicato sul Burl n°_____ del_____

Codice:

Titolo:

Scala:

R.1

RELAZIONE GEOLOGICA

-

Data:

Dicembre 2022

Tecnico incaricato:

DOTT. GEOL. GABRIELE PEREGO

Ordine dei Geologi della Lombardia n.1689 sez. A

e-mail:geoperego@gmail.com

1	PREMESSA	1
2	AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO	2
2.1	QUADRO GEOLOGICO	2
2.2	QUADRO CONOSCITIVO RELATIVO AL FENOMENO DEGLI OCCHI POLLINI	3
2.3	ASSETTO IDROGRAFICO	7
2.4	RECEPIMENTO DELLO STUDIO DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE	9
2.5	ASPETTI IDROGEOLOGICI E VULNERABILITÀ DELLA FALDA	13
2.6	CENSIMENTO POZZI PUBBLICI AD USO IDROPOTABILE	15
3	RAPPORTI TRA L.R. 12/2005 E PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	16
3.1	PIANO TERRITORIALE REGIONALE	16
3.2	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	16
3.3	IL PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE	19
3.4	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO E PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI	20
4	CARTA DEI VINCOLI	21
5	CARTA DI SINTESI	23
6	INQUADRAMENTO NORMATIVA SISMICA	24
6.1	STORIA SISMICA	24
6.2	STILE SISMICO DELL'AREA E ZONE SISMOGENETICHE	25
6.3	VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	27
7	CARTA PERICOLOSITÀ SISMICA DI I E II LIVELLO	29
7.1	ANALISI DI I LIVELLO	30
7.2	APPROCCIO METODOLOGICO DEL 2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	31
7.3	FORME DI SUPERFICIE - ZONA Z3A	32
7.4	ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE	34
8	CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA	38
9	CARTA PAI-PGRA	39
	ALLEGATO	40
	INDAGINI HVSR	40

1 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Sulbiate (MB) viene redatto l'aggiornamento della Componente Geologica in occasione della variante generale del P.G.T.

Il comune di Sulbiate è dotato di studio geologico redatto a cura dello studio dei geologi Buzzi&Corno nell'anno 2007.

In presente studio contempla:

- la revisione e aggiornamento della relazione geologica;
- revisione delle Norme Geologiche di Piano;
- la redazione della nuova "carta geologica e geomorfologica", in sostituzione all'All.1 del precedente studio geologico, con le unità geologiche individuate nel Foglio 097 – Vimercate della Carta Geologica d'Italia;
- la redazione della "carta di suscettibilità al fenomeno degli occhi pollini";
- l'aggiornamento e revisione della Carta dei Vincoli geologici e relativo quadro normativo in recepimento delle norme di indirizzo della Direttiva Alluvioni, nonché al recepimento del nuovo Documento di Polizia Idraulica;
- l'aggiornamento e revisione della Carta di Sintesi;
- l'aggiornamento del quadro relativo alla pericolosità sismica comunale attraverso la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale di I e II livello;
- l'aggiornamento e revisione della Carta di Fattibilità Geologica per le azioni di Piano;
- predisposizione della Carta PAI-PGRA, in cui viene proposto il recepimento dello studio relativo alla ripermetrazione delle aree PAI nonché alle aree allagabili individuate nello "Studio Comunale di gestione del rischio idraulico".

Gli elaborati cartografici, allegati alla presente relazione, sono stati redatti in scala 1:5.000, utilizzando come base topografica il Data Base Topografico messo a disposizione dall'Ufficio tecnico comunale. Di seguito si riporta l'elenco delle tavole:

- Tavola 1 Carta geologica e geomorfologica;
- Tavole 2 Carta della suscettività al fenomeno degli occhi pollini;
- Tavola 3 Carta di sintesi;
- Tavola 4 Carta dei vincoli geologici;
- Tavola 5 Carta della Fattibilità geologica ;
- Tavola 6 Carta della pericolosità sismica locale di I e II livello;
- Tavola 7 Carta di Fattibilità geologica con elementi di Pericolosità Sismica Locale;
- Tavola 8 Carta PAI-PGRA.

2 AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO

2.1 QUADRO GEOLOGICO

I dati di base utili all'inquadramento geologico e geomorfologico dell'area in esame si è fatto riferimento ai dati ricavati alla Carta Geologica a scala 1:50.000 (CARG): Foglio 97 – Vimercate nonché dai rilievi in sito.

Tale cartografia costituisce un sostanziale aggiornamento del quadro delle conoscenze già ampiamente descritto nel precedente studio geologico comunale.

Il territorio in esame appartiene alla fascia dell'alta pianura terrazzata. Si tratta di un'area a morfogenesi fluviale/fluvioglaciale, caratterizzata da due principali ordini di terrazzi che rappresentano antichi livelli della pianura, connessi, secondo la nomenclatura geologica classica, alle glaciazioni Mindel e Riss.

L'area del progetto è costituita da depositi quaternari di età compresa tra il Pleistocene medio-superiore e l'Attuale.

Durante il Pleistocene la fascia Alpina e la Pianura Padana vengono interessate da episodi glaciali - convenzionalmente raggruppati in cinque fasi Danau, Gunz, Mindel, Riss, Würm (di cui solo le ultime tre sono presenti nella nostra Regione). L'enorme quantità di materiali trasportati dai ghiacciai e dalle acque di fusione, riempì le depressioni vallive, colmandole fino al livello del ripiano più elevato della pianura terrazzata.

La deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane costituì i primi anfiteatri morenici mentre nella media e bassa pianura, come per il territorio di Sulbiate, si formarono depositi fluvioglaciali.

Il susseguirsi di periodi con climi sensibilmente differenti ha determinato successivi momenti di avanzata e di ritiro dei ghiacciai alpini, con relative fasi deposizionali e fasi erosive, e la conseguente formazione di depositi glaciali e fluvioglaciali.

Durante le fasi interglaciali si assiste all'erosione dei depositi accumulatisi da parte di corsi d'acqua e alla conseguente creazione di una serie di terrazzi, sui quali si rinvengono tipici depositi eolici di clima più arido (loess).

Studi più recenti hanno permesso di riconoscere, all'interno delle glaciazioni principali, ulteriori cicli di clima caldo/freddo e stanno portando al superamento delle classiche suddivisioni in Mindel - Riss - Würm (individuate in zone a nord delle Alpi) con il riconoscimento di glaciazioni locali.

Dal Pleistocene superiore all'Olocene, con il lento innalzamento dell'alta pianura, nei settori settentrionali vengono messe a giorno le unità più antiche: il conseguente smantellamento della catena porta alla deposizione di alluvioni e la formazione del paesaggio attuale.

Nella seguente tabella si riporta la descrizione delle litologie individuate nella tavola "Tav.1 – Carta geologica e geomorfologica" rimandando per maggiori approfondimenti, alle Note Illustrative del Foglio Vimercate.

All'interno della carta sono stati, altresì, inseriti i terrazzi morfologici individuati nel P.T.C.P. e ridefiniti dallo scrivente in funzione delle evidenze rilevate nei siti.

Tabella unità geologiche e relativa descrizione.

Unità geologica	Sigla CARG	Caratteristiche geotecniche
Allogruppo di Besnate	BES	Ghiaia a supporto di matrice, ghiaia organizzata in livelli a supporto di matrice e clastico, sabbie, limi (depositi fluvioglaciali). L'alterazione è moderata, con profili poco evoluti che si spingono fino alla profondità di 4 m circa.
Sintema del Po	Pg	Ghiaie a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati (depositi fluviali e di esondazione). Limi e argille, localmente idromorfi; alternanze di livelli fini e livelli ghiaiosi (depositi lacustri). Ghiaia e sabbia, limi con clasti sparsi (depositi di versante e colluviati). Blocchi (depositi di frana). Superficie limite superiore poco o non alterata, caratterizzata da entisuoli ed inceptisuoli.
Formazione di Trezzo sull'Adda	Re	Ghiaie a prevalente supporto di matrice, massive o rozzamente organizzate (depositi fluviali). Ciottoli poligenici arrotondati, fortemente alterati; limite inferiore per fronte di alterazione.
Sintema della Specola	Sp	Diamicton a supporto di matrice (depositi glaciali). Ghiaia a supporto di matrice con locali intercalazioni sabbiose (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da un profilo di alterazione evoluto con spessori che possono arrivare fino a 6-8 m. Carbonati argillificati, arenarie arenizzate, cristallini e metamorfici da totalmente arenizzati a con cortex. Copertura loessica a fragipan sempre presente.
Allogruppo di Venegono	Ve	Limi debolmente argillosi con clasti debolmente alterati sparsi: loess colluviati. Limi debolmente sabbiosi, ghiaie fini e sabbie grossolane, ghiaie poligeniche poco alterate, limi argillosi con clasti sparsi (depositi fluviali). Ghiaie massicce a supporto di matrice costituita da limi sabbiosi; ghiaie massicce a supporto di clasti (depositi di versante).

2.2 QUADRO CONOSCITIVO RELATIVO AL FENOMENO DEGLI OCCHI POLLINI

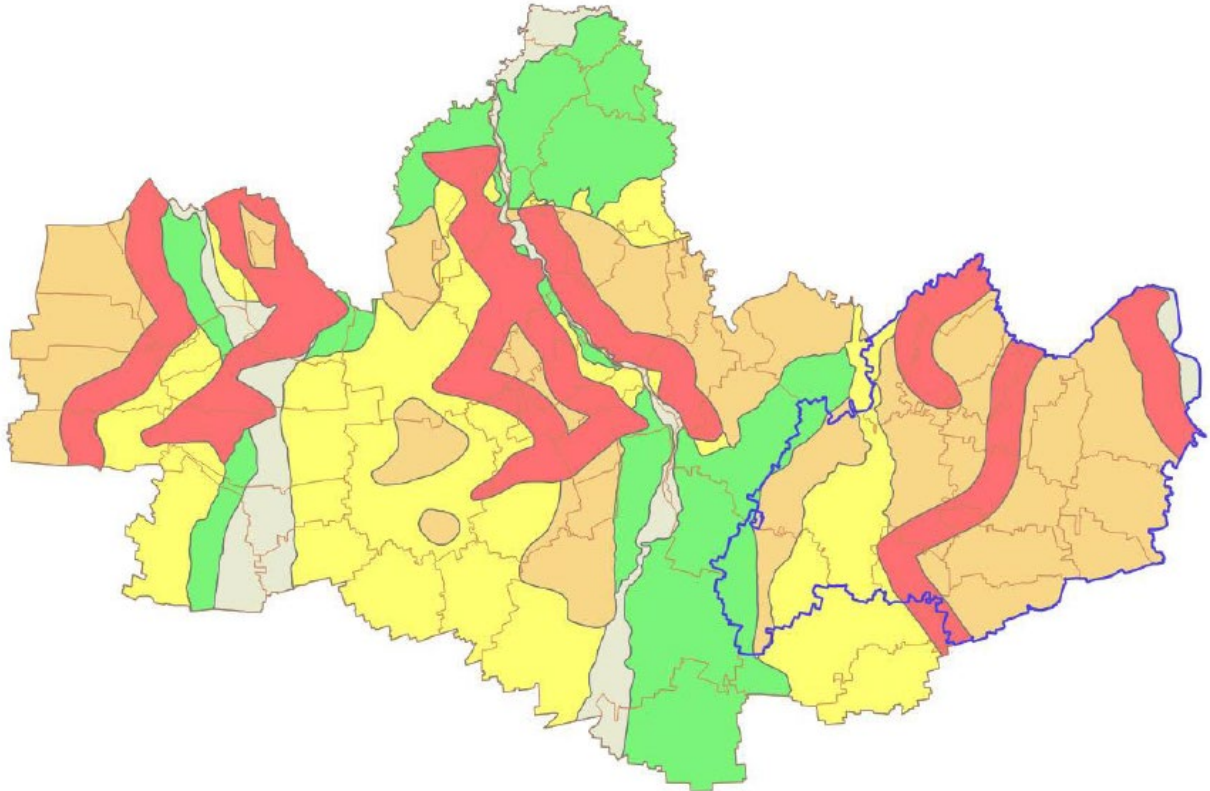
Il Comune di Sulbiate appartiene a quella porzione di territorio della Lombardia caratterizzato dal verificarsi del fenomeno degli "occhi pollini", ovvero da sprofondamenti e cedimenti che si generano improvvisamente sia in aree rurali che urbanizzate in terreni Quaternari.

Il quadro conoscitivo relativo al grado di suscettività agli occhi pollini è stato dedotto dallo studio redatto a cura di Strini & Tomasi (2020) dal titolo "Aggiornamento del quadro conoscitivo relativo alla suscettività del territorio della provincia di Monza e Brianza al fenomeno degli occhi pollini", al quale si rimanda per i dettagli.

Riprendendo la classificazione adottata in Strini (2004a), e utilizzata anche nel già citato studio fatto per il PTCP di Monza e della Brianza, si possono riconoscere le seguenti diverse forme: cavità in depositi non cementati, gallerie superficiali, cavità nel conglomerato e livelli a bassa resistenza.

Il fenomeno occhi pollini era già stato oggetto, nel 2011, di un primo approfondimento, recepito nel PTCP di Monza e Brianza (difesa del suolo e assetto idrogeologico) attualmente vigente. In esso era stata rivolta particolare attenzione nell'individuare, allo stato delle conoscenze dell'epoca, i processi genetici e le tipologie di occhi pollini presenti nel territorio provinciale, in modo da avere un primo quadro conoscitivo del fenomeno; da questo erano state poi ricavate alcune norme per la gestione del territorio considerando la presenza degli occhi pollini.

I risultati di tale approfondimento avevano portato alla suddivisione del territorio provinciale in 5 classi di suscettività agli occhi pollini (molto alta, alta, moderata, bassa, molto bassa o nulla), riportate nella tav. 8 "Assetto idrogeologico" e negli articoli 8 e 9 delle Norme del Piano, e alla redazione di prime linee guida.



Carta delle classi di suscettività al fenomeno occhi pollini per il territorio della Provincia di Monza e della Brianza. In rosso classe "molto alta", in arancione classe "alta", in giallo classe "moderata", in verde classe "bassa" e in grigio classe "molto bassa o nulla".

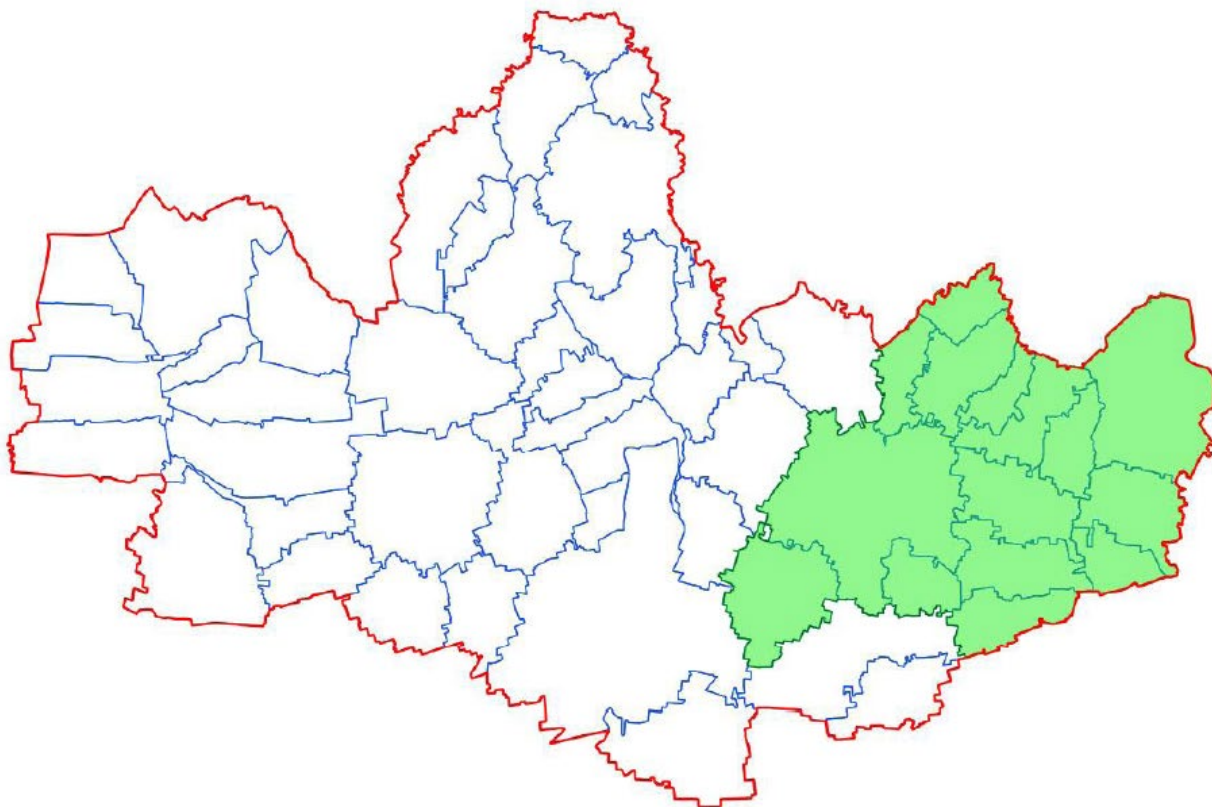
Lo studio costituisce quindi un ulteriore approfondimento del precedente studio "Approfondimenti sul fenomeno delle cavità sotterranee dette occhi pollini e sui siti di interesse geologico, finalizzati alla predisposizione del PTCP, marzo 2011", in quanto si basa sulla partecipazione attiva dei comuni coinvolti che hanno messo a disposizione una nutrita serie di dati più recenti, in modo da avere un quadro più omogeneo e particolareggiato di un'area che, sebbene non sia l'unica, è tra le più interessate storicamente dal fenomeno.

L'area interessata dall'analisi di dettaglio interessa la zona orientale della provincia, in cui sono compresi i comuni di: Aicurzio, Bellusco, Bernareggio, Burago di Molgora, Busnago, Carnate, Cavenago di Brianza, Concorezzo, Cornate d'Adda, Mezzago, Ornago, Roncello, Ronco Briantino, **Sulbiate**, Vimercate.

L'individuazione degli occhi pollini rimane un problema di difficile soluzione; la possibilità di vedere direttamente una cavità è sostanzialmente limitata alla sua intercettazione lungo la parete o il fondo di uno scavo o alla sua intercettazione durante l'esecuzione di un sondaggio. Le prove indirette, pur non costituendo una prova certa della presenza di occhi pollini, tuttavia in talune situazioni consentono di individuare anomalie che possono rilevare la presenza di cavità o livelli con caratteristiche particolarmente scadenti.

L'analisi si è concentrata soprattutto sulle prove penetrometriche dinamiche in quanto esse costituiscono la maggior parte delle prove raccolte.

Intuitivamente, se una cavità viene intercettata da una prova penetrometrica, darà un'anomalia facilmente individuabile nei risultati; infatti, una cavità vuota offre una resistenza formalmente nulla all'avanzamento, a parte l'attrito delle aste nel terreno sopra la cavità, e una cavità riempita di materiale soffice offre parimenti una resistenza, se non nulla, tuttavia molto ridotta rispetto al sedimento consolidato circostante. Il tutto si traduce in un numero di colpi $N(spt)$ pari a zero o estremamente ridotto.



Estensione della Provincia di Monza e della Brianza con in evidenza i 15 comuni interessati dalla sperimentazione.

Inoltre, il terreno nell'intorno dell'occhio pollino risente della presenza del vuoto e quindi offre una resistenza inferiore rispetto a quello di un terreno omogeneo privo di discontinuità. Questo implica che nell'intorno dell'occhio pollino, in particolare sopra e lateralmente, vi sia una zona con caratteristiche geotecniche più scadenti rispetto a quelle di un terreno non interessato da occhi pollini, ma migliori delle caratteristiche geotecniche dell'occhio pollino stesso. Questa zona è quella definita come zona detensionata in Lorenzo et. al (2015); pur non essendo un occhio pollino vero e proprio, una zona con tale anomalia può suggerirne la presenza a poca distanza.

Una risposta analoga, cioè uno scadimento marcato delle caratteristiche geotecniche lungo un intervallo ben circoscritto, può tuttavia essere dovuto non solo all'intercettazione di cavità, ma anche alla presenza di materiale poco addensato.

Risultati dello studio

Da un punto di vista delle litologie di superficie la maggior parte delle prove che ha riportato la presenza di occhi pollini si ha nelle litologie da mediamente a fortemente alterate; esse sono, in ordine di alterazione, Formazione di Trezzo, Supersintema del Bozzente, Sintema della Specola e in certa misura, Sintema di Binago.

La distribuzione degli occhi pollini non è tuttavia da imputare solo la litologia di superficie in quanto lo spessore dell'unità superficiale può essere estremamente ridotto e quindi l'occhio pollino essere compreso nell'unità sottostante più antica.

L'intervallo di profondità in cui si estendono gli occhi pollini varia tra il piano campagna e il massimo valore 23,1 m riscontrato in Bernareggio tramite le prove penetrometriche o i 28 m. Lo spessore degli occhi pollini è estremamente variabile, passando dai 30 cm occasionali di alcuni livelli a resistenza nulla o ridotta rinvenuti in profondità, a spessori di oltre 10 m, che costituiscono sicuramente livelli con ridotta resistenza e non cavità vere e proprie. In taluni casi sono stati riscontrati, nell'ambito di una sola prova penetrometrica, orizzonti con resistenza bassa ben distinti a differente profondità.

Dallo studio emerge come il territorio di Sulbiate rientri nella classe ad alta (ex suscettività alta e molto alta) – classe H4.

La classe di pericolosità alta deriva dall'unione delle classi di suscettività alta e molto alta già individuate nel PTCP vigente. La classe alta è stata individuata in base alla presenza di depositi molto alterati (dal Sintema della Specola fino alla Formazione di Trezzo), tipici della formazione degli occhi pollini, che coprono le potenti e diffuse successioni conglomeratiche (es. Ceppo dell'Adda, Ceppo di Portichetto), che si presentano continue e di età rilevante, tipiche dell'area Briantea. I depositi alterati possono costituire direttamente la superficie topografica o possono essere coperti da spessori modesti di depositi meno alterati (es. Unità del Supersintema di Besnate, in particolare Unità di Guanzate). La presenza di conglomerati anche molto alterati con sovrapposti materiali a loro volta alterati implica una marcata variabilità delle caratteristiche di permeabilità a livello locale.

Infatti, i conglomerati portano ad avere un materiale lapideo, con una permeabilità variabile, localmente estremamente elevata, a contatto con un materiale molto meno permeabile. Inoltre, essendo questi conglomerati spesso alterati a organi geologici, si ha un aumento della variabilità delle condizioni del sottosuolo, potendosi esserci variazioni consistenti non solo in senso verticale, ma anche orizzontale.

I conglomerati, inoltre, possono presentare fenomeni di dissoluzione (cavità e fratture allargate) che costituiscono un via preferenziale di drenaggio e quindi un ulteriore motivo di sviluppo degli occhi pollini. L'areale si estende anche al di fuori delle aree di affioramento delle unità più antiche fino a dove vi sono evidenze della presenza di questi conglomerati nel sottosuolo a contatto con i depositi alterati.

Il fenomeno degli occhi Pollini ha ripercussioni anche per quanto riguarda la gestione delle acque di drenaggio urbano.

Allo stato attuale delle conoscenze, nelle zone che ricadono in classe H4, cioè quelle a maggiore pericolosità, e comprese nel tessuto urbanizzato o negli ambiti di trasformazione, data la vicinanza con le edificazioni e l'impossibilità di determinare a priori l'estensione areale e l'entità degli eventuali fenomeni scatenati dall'infiltrazione di acqua è da escludere la possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche.

Questi depositi, inoltre, hanno una forte componente argillosa che li rende poco permeabili e quindi sono già, di fatto, poco adatti a consentire l'infiltrazione delle acque.

Gli occhi pollini costituendo delle zone di debolezza e, in alcuni casi costituiscono dei veri e propri condotti in cui l'acqua può circolare liberamente, possono essere in grado di veicolare in potenziali inquinanti verso la falda.

Nel presente studio è stata redatta la tavola T2 – Carta della suscettività al fenomeno degli occhi pollini" nella quale viene cartografato il grado di suscettività derivato dal PTCP, l'ubicazione delle indagini utilizzate per lo studio e una zona ove l'Ufficio Tecnico Comunale ha avuto un riscontro diretto del fenomeno.

2.3 ASSETTO IDROGRAFICO

In passato, in alcune zone del centro abitato, sono stati riscontrati diversi problemi di esondazione del Torrente Cava. In origine, infatti, il Torrente Cava provenendo da Nord veniva intubato all'ingresso del centro abitato in corrispondenza di via Resegone, in corrispondenza del punto riportato nella figura seguente.



Il Torrente veniva quindi totalmente immesso nella rete di fognatura comunale, attraversando tutto il centro abitato di Sulbiate fino a sud dove diventava nuovamente a cielo aperto. Come si può osservare dalla fotografia sopra riportata la condotta di innesto in fognatura risulta essere di modeste

dimensioni (DN 400 mm). Il corso d'acqua, in tempo di pioggia, raccoglie tutti i deflussi superficiali provenienti da nord ed in passato li convogliava direttamente nella fognatura comunale che non risulta sufficiente a ricevere sia le acque di deflusso cittadino che quelle fluviali; la configurazione descritta provocava non pochi problemi di esondazioni nell'area limitrofa a sud con conseguenti disagi per i cittadini.

Per questo motivo, una decina di anni fa circa, sono state realizzate delle opere di by-pass a nord del comune di Sulbiate che deviano le acque provenienti dal Torrente Cava, prima di immettersi nella fognatura comunale, verso un nuovo canale di by-pass ad est dell'abitato.

Nella zona evidenziata in figura è stato quindi realizzato un invaso in linea delle acque del torrente, costituito da: dei pennelli verticali appena a monte che hanno la funzione di trattenere materiale grossolano, una traversa circa 15 m più a valle con altezza minima circa 1 m e altezza massima di 2 m ed infine canale rettangolare lungo circa 250 m di dimensioni di 2 x 1.5 m sulla sponda sinistra, che come descritto, ha la funzione di raccogliere le acque invase in linea nel torrente Cava durante la piena e convogliarle verso il canale di by-pass all'altezza di via Rossini.



Vista invaso.

2.4 RECEPIMENTO DELLO STUDIO DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE

Dallo "Studio di Gestione del Rischio Idraulico Comunale redatto a cura di Brianza Acque, le problematiche principali che possono generare gli allagamenti sono solamente derivate dall'insufficienza della rete di drenaggio urbano che non interferisce con il reticolo. Come indicato nel capitolo 4.3.3 del documento, per quanto "Per quanto riguarda il reticolo idrico non sono previste nuove opere strutturali, in quanto le criticità pregresse presenti sul torrente Cava sono state risolte dalla realizzazione del by-pass".

A supporto dello studio è stata redatta la carta del potenziale di infiltrazione.

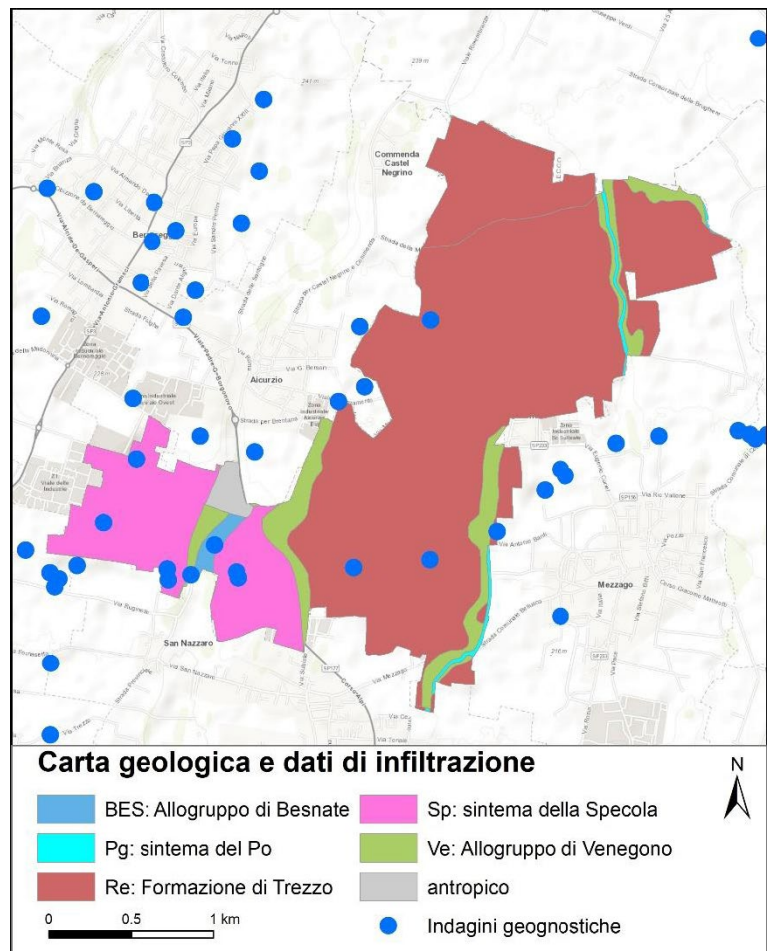
La carta del potenziale di infiltrazione esprime in un quadro sinottico le unità di suolo presenti sul territorio, La capacità di infiltrazione può variare in modo significativo con la profondità.

La Carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie esprime la capacità dell'acqua di infiltrare attraverso gli strati più superficiali del terreno, ed è utile per lo studio del rischio idraulico,

nonché per la valutazione di strategie di infiltrazione in superficie. Questa carta viene costruita attraverso una zonazione del territorio in unità litologiche ritenute mediamente omogenee dal punto di vista dell'infiltrazione, per ognuna delle quali viene stimato un valore del tasso di infiltrazione in condizioni sature.

La Carta del potenziale di infiltrazione subsuperficiale (2-4 m) esprime la capacità dell'acqua di infiltrare ad una profondità di riferimento di circa 3 metri, al di sotto quindi dei livelli più pedogenizzati.

La Carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie e la Carta del potenziale di infiltrazione subsuperficiale (2-4 m) vengono costruite attraverso una zonazione del territorio in unità litologiche ritenute mediamente omogenee dal punto di vista dell'infiltrazione, per ognuna delle quali viene stimato un valore del tasso di infiltrazione in condizioni sature.



Localizzazione dei test di infiltrazione e delle stratigrafie dei pozzi. I punti sono riportati sullo sfondo della carta litologica.

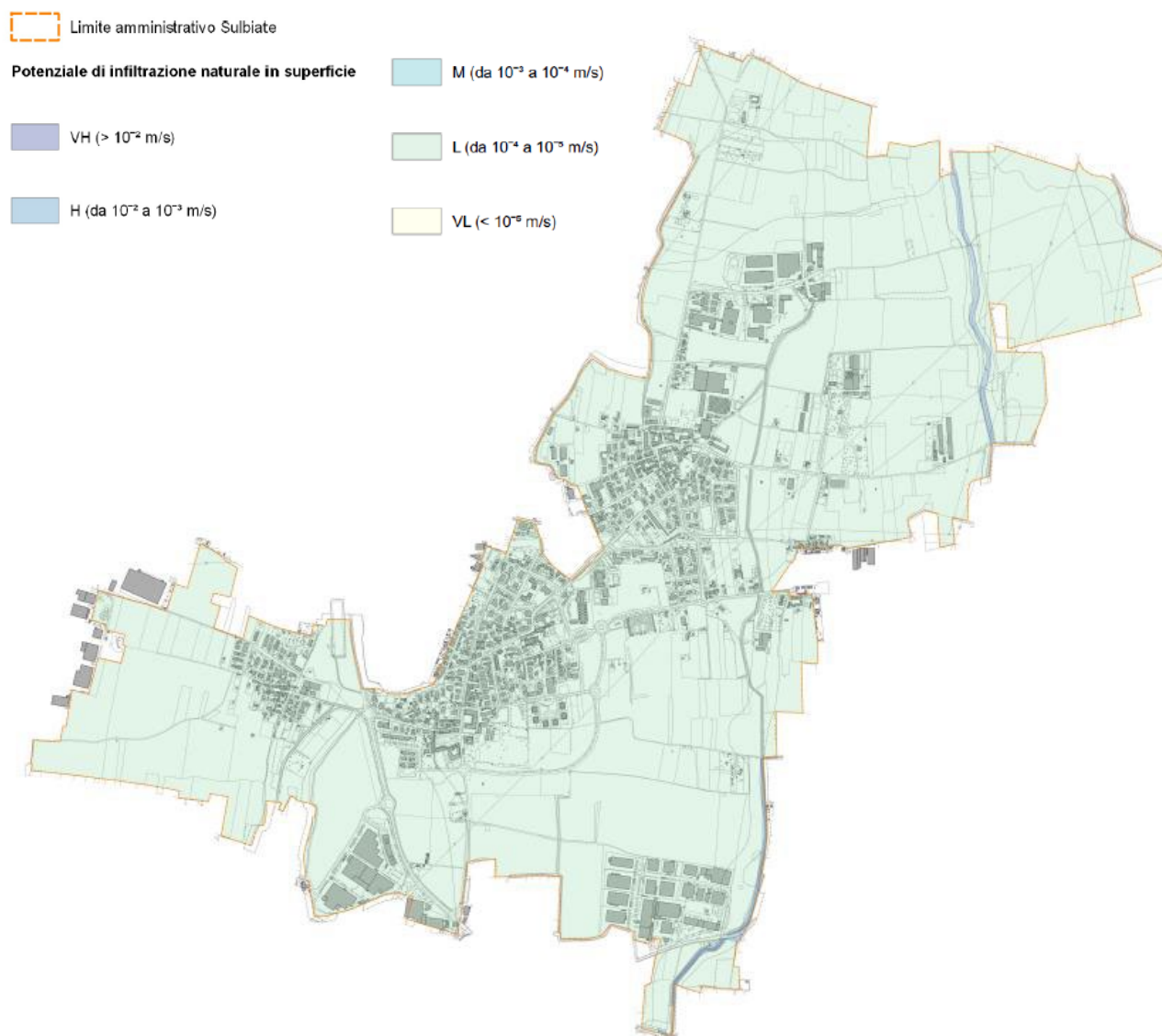
Tabella: potenziale di Infiltrazione delle unità superficiali e profonde (2-4 m).

Unità geologica	Sigla	Potenziale di infiltrazione superficiale	Potenziale di infiltrazione profondo (2 – 4 m)
Allogruppo di Besnate	BES	L	L
Sintema del Po	Pg	H	H
Formazione di Trezzo sull'Adda	Re	L	L
Sintema della Specola	Sp	L	M
Allogruppo di Venegono	Ve	L	L

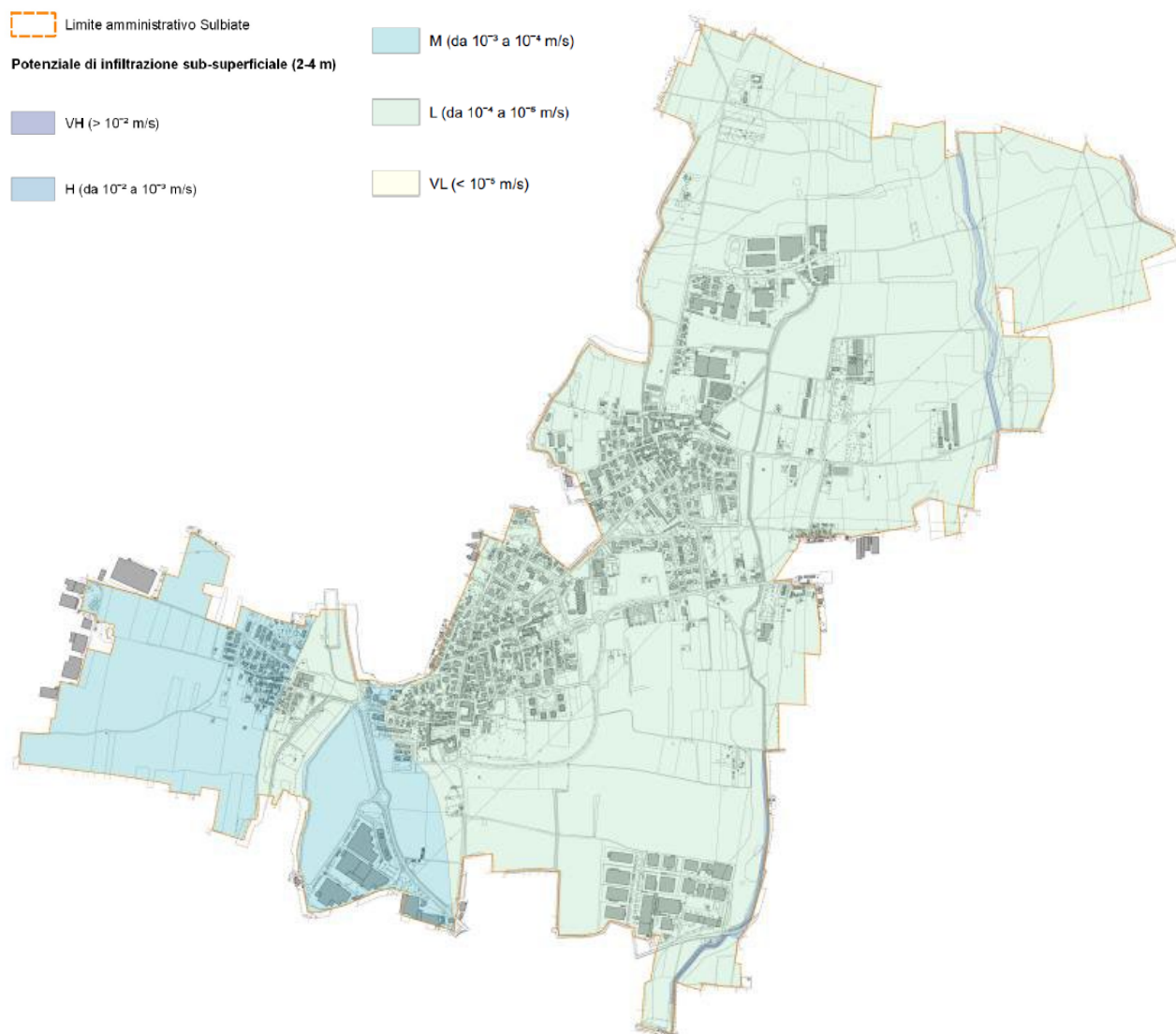
Potenziale di infiltrazione delle unità superficiali e profonde (2-4 m)

Potenziale di infiltrazione		Conducibilità idraulica satura di riferimento (m/s)
	VH	$> 10^{-2}$
	H	$10^{-2} - 10^{-3}$
	M	$10^{-3} - 10^{-4}$
	L	$10^{-4} - 10^{-5}$
	VL	$< 10^{-5}$

Le due diverse carte sono state pensate come un prodotto tematico a supporto della progettazione per l'invarianza idraulica e permettono di effettuare una prima valutazione sulla fattibilità dell'infiltrazione nel sottosuolo come tecnica di gestione delle acque meteoriche nell'edilizia.



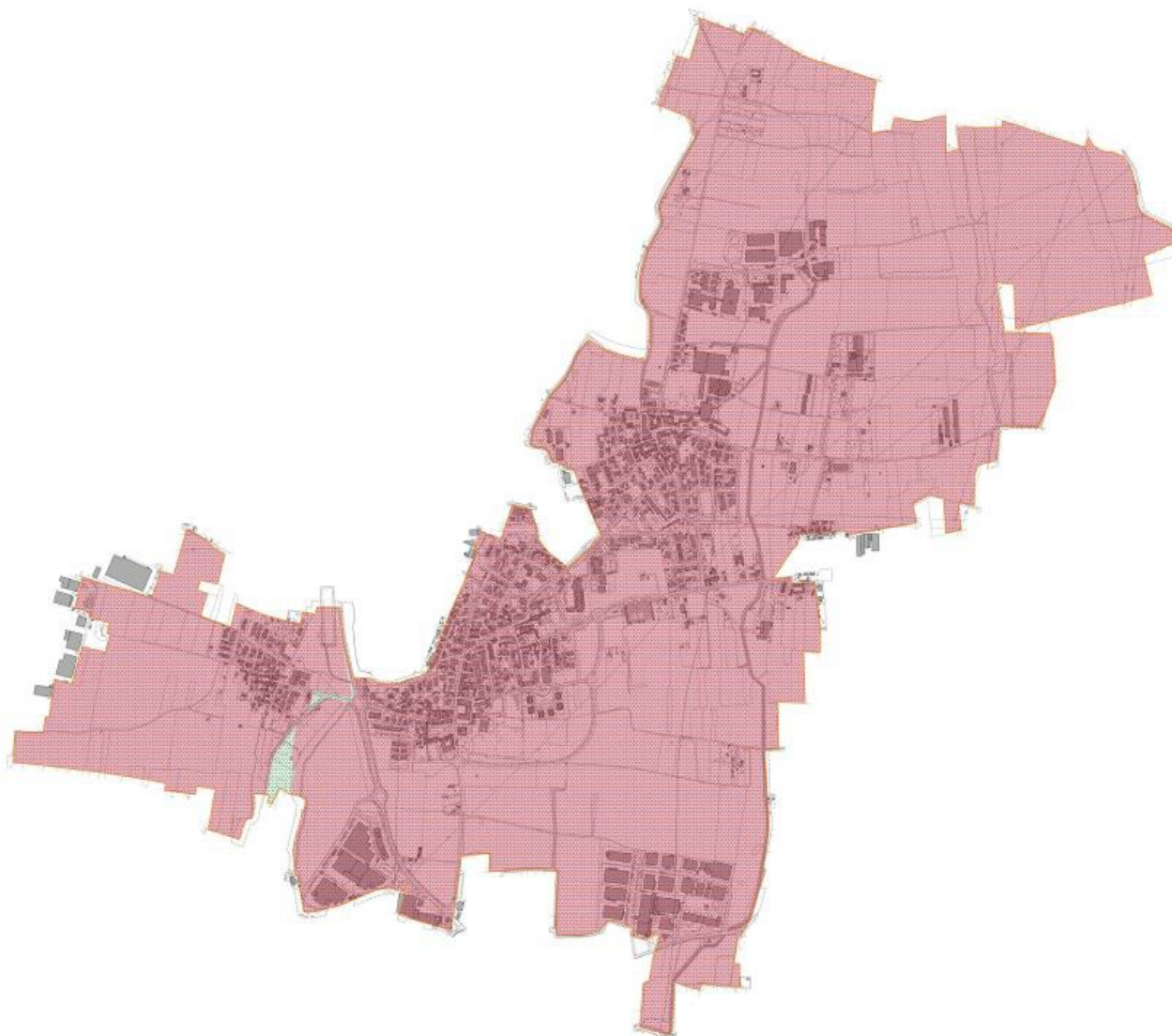
Carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie e relativa legenda.



Carta del potenziale di sub-superficiale (2-4 m) e relativa legenda.


La Carta delle porzioni di territorio non adatte o poco adatte all'infiltrazione (art. 14 comma 7 lettera a bis – RR N° 8) ha lo scopo di evidenziare, all'interno del comune, quali siano le aree nelle quali viene esclusa la possibilità di realizzare opere di smaltimento delle acque meteoriche tramite infiltrazione. Per realizzare tale tematismo si utilizza innanzitutto la carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie, riclassificata in 3 classi di idoneità (adatta, poco adatta e non adatta).

Dallo studio emerge come la quasi totalità del territorio comunale è occupato da settori non adatti all'infiltrazione delle acque meteoriche.



 Limite amministrativo Sulbiate

Idoneità all'infiltrazione

 Adatto


 Poco adatto

 Non adatto

Suscettività al fenomeno degli occhi pollini (PTCP)

 Alta / Molto alta

 Media

 Bassa / Molto bassa

Carta aree critiche per l'infiltrazione e relativa legenda

2.5 ASPETTI IDROGEOLOGICI E VULNERABILITÀ DELLA FALDA

Per quel concerne gli aspetti idrogeologici viene confermato quanto indicato nel precedente studio geologico e pertanto non si propone l'aggiornamento della carta idrogeologica.

Sulla base dei dati relativi alla piezometria individuati nel precedente studio geologico, si può definire che il flusso idrico sia diretto nel settore occidentale da nord verso sud mentre nel settore orientale da nordovest a sudest. Nella parte orientale infatti si risente l'azione drenante del fiume Adda, che scorrendo in un letto topograficamente depresso rispetto alle acque sotterranee, causa l'abbassamento della falda e l'inflessione verso l'alto delle linee isopiezometriche.

Le linee piezometriche nel territorio esaminato variano tra 196 m.s.l.m. e 184 m s.l.m; la cadente piezometrica nella maggior parte dell'area esaminata è di 0.6 %.

Per quanto riguarda la soggiacenza della falda, i valori minori si hanno in corrispondenza della zona occidentale del comune e in particolare nella valle principale; mentre le zona di soggiacenza massima si riscontrano nel settore orientale del territorio comunale, sia per la variazione di quota, sia per l'approfondimento della superficie della falda idrica, causato dall'azione drenante del fiume Adda.

Per quel che concerne il grado di vulnerabilità della falda dell'acquifero esprime una caratteristica idrogeologica che indica la facilità con cui un inquinante generico, idroveicolato, a partire dalla superficie topografica raggiunge la falda e la contamina.

La vulnerabilità intrinseca di un'area viene definita principalmente in base alle caratteristiche e allo spessore dei terreni attraversati.

Al fine di determinare la vulnerabilità intrinseca della falda nel territorio di Subiate è stato adottato il metodo di valutazione della vulnerabilità denominato G.O.D. (Foster et al., 2002).

I risultati di tali valutazioni sono stati rappresentati cartograficamente nella "Carta della sintesi",

Il metodo G.O.D. (acronimo di Groundwater confinement, Overlaying strata, Depth to groundwater table) proposto da Foster (2002).

Tale metodo valuta la vulnerabilità intrinseca di un acquifero come il prodotto dei seguenti fattori:

G = grado di confinamento dell'acquifero;

O = caratteristiche litologiche e grado di coesione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti a tetto (per gli acquiferi confinati);

D = soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell'acquifero per gli acquiferi confinati.

Per quanto concerne il grado di confinamento (G), è possibile scegliere tra sei classi alle quali vengono attribuiti punteggi variabili tra 0 e 1.

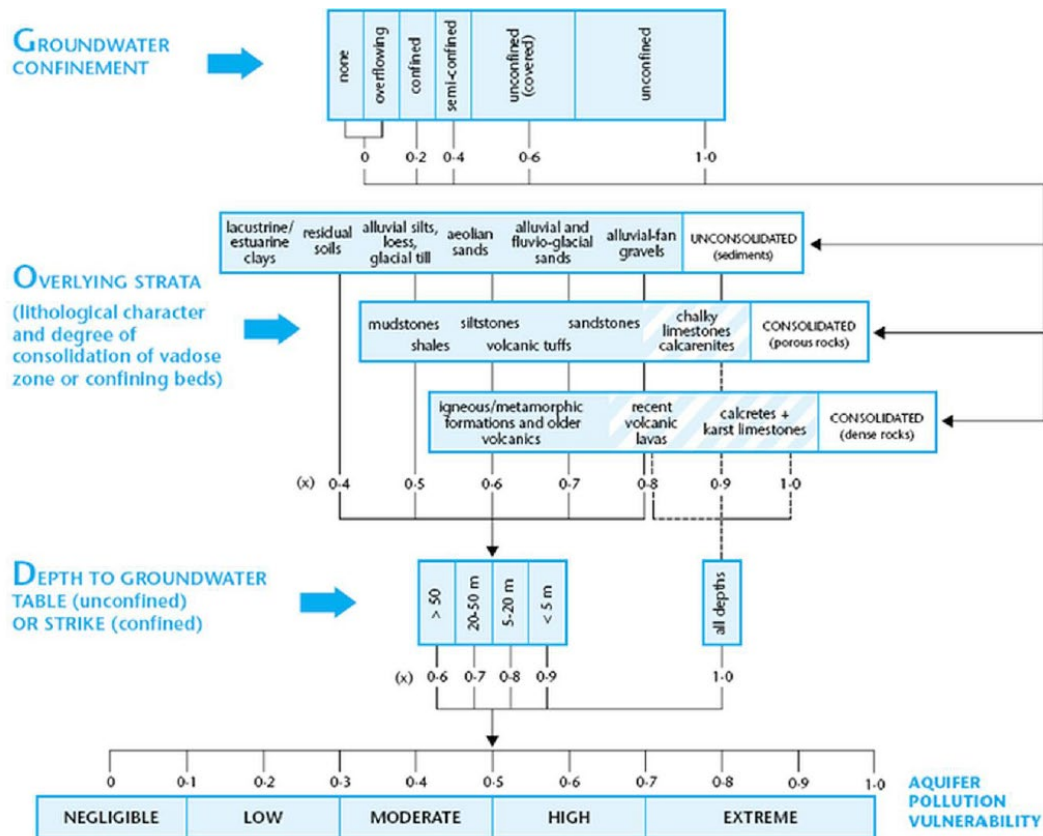
Alle caratteristiche litologiche e allo stato di coesione delle rocce della zona non satura, per gli acquiferi non confinati, o degli strati confinanti, per gli acquiferi in pressione, (O) compete un punteggio variabile tra 0.4 e 1.

Al termine soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato, e alla profondità del tetto dell'acquifero, per gli acquiferi confinati (D), può essere assegnato, infine, un punteggio compreso tra 0.6 e 1. La distanza della superficie piezometrica dal piano di campagna (soggiacenza) resta, in ambito comunale, grossomodo superiore a 25-30 m non divenendo mai un fattore determinante per la definizione di un'elevata vulnerabilità idrogeologica, se non in concomitanza con gli altri fattori.

La vulnerabilità intrinseca è valutata come il prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri suddetti:

Indice G.O.D. = $G \cdot O \cdot D$

Tale valore può essere compreso tra 0 e 1 e corrisponde a sei gradi di vulnerabilità



Metodo empirico G.O.D. per una valutazione rapida della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero all'inquinamento (Foster et al., 2002).

Sulla base dell'uso del suolo (DUSAF 6.0) e in funzione delle caratteristiche litologiche dei terreni, il territorio comunale è stato suddiviso in tre aree, quali

- Zone antropizzate, pressoché impermeabili;
- Aree afferenti al reticolo idrografico superficiale, costituite da depositi terrigeni superficiali rimaneggiati di natura "sabbioso-ghiaiosa", quale possibile collettore di inquinanti;
- Zona agricola costituita da depositi terrigeni superficiali fini "sabbioso-ghiaiosi con intercalazioni di materiale fine";

Oltre alle tre zone individuate si è scelto di aggiungere una zona che dal punto di vista geomorfologico risulta marcatamente depressa (zona via Cascina Cà) ed ove i dati piezometrici individuano un soggiacenza dalla falda prossima a 20 m di prof. dal p.c..

La tabella seguente esplica gli indici G.O.D. calcolati per le tre zone. Si precisa che per l'ambito urbanizzato è stato assunto un valore pari a 0.4 presupponendo, appunto, l'impermeabilizzazione superficiale del suolo.

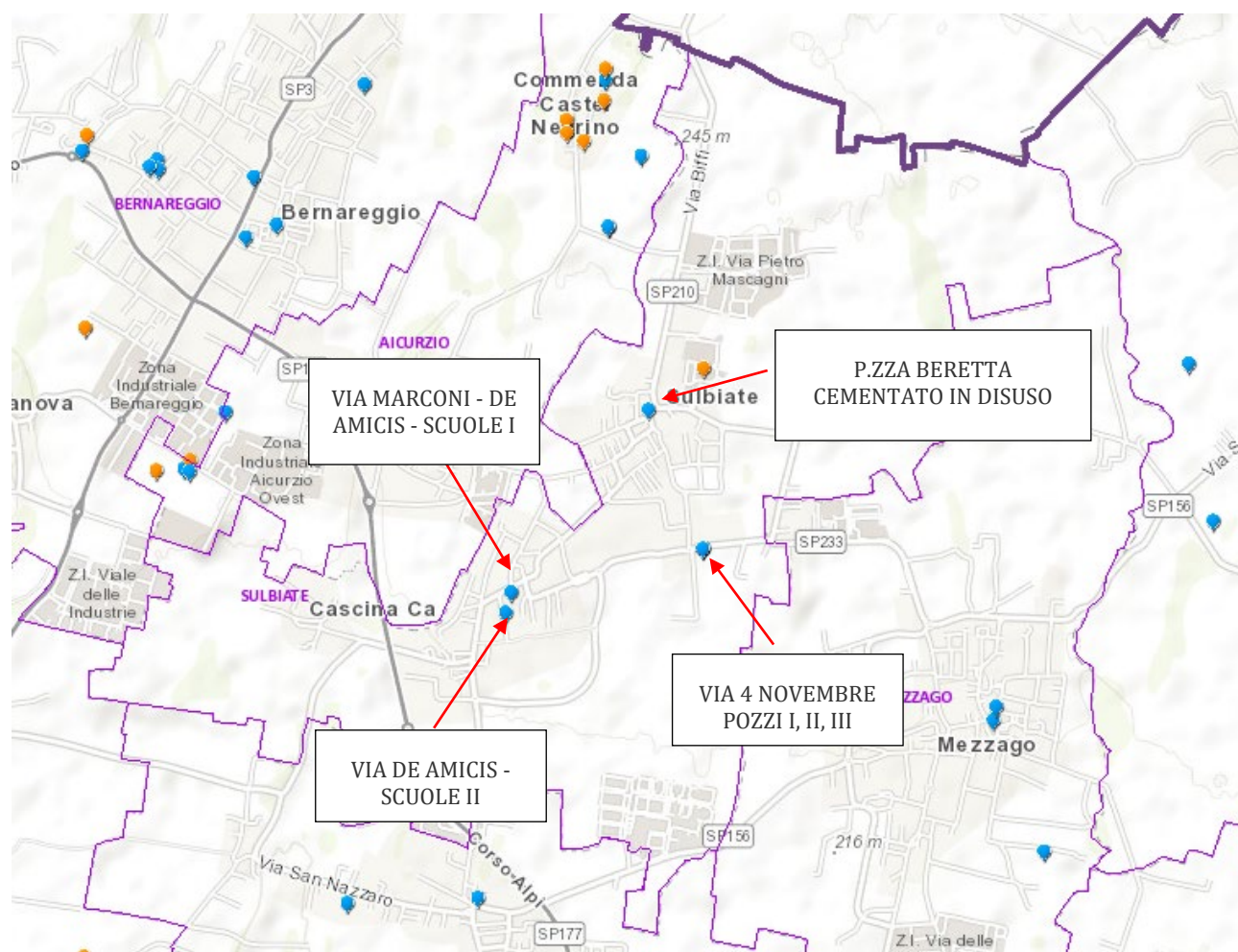
Tabella indice G.O.D.

	G	O	D	Indice GOD	Vulnerabilità
Zone antropizzate	0.6	0.4	0.7	0.16	Bassa
Reticolo idrografico	0.7	0.7	0.7	0.34	Moderata
Zone caratterizzate da depositi fini	0.60	0.7	0.7	0.29	Bassa
Zona morfologicamente depressa	0,7	0.7	0.8	0.39	Moderata

Sulla base delle classi di vulnerabilità il territorio comunale è stato distinto in due classi, quali bassa e moderata, le cui estensioni sono individuate all'interno della "Carta di Sintesi".

2.6 CENSIMENTO POZZI PUBBLICI AD USO IDROPOTABILE

L'approvvigionamento idrico del comune è assicurato da tre punti di captazione ubicati rispettivamente: in via 4 Novembre e in Via de Amicis. Il pozzo ubicato in Piazza Beretta è stato cementato nell'anno 2015 e pertanto è in disuso. Permangono quindi le zone di rispetto dei pozzi ancora attivi, mentre decade quella relativa al pozzo in disuso.



Estratto portale Brianza Acque.

3 RAPPORTI TRA L.R. 12/2005 E PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

3.1 PIANO TERRITORIALE REGIONALE

Il P.T.R. è lo strumento di pianificazione territoriale in Regione Lombardia; coerentemente a quanto indicato dalla Legge Regionale 12/05, art. 20, esso costituisce quadro di riferimento per la valutazione di compatibilità degli atti di governo del territorio di comuni, province, comunità montane, enti gestori di parchi regionali nonché di ogni altro ente dotato di competenze in materia. Il P.T.R., inoltre, individua gli obiettivi prioritari di interesse regionale e/o sovraregionale in termini di:

- Poli di sviluppo regionale;
- Zone di preservazione e salvaguardia ambientale;
- Realizzazione di infrastrutture e interventi di potenziamento e adeguamento delle linee di comunicazione e del sistema della mobilità;
- Realizzazione di infrastrutture per la difesa del suolo.

L'individuazione di questi elementi è contenuta nella sezione Strumenti Operativi – Obiettivi prioritari di interesse regionale e sovraregionale (SO1). Tali progetti costituiscono a tutti gli effetti il riferimento da considerare ai fini del recepimento puntuale nel P.G.T. delle previsioni infrastrutturali.

Nei confronti dei P.G.T. comunali, il P.T.R. assume la stessa valenza prevista per i piani provinciali.

Pertanto, i P.G.T. devono essere adeguati a tali previsioni; in particolare i P.G.T. interessati sono assoggettati ad una verifica regionale di corretto recepimento delle previsioni del P.T.R. (l.r. 12/05, art. 13, comma 8).

In territorio comunale non sono presenti vincoli derivanti dai perimetri delle infrastrutture strategiche di interesse regionale (vasche di laminazione) contenute nella Tab. "Progetti di riferimento per le previsioni di infrastrutture per la difesa del suolo" dell'elaborato SO1 "Obiettivi prioritari di interesse regionale e sovraregionale-Obiettivi prioritari per la difesa del suolo" del PTR.

Per gli obiettivi infrastrutturali prioritari di interesse regionale (art. 20, comma 4L.R.12/05) è invece identificato il Sistema Viabilistico Autostradale Pedemontano.

Inoltre, il territorio comunale rientra nei progetti di Potenziamento del Sistema Gottardo, Linea Seregno-Bergamo e innesto sulla linea Bergamo- Treviglio (Gronda Est).

3.2 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Il P.T.C.P. è uno strumento di coordinamento, orientamento ed indirizzo degli obiettivi generali dell'assetto e della tutela del territorio e di definizione della politica di governo del territorio di competenza provinciale.

Il piano specifica e approfondisce i contenuti della pianificazione territoriale della Regione e costituisce il riferimento primario per la pianificazione urbanistica comunale. Ai sensi della l.r. 12/05 e s.m.i., per la parte inerente la difesa del territorio, il P.T.C.P. concorre alla definizione del quadro conoscitivo del territorio regionale, ne definisce l'assetto idrogeologico, in coerenza con le direttive regionali e dell'Autorità di Bacino, censisce ed identifica cartograficamente le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico. Nei paragrafi seguenti si è proceduto all'analisi dei tematismi del P.T.C.P., per gli ambiti di difesa del suolo ritenuti di interesse per il presente studio, tramite l'esame delle cartografie (Tav. 8 e Tav. 9) e delle Norme di Attuazione (Titolo II, sezioni II e III).

Assetto idrogeologico e sismico

Per quanto riguarda la disciplina di tutela dei corsi d'acqua e la difesa dal rischio di inondazione, il P.T.C.P. recepisce i contenuti del P.A.I. vigente, in riferimento alla delimitazione delle fasce fluviali, alle aree a rischio idrogeologico molto elevato, al quadro del dissesto, nonché alle relative disposizioni. Inoltre lungo i corsi d'acqua non fasciati sono indicate le aree con classi di fattibilità geologica 4 di cui agli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunali, le aree

allagabili con tempo di ritorno di 100 anni di cui agli studi condotti dall'Autorità di Bacino del fiume Po. A queste si aggiungono inoltre le aree a diversa suscettività rispetto al fenomeno degli "occhi pollini".

L'analisi della Tavola n. 8 (Assetto Idrogeologico) del P.T.C.P. mostra come il Comune di Sulbiate sia interessato sia dalle perimetrazioni del P.A.I. riferite alla Zona I. Come esplicitato nello studio per la revisione delle stesse, le aree all'interno degli ambiti urbanizzati di Sulbiate Sup. e Inf. non sono più presenti e pertanto la cartografica risultata superata.

Il Comune di Sulbiate a è inoltre caratterizzato da una alta/molto alta suscettività al fenomeno degli "occhi pollini". Per quanto concerne l'assetto sismico, ai sensi della D.g.r. 11 luglio 2014 n. X/2129 (Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia), entrata in vigore 10 aprile 2016, così come indicato nella d.g.r. 8 ottobre 2015 n. X/4144, il Comune di Sulbiate si trova in "zona sismica 3".

Sistema delle acque sotterranee

Gli obiettivi che il P.T.C.P. si pone riguardo alla tutela quali-quantitativa della risorsa sotterranea rispondono non solo al principio della sostenibilità ma anche della responsabilità nei confronti dei territori posti a valle rispetto alla direzione di flusso delle acque sotterranee. È inoltre importante considerare che la componente acque sotterranee interagisce in modo dinamico con i corpi idrici superficiali costituendo un sistema complesso che prende il nome di "ciclo idrologico": i rapporti tra la risorsa superficiale e sotterranea devono essere mantenuti ed equilibrati attraverso una attenta gestione che in modo unitario garantisca i caratteri qualitativi e quantitativi.

Sistema delle acque superficiali

I corsi d'acqua sia naturali che artificiali sono un sistema formato dall'alveo, dalle acque che vi fluiscono e dalle relative sponde. L'obiettivo del P.T.C.P. è quello di favorire il naturale evolversi dei fenomeni di dinamica fluviale e degli ecosistemi da questa sostenuti. In quest'ottica le scelte urbanistiche dovranno essere finalizzate a garantire un livello di sicurezza adeguato rispetto ai rischi di inondazione e a favorire la fruizione e funzionalità ecologica di questi ambiti. La progettazione di ogni intervento deve essere preceduta da una verifica di coerenza con le misure di buon governo del territorio e delle possibili ripercussioni a monte e a valle; dovranno essere adottati gli accorgimenti tecnici non tanto per minimizzare gli impatti, ma per migliorare la funzionalità ecologica dell'area in cui si interviene.

Nelle tavole 8 e 9 del P.T.C.P. è riportato il reticolo idrografico che interessa il territorio del Comune di Sulbiate. Esso risulta leggermente difforme a quello esistente.

Ricarica degli acquiferi

Nella Tavola 9 del P.T.C.P. sono indicati gli ambiti di ricarica prevalente della falda che rappresentano una specificazione di quelle tracciata a scala regionale nel Programma di Tutela ed Uso delle Acque (P.T.U.A.), interpretando le informazioni desumibili dalle sezioni idrogeologiche e dalla permeabilità dei suoli superficiali.

In tale delimitazione, al fine di riconoscere le zone in cui la veicolazione delle acque meteoriche avviene efficacemente, è stato verificato il grado di permeabilità superficiale basandosi sull'uso effettivo del suolo, in particolare in base all'effettiva condizione che tali aree non si presentino "occupate" o impermeabilizzate dall'uso antropico. In tal modo è stato possibile distinguere le aree di ricarica diretta degli acquiferi.

Il territorio comunale non rientra negli ambiti di ricarica dell'acquifero.

Struttura geomorfologica come carattere fisico delle unità di paesaggio

Nella Tavola 9 del P.T.C.P. vengono anche riconosciuti alcuni degli elementi morfologici caratteristici quali cordoni morenici, orli di terrazzi, massi erratici, dossi fluviali, paleovalvei.

Il P.T.C.P. rimanda alle analisi degli strumenti urbanistici comunali il riconoscimento e la precisa localizzazione degli elementi da esso evidenziati ed invita ad estendere l'analisi su ulteriori

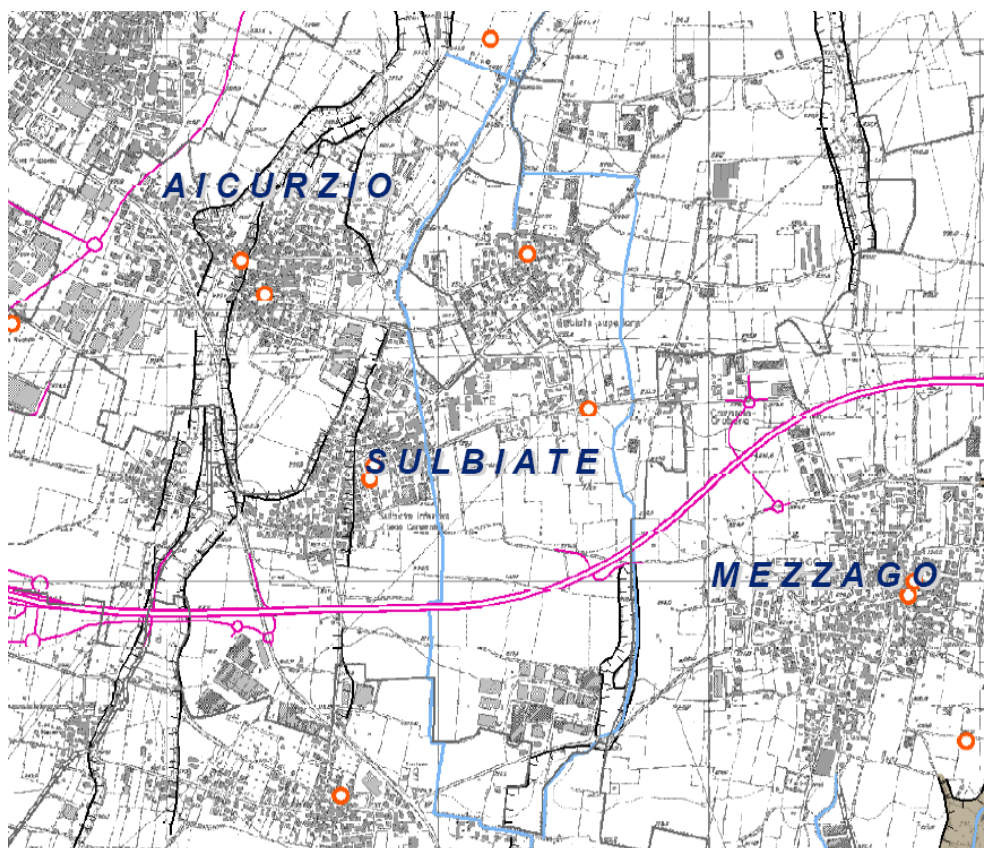
categorie non rappresentabili alla scala territoriale ma necessarie per meglio descrivere la struttura locale e una più completa conoscenza delle dinamiche in atto.

Obiettivo del P.T.C.P. è la conservazione e valorizzazione degli elementi geomorfologici più evidenti; le disposizioni del P.T.C.P., attente ad un uso del suolo rispettoso delle emergenze geomorfologiche, sono tese altresì a prevenire situazioni di potenziale rischio di instabilità.

Dalla consultazione della Tavola 9 del P.T.C.P. emerge come in Comune di Sulbiate viene segnata la presenza di elementi di pregio geomorfologico. Nello specifico gli "orli di terrazzo" e gli "Ambiti vallivi dei corsi d'acqua".

L'art. 11 delle norme di attuazione del P.T.C.P. regola tali ambiti allo scopo di promuovere la loro conservazione e valorizzazione.

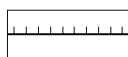
Alcune forme soprattutto quelle concentrate nella parte urbanizzata, a causa del massiccio intervento antropico, sono mal conservate e i limiti morfologici di difficile individuazione se non assenti.



ELEMENTI GEOMORFOLOGICI art.11



Ambiti vallivi dei corsi d'acqua



Orli di terrazzo

Estratto tavola 9 del P.T.C.P.



Esempio di orli di terrazzo (zona industriale del Comune di Sulbiate).

3.3 IL PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) è stato approvato dalla Regione Lombardia, ai sensi del D.Lgs. 152/99 e della L.R. n. 26 del 12 dicembre 2003, con Delibera di Giunta Regionale n. 2244 del 29 marzo 2006.

Esso costituisce un atto comprensivo delle diverse discipline attinenti al tema della tutela e dell'uso della risorsa idrica e dell'ambiente ad essa interconnessa; rappresenta altresì lo strumento di riferimento a disposizione della Regione e delle altre amministrazioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici fissati dalle Direttive Europee, consentendo di attivare un'azione di governance nell'articolato settore delle acque. Il PTUA prevede infatti la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi dei corpi idrici individuati come "significativi" (All. 1 del D.Lgs. 152/99) per raggiungere o mantenere gli obiettivi minimi di qualità ambientale e gli obiettivi di qualità per i corpi idrici a specifica destinazione funzionale:

- una prima componente descrittivo-ricognitiva costituita da una descrizione generale delle caratteristiche del bacino idrografico (ricependo e integrando, per quanto riguarda le infrastrutture idriche del settore acque potistiche e depurative, i risultati dell'attività di ricognizione delle opere e degli schemi depurativi realizzati nel PRRA, aggiornandoli in conformità agli approfondimenti nel frattempo intercorsi per la verifica delle situazioni di incongruenza tra i dati di ricognizione e le previsioni del PRRA), da una sintesi delle pressioni degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sulle acque superficiali e sotterranee e dall'individuazione delle aree sensibili, vulnerabili e di salvaguardia;
- una seconda fase propositiva in cui vengono indicati gli obiettivi e le misure di intervento da perseguire.

Nell'Allegato 11 "Definizione delle aree di ricarica e di riserva delle zone di pianura" alla Relazione generale, il PTUA evidenzia l'utilità e la necessità dell'istituzione di una zona di riserva nella pianura lombarda secondo le indicazioni della normativa vigente, tra cui il D.Lgs. 152/99. Nelle considerazioni svolte sugli aspetti quantitativi del bilancio, si è più volte sottolineata l'importanza dell'entità della ricarica, proporzionale alla permeabilità dei terreni superficiali e alla fittezza e importanza della rete idrica di superficie, naturale e irrigua. In base a tali considerazioni, è risultato di particolare evidenza come un'ampia regione che occupa una parte importante dell'alta pianura presenti una specifica predisposizione a favorire l'alimentazione delle falde acquifere fino a notevole profondità, tanto che ne trattengono le loro risorse gli acquiferi e quelli profondi. Il territorio comunale di Sulbiate:

- non ricade in area di riserva integrativa,

- non ricade in area di riserva ottimale,
- non ricade in macroarea di riserva dei bacini di pianura,
- non ricade in area di ricarica degli acquiferi profondi.

3.4 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO E PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

Il territorio comunale di Sulbiate è interessato da settori a rischio idrogeologico molto elevato definiti nell'Allegato 4.1 dell'Atlante dei rischi idraulici compreso per Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I.. In particolare, sono classificate come Zona I – aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piene con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni.

Contestualmente nell'Allegato 2 delle "Disposizioni Regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (P.G.R.A.) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del Fiume Po" così come integrate dalla Variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n.5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po" (Deliberazione n. X/6738 seduta del 19.06.2017), all'interno del territorio comunale di Sulbiate sono presenti aree allagabili in ambito territoriale del Reticolo secondario di pianura (RSP). Classe P3/H – aree allagabili per eventi frequenti.

Queste aree corrispondono alla perimetrazioni del P.A.I..

4 CARTA DEI VINCOLI

Nella cartografia dei vincoli (Tavola 3) si individuano, per tutto il territorio comunale, quelle aree soggette a limitazioni d'uso derivanti da normative e piani sovraordinati di contenuto prettamente geologico. In base ai criteri attuativi della Componente geologica, idrogeologica e sismica di supporto al Piano di Governo del Territorio contenuti nella d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616, i principali elementi di vincolo sovraordinati alla pianificazione urbanistica locale da riportare sulla cartografia di riferimento sono:

- vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89;
- vincoli di polizia idraulica;
- aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- vincoli derivati dal PTR;
- geositi.

La carta dei vincoli qui allegata aggiorna e sostituisce la relativa carta dei vincoli dello studio della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica (Bruzzi & Corno, agosto 2007), in quanto recepisce il nuovo studio del Reticolo Idrico Minore, le nuove perimetrazioni del P.A.I. e P.G.R.A. e alcune modifiche relative alla dismissione di un pozzo pubblico idropotabile.

Nel territorio comunale non sono presenti geositi di cui all'allegato 14 D.g.r. IX/2616/2011) o vincoli derivati dal P.T.R.

Vincoli derivati dalla pianificazione di bacino e dal piano piano di gestione dei rischi di alluvione

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (P.A.I.), approvato con d.p.c.m. del 24 maggio 2001, attraverso le sue disposizioni "persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi".

Esso "ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico".

In base a questa considerazione ed alle modalità indicate nella Parte 2 dei Criteri di cui alla D.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 sono stati riportati i vincoli derivanti a seguito del recepimento nella proposta di ripermetrazione delle aree PAI, In particolare, sono classificate come Zona I – aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piene con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni.

Contestualmente nell'Allegato 2 delle "Disposizioni Regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (P.G.R.A.) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del Fiume Po" così come integrate dalla Variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n.5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po" (Deliberazione n. X/6738 seduta del 19.06.2017), all'interno del territorio comunale di Sulbiate sono presenti aree allagabili in ambito territoriale del Reticolo secondario di pianura (RSP). Classe P3/H – aree allagabili per eventi frequenti. Queste aree corrispondono alla perimetrazioni del P.A.I..

Vincoli di Polizia Idraulica

Nella carta dei vincoli sono riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua comunali, ai sensi della normativa vigente (R.D. 523/1904 e seguenti),.

Sono state individuate:

- una fascia di rispetto pari a 10 metri per i corsi d'acqua identificati come Reticolo Idrico Principale e Minore per i tratti a cielo aperto e tombinati.

Per maggiori dettagli si rimanda al Documento di Polizia Idraulica e relative norme.

Salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Nella Carta dei Vincoli, sono definite due fasce di salvaguardia ai sensi della D.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137 per le captazioni ad uso idropotabile:

- Zona di tutela assoluta: costituita, sia per i pozzi sia per le sorgenti, dall'area immediatamente circostante le captazioni; ha un'estensione pari a **10 metri** di raggio dal punto di captazione. Deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.
- Zona di rispetto:
 - Per i pozzi è definita con criterio idrogeologico di cui allo studio redatto da Bruzzi & Corno (anno 2001).

Elementi geomorfologici individuati dal P.T.C.P.

Nella carta sono stati individuati gli elementi geomorfologici censiti dal P.T.C.P. ossia gli "orli di terrazzo" e "ambiti vallivi dei corsi d'acqua".

Gli interventi sono regolamentati dall'art. 11 delle norme di piano. Nelle zone ove insistono tali elementi, non sono ammesse nuove edificazioni nelle aree incluse negli ambiti vallivi dei corsi d'acqua e in quelle riferite all'orlo di terrazzo, la relativa sua scarpata e la nonché una fascia di profondità di dieci metri a partire dall'orlo di terrazzo verso il ripiano superiore e dal piede della scarpata verso il ripiano inferiore.

Si precisa che i terrazzi individuati nella carta vengono rappresentati mediante linee continue non vi è stata l'attribuzione di un'area di contorno da assoggettare a vincoli di natura geologica, in quanto tali elementi si configurano come vincoli di tipo paesaggistico ed esclude, di conseguenza, tali zone dagli interventi di espansione urbanistica. Pertanto, per queste zone non si è proceduto ad alcuna attribuzione della classe di fattibilità geologica.

5 CARTA DI SINTESI

L'aggiornamento di questo elaborato ha comportato alcune modifiche dei limiti tra i poligoni già definiti nel 2007, soprattutto in conseguenza della diversa topografia localmente rappresentata dalla nuova base topografica (DBT comunale) rispetto all'aerofotogrammetrico utilizzato per la versione precedente o di informazioni derivanti dai sopralluoghi.

Sono state altresì recepite le mappe di pericolosità della Direttiva Alluvioni e del P.A.I. che costituiscono nuovo elemento di analisi utile all'aggiornamento della Carta di sintesi (Tavola 4).

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti – Zona 1 PAI e ambito Reticolo Secondario di Pianura del PGRA classe P3/H.

In questa classe rientrano le “aree con criticità idraulica dovute ad accumulo morfologico” e le “aree con criticità idraulica dovute alla fognatura e accumulo morfologico” individuate nella tavola “A.2.7.3 – mappa della pericolosità idraulica T=100 anni” di cui allo Studio di Gestione del Rischio idraulico Comunale.

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Il problema della salvaguardia delle acque sotterranee può essere affrontato sia considerando la litologia dei complessi idrogeologici e le caratteristiche della loro copertura pedogenizzata che da quello delle possibili fonti di rischio presenti sul territorio.

Un'elevata vulnerabilità idrogeologica, o la prossimità di punti di captazione idrica ad uso idropotabile, richiedono forme crescenti di salvaguardia del territorio e la limitazione o l'esclusione di forme di uso del suolo che possano costituire una fonte di rischio – inquinamento – per le acque sotterranee o che possano interferire in senso fisico con gli acquiferi sotterranei e con la loro ricarica.

La classe comprende le aree individuate nella valutazione della vulnerabilità intrinseca della falda.

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

A questa categoria appartiene tutto il territorio comunale. Sulla base dei dati geognostici disponibili, ricava dal precedente studio geologico comunale integrati coi dati a disposizione, sono stati distinti due specifici settori:

- Settori con limi/argille superficiali con spessori dell'ordine dei 2-4 m con caratteristiche molto variabili;
- Settori con limi/argille superficiali con spessori dell'ordine di 1-2 m con caratteristiche localmente variabili.

Tutto il territorio comunale è inoltre caratterizzato da un grado di suscettività al fenomeno degli occhi pollini alto/molto alto.

Elementi geomorfologici individuati dal P.T.C.P.

Corrispondono agli elementi individuati nel P.T.C.P. la cui descrizione è riportata nel capitolo relativo alla “Carta dei vincoli”.

6 INQUADRAMENTO NORMATIVA SISMICA

Il Comune di Sulbiate, secondo la riclassificazione sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", adottata con d.g.r. n.14964 del 7 novembre 2003), ricadeva in zona sismica 4 (bassa sismicità).

Tale classificazione è poi variata a seguito dell'entrata in vigore della D.g.r. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Lombardia", con la quale il territorio di Sulbiate è ora in zona sismica 3.

6.1 STORIA SISMICA

In questo paragrafo vengono riportati, per un inquadramento dello stile sismico dell'area in cui ricade il territorio comunale di Sulbiate, i dati tratti dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI15) utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per l'intero territorio Nazionale. Il database è realizzato nell'ambito del progetto DPC.S1 a cura del gruppo di lavoro Task 4. L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata DBMI15 è stata rilasciata a luglio 2016 e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI11 (Locati et al., 2011). DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativi ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia). I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti. Il catalogo è stato concepito ed impostato per consentire la consultazione "per località" che "per terremoto". La consultazione "per località" permette di visionare la storia sismica di una determinata località presente almeno tre volte in DBMI15.

L'elenco dei terremoti in cui è stata citato il Comune di Sulbiate (Storia sismica) comprende in totale n.2 osservazioni, da 1900 al 2020. Il diagramma della storia sismica di Sulbiate riporta solo i terremoti con intensità epicentrale inferiore a 4.

Tabella della storia sismica del comune di Sulbiate.

Effetti							In occasione del			
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1991	11	20	01	54	1	Grigioni, Vaz	468	6	4.70
NF	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26

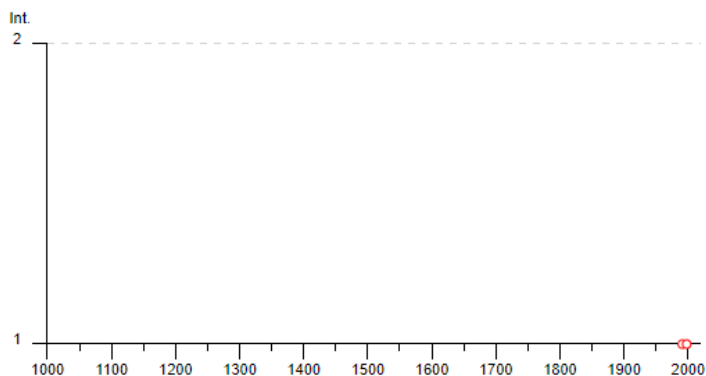
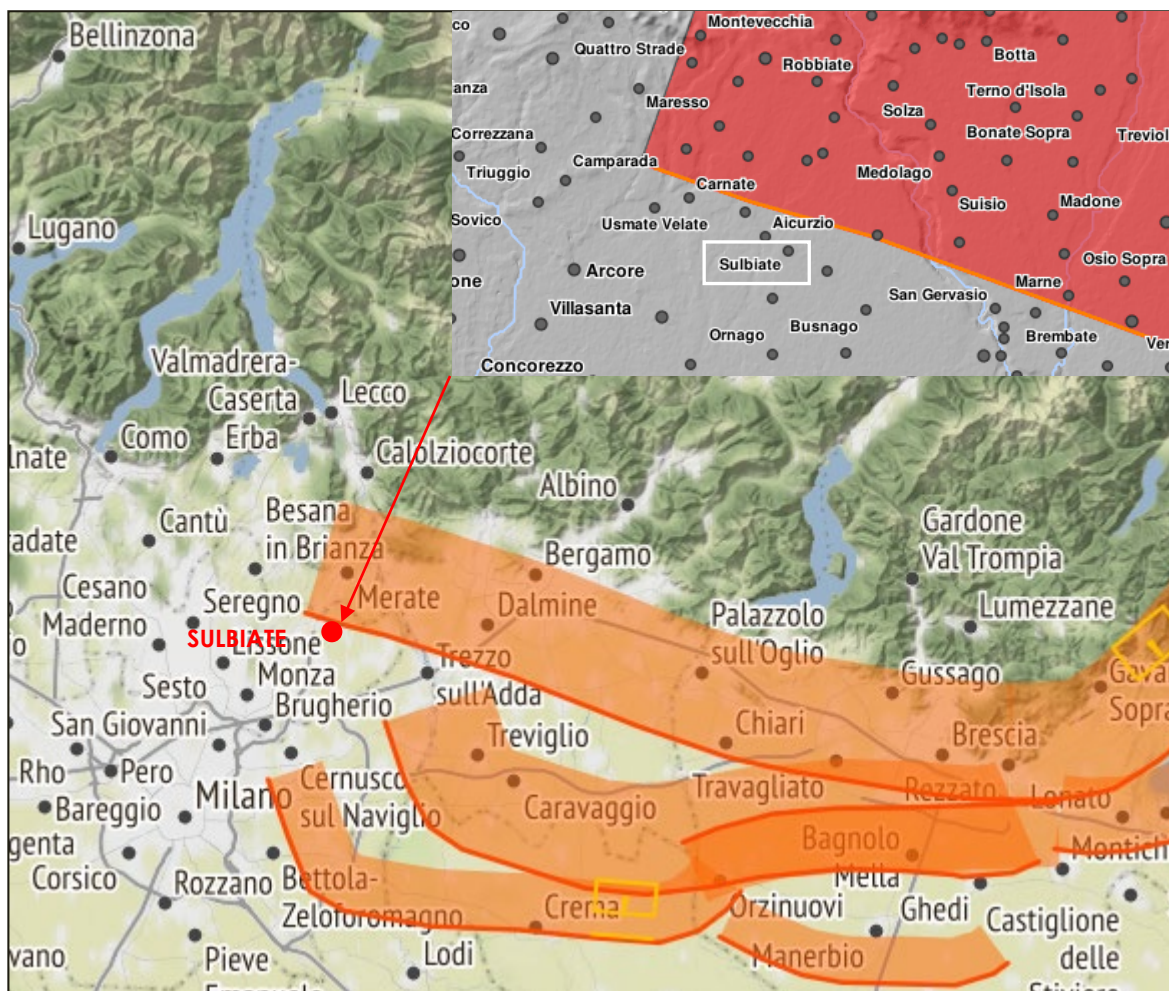


Diagramma storia sismica Sulbiate.

6.2 STILE SISMICO DELL'AREA E ZONE SISMOGENETICHE

Il database DISS 3.1.1 dell'INGV fa ricadere il territorio comunale di Sulbiate non ricade in zone sismo-genetiche. La più vicina risulta essere la zona sismo-genetica "ITCS010". La zona si estende dal Meratese fino al Bresciano e appartiene al sistema di spinta denominato "Western S-Alps external thrust". Si tratta nella fattispecie di un fronte S-vergente cieco, ovvero del sistema di faglie di compressione più a Sud delle Alpi, come indicato dai dati di sottosuolo (Cassano et al, 1986; Pierie Groppi, 1981) la cui espressione di superficie rimane poco chiara o debole.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000, Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una distribuzione sparsa di sismicità in questa regione, in particolare gli stessi elencano eventi di magnitudo nell'intervallo tra Mw 4,6 e 5,0 che potrebbero essere stati generati da sorgenti sismo-genetiche appartenenti a questa zona.



Stralcio cartografico dal portale DISS 3.1.1

Le seguenti tabelle esplicano le informazioni contenute nel database riferite alla zona sismogenetica ITC-S010.

General information

DISS-ID	ITC-S010
Name	Wastern S-Alps internal thrust
Compiler	Burrato P.(1)
Contributor	Burrato P.(1)
Affiliation (s)	1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	19-Apr-2015

Parametric Information

Parameter		Quality	ITC-S010
Min.depth [km]	5.0	OD	Based on geological data from various authors
Max depth [km]	12.0	OD	Based on geological data from various authors
Strike [deg] min...max	265...295	OD	Based on geological data from various authors
Dip [deg] min...max	25...35	OD	Based on geological data from various authors
Rake [deg] min...max	80...100	EJ	Inferred from geological data
Slip Rate [mm/y]	0.1...0.5	EJ	Unknown, value assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	5.5	EJ	Assigned on the basis of conservative criteria.
OD: Original Data; EJ: Expert Judgment			

La stima della pericolosità sismica legata alla fratturazione (fogliazione) è un argomento di estrema importanza e molto attuale, specie quando ci si trova ad operare in zone ad alta densità di popolazione o interessate da insediamenti produttivi di un certo rilievo.

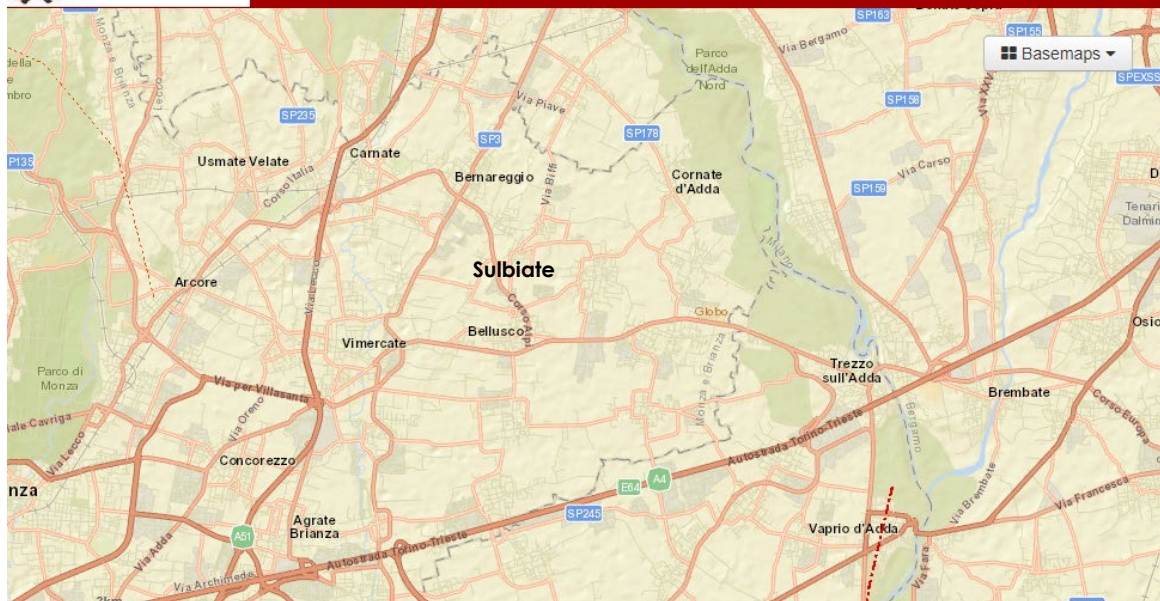
Nell'ambito delle attività mirate alla riduzione del rischio sismico, è importante poter effettuare la corretta collocazione delle faglie capaci, definite come faglie che possono potenzialmente creare deformazione superficiale. A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia – ISPRA – ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly Hazard from CAPable faults) che prevede la creazione di un database per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il database delle faglie capaci è uno strumento fondamentale per:

- Analisi di pericolosità ambientale e sismica; Comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio;
- Pianificazione territoriale;
- Gestione delle emergenze di Protezione Civile.

Può essere inoltre di supporto alla ricerca scientifica nell'ambito dell'analisi dei processi geodinamici. Nonostante tale progetto sia ancora in fase sperimentale, e quindi suscettibile di variazioni, si ritiene di poterlo contemplare nell'ambito del presente lavoro almeno dal punto di vista informativo. Dallo stralcio cartografico è possibile notare come per il territorio comunale di Sulbiate non sono presenti fagli attivi o capaci. La faglia più vicina al territorio comunale è situata ad Est, ed è denominata "faglia inversa di Seriate".



ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI
ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia

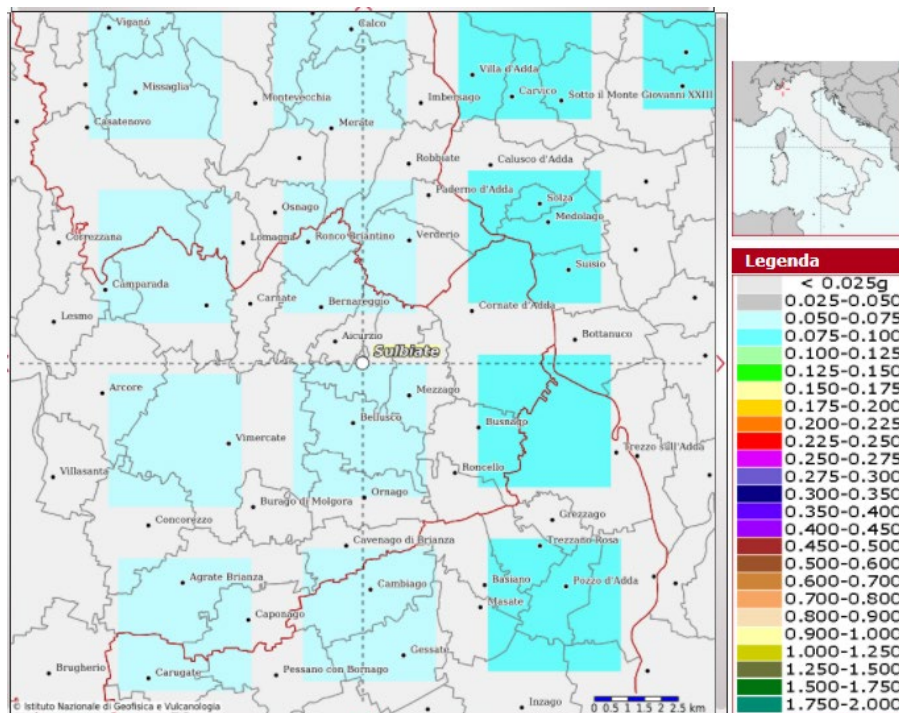


Estratto portale ITHACA.

6.3 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) fanno riferimento ad un lavoro dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per quanto concerne la valutazione della pericolosità sismica del territorio nazionale (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

La figura seguente, tratta dal sistema indicato, mostra che il valore massimo della PGA su roccia nella zona di interesse corrispondente ad una probabilità del 10% in 50 anni può essere 0.025-0.050.



Mapa interattiva di pericolosità sismica.

Con lo stesso applicativo è possibile effettuare una procedura che consente di determinare i parametri del terremoto che maggiormente influenzano la pericolosità sismica del sito considerato (disgregazione della pericolosità). La disgregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica

consente inoltre di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in Magnitudo e Distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. In altri termini si può affermare che il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario o di riferimento) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

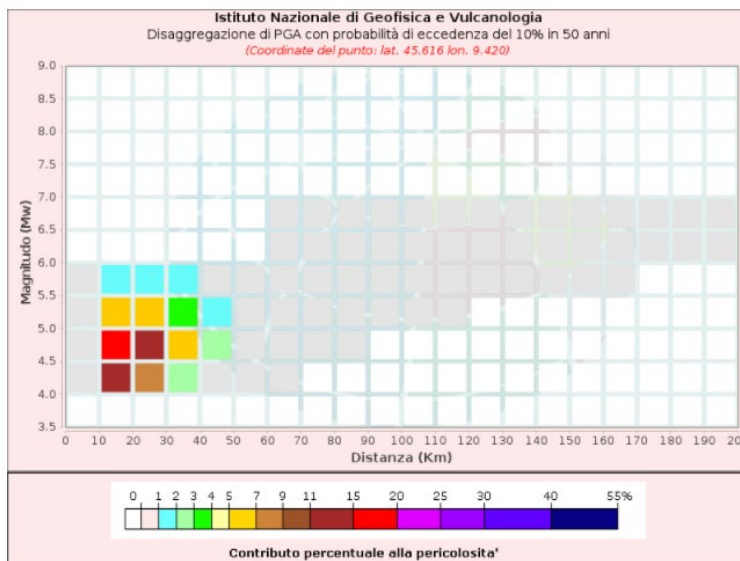


Grafico disaggregazione.

Dalla tabella seguente si evince che per il territorio comunale di Sulbiate la massima probabilità – pari al 19.8% - si ha per magnitudo compresa tra 4.5-5.0 e distanza epicentrale 10-20 km.

Tabella valori disaggregazione Magnitudo – Distanza.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 45.616 lon. 9.420)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.1840	0.2100	0.0566	0.0112	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	14.9000	19.8000	6.6400	1.5500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	8.2300	13.6000	6.1500	1.8200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	2.9900	6.0100	3.4800	1.2500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.9520	2.5300	1.8900	0.7600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.1780	0.9540	0.9840	0.4330	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0021	0.2850	0.5410	0.3340	0.1020	0.0160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0583	0.3420	0.3640	0.2170	0.0358	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0046	0.1840	0.3170	0.2110	0.0369	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0740	0.2450	0.1780	0.0330	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0193	0.1560	0.1320	0.0259	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0834	0.1060	0.0227	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

7 CARTA PERICOLOSITÀ SISMICA DI I E II LIVELLO

Le locali condizioni geologiche e geomorfologiche possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei terreni e dei materiali coinvolti. Gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati sull'identificazione dei possibili effetti locali, distinguibili in due grandi gruppi: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità (o effetti cosismici).

Mentre gli effetti di instabilità interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente tale nei confronti delle sollecitazioni sismiche (esempio i versanti, le frane quiescenti, ecc.), gli effetti di sito o di amplificazione sismica locale interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Quest'ultimi sono rappresentati dall'insieme di modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le strutture locali. Gli effetti di sito si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nella stessa area:

- effetti di *amplificazione topografica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto. Se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi, l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- effetti di *amplificazione litologica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche. Tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

In Regione Lombardia la metodologia per l'approfondimento e la valutazione dell'amplificazione sismica locale è riportata in Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.*”. La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente, da applicarsi in funzione della zonazione sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale. Solo i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione; il terzo livello di approfondimento è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il secondo livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione morfologica e/o litologica sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni.

I livelli di approfondimento sono di seguito sinteticamente definiti:

I livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia di dati esistenti. Questo livello è obbligatorio per tutti i comuni e prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale sono riportate le diverse situazioni tipo (Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

II livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di Pericolosità Sismica Locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa). Questo livello è obbligatorio, per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il I livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (Z3 e Z4 Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici. Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (Z1 e Z2 Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) non è prevista l'applicazione del II livello di approfondimento, ma il passaggio diretto a quello di III livello.

III livello: definisce gli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

7.1 ANALISI DI I LIVELLO

L'analisi consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta di un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte. La suddivisione in zone è avvenuta seguendo una suddivisione in situazioni tipo denominate **scenario di pericolosità sismica locale**, (Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 – n. IX/2616), riportate nella tabella successiva.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Dal punto di vista geologico il territorio comunale di Sulbiate è caratterizzato dalla presenza di depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi di origine fluvio-glaciale. La successione ghiaioso-sabbiosa è ricoperta al tetto, da una spessa coltre di alterazione di natura limoso-argillosa.

Gran parte del territorio comunale è classificato con la sigla Z4d "zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale".

Le zone di fondovalle sono classificate con la sigla Z4a "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi".

La ripida scarpata morfologica che separa le alluvioni antiche dalle alluvioni più recenti, è classificata come Z3a di ciglio con $H > 10$.

7.2 APPROCCIO METODOLOGICO DEL 2° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali topografiche o litologiche, in adempimento a quanto previsto dagli "Indirizzi e Criteri degli ICMS", è stata eseguita l'analisi di 2° Livello mediante il calcolo del valore degli "Fa" con applicazione della procedura individuata dai Criteri Regionali (Livello 2 ai sensi dell'All. 5 della D.g.r.R. IX/2616/2001). Si procede di seguito a descrivere dettagliatamente tutti passaggi previsti dal metodo adottato.

La procedura prevista dalla normativa regionale fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valori di Fattore di amplificazione (Fa). Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per le amplificazioni litologiche e morfologiche, e sono utilizzati per zonare le aree di studio in funzione del valore di "Fa". L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano).

Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

L'identificazione della categoria di sottosuolo si è fatto riferimento alle procedure di calcolo di cui alle N.T.C. 2018.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione (formula tratta dal paragrafo 3.2.2. NTC 2018):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tab. 3.2 II (NTC 2018) – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m;</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m. caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori equivalenti compresi tra 100 e 180 m/s;</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.</i>

7.3 FORME DI SUPERFICIE - ZONA Z3A

Le analisi della risposta sismica locale su scenari di scarpata e di cresta (Z3) sono state condotte seguendo una metodologia basata su analisi morfologiche bidimensionali che rappresentano le irregolarità topografiche (scarpate) come riportato nell'Allegato 5 della D.g.r. n. IX/2616 del 30 Novembre 2011.

Per la valutazione degli effetti di amplificazione sismica di tipo morfologico e geometrico è molto influente l'angolo di incidenza delle onde sismiche rispetto all'irregolarità morfologica stessa. L'amplificazione, infatti, è prodotta dalla focalizzazione delle onde sismiche in corrispondenza delle scarpate o delle creste, a causa della riflessione sulla superficie libera e dell'interazione fra il campo d'onda incidente e quello difratto. La stima fornita è da intendersi come la risposta dello scenario considerato nel caso peggiore, cioè nel caso in cui l'incidenza del treno d'onde avvenga perpendicolarmente alla direzione di allungamento della cresta o della scarpata.

La valutazione del grado di protezione per gli scenari Z3 è stata effettuata in termini di contenuti energetici confrontando il valore di amplificazione (F_a) del sito con il valore soglia, rappresentato dal valore S_t (coefficiente di amplificazione topografica), definito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Il valore di F_a del sito è stato ottenuto attraverso le schede di valutazione dell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616/2011 per lo scenario Z3a, come descritto nei paragrafi successivi. Mentre il coefficiente di amplificazione topografica (S_t) è stato definito sulla base delle tabelle 3.2.III e 3.2.V delle N.T.C di seguito riportate.

Tab. 3.2 III – Categorie topografiche.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

Tab. 3.2 V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Categoria	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore a 30°	1,4

Il valore S_T rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede di valutare il valore di F_a con la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0,1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

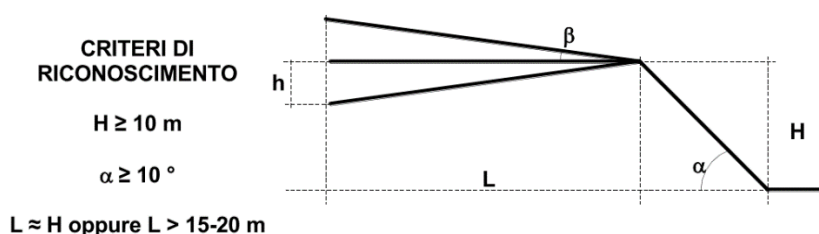
Il valore di F_a determinato deve essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato al ciglio del fronte principale, mentre all'interno della relativa area di influenza (fronte superiore) il valore è scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario; lungo il fronte principale tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base del fronte stesso.

Si possono presentare, quindi, due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.

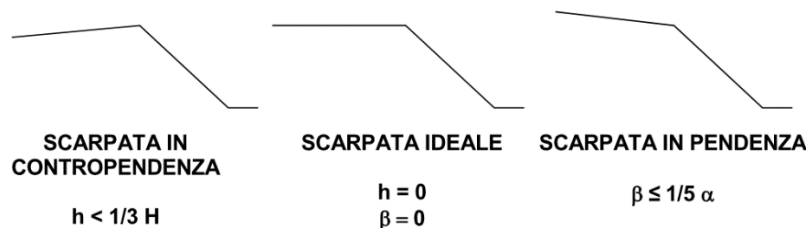
Ai sensi del All.5 D.g.r. IX/2616/2011 lo scenario di zona di scarpata rocciosa (Z3a) è caratterizzato da irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione (α) del fronte principale uguale o superiore ai 10° (Scheda di valutazione).

Secondo le indicazioni riportate nella suddetta nota lo scenario di zona di scarpata (Z3a) da prendere in considerazione è caratterizzato da irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione (α) del fronte principale uguale o superiore ai 10° .

**Criteria di riconoscimento della PSL – Z3a.**

In funzione di questi parametri si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

**Criteria di riconoscimento della tipologia di scarpate.**

La misura dell'altezza H è da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore è da definire come distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

L'altezza H corrisponde alla distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre per fronte superiore si intende la distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

Si è proceduto così alla valutazione del valore del coefficiente di amplificazione sismica F_a e dell'area di influenza " A_i ", in funzione della classe altimetrica H della scarpata e del valore dell'angolo α , come da tabella seguente.

Tabella per la determinazione dei F_a e A_i relativamente allo scenario di PSL-Z3a.

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $F_{a_{0,1-0,5}}$	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

L'analisi è stata condotta attraverso una serie di profili topografici tracciati trasversalmente alla scarpata in corrispondenza dell'ambito vallivo presente nella porzione occidentale del territorio comunale (lungo via Cascina Ca) in corrispondenza della scarpata in sinistra idraulica della valle. Considerato che la scarpata in destra orografica non rientra nelle classi altimetriche di cui alla tabella sopra, la zona Z3a precedentemente individuata nella precedente carta di PSL, è stata stralciata,

In questo ambito, nel caso di una sollecitazione sismica le condizioni locali rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche favoriscono il focalizzarsi delle onde sismiche in prossimità dell'orlo di scarpata. L'estensione dell'area di influenza A_i dei fenomeni di amplificazione sismica a tergo dell'orlo di terrazzo, che costituisce un elemento lineare e non areale, è stato valutato pari a 10/15 m, inclinazione $10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

In base ai risultati ottenuti il valore di F_a è inferiore al valore di soglia (St 1.1) e quindi non è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.

7.4 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

La stima degli effetti di amplificazione litologica è stata fatta prendendo a riferimento la procedura semplificata prevista dall'All.5 D.g.r. IX/2616/2011.

I parametri di cui si è tenuto conto per l'applicazione del metodo adottato per la stima del F_a sono:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle V_s con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s (quando possibile);
- spessore e velocità di ciascuno strato presente nelle zone rappresentative scelte per l'esecuzione delle indagini.

Il valore del Fattore di amplificazione F_a si riferisce agli intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s; i due intervalli di periodo in cui viene calcolato il valore di F_a sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie. Per questo studio è stato utilizzato il periodo 0.1-0.5 s.

All'interno della scheda di valutazione (litologie prevalentemente ghiaiose; due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose tipo 1 e tipo 2, due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose tipo 1 e tipo 2, scheda per le litologie prevalentemente sabbiose) si sceglie, in funzione della profondità e della velocità V_s dello strato superficiale, la curva

più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule), in base al valore del periodo proprio del sito T.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}}$$

in cui h_i e V_{s_i} sono rispettivamente lo spessore e la velocità dello strato i-esimo.

Il valore di F_a così calcolato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione è effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato definito per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per il periodo di riferimento 0.1-0.5 s e 0.5-1.5. (banca dati Regione Lombardia soglie_lomb.xls).

I valori soglia di riferimento del Fattore di amplificazione F_a , definiti per il Comune di Sulbiate per il periodo di riferimento 0.1 - 0.5 s e 0.5-1.5s sono indicati nella tabella seguente.

Tabella valori soglia del Fattore di amplificazione in funzione alla categoria di sottosuolo e al periodo.

COMUNE	INTERVALLO	VALORI SOGLIA			
		Tipo suolo B	Tipo suolo C	Tipo suolo D	Tipo suolo E
Sulbiate	0.1 - 0.5	1.4	1.8	2.2	2.0
	0.5-1.5	1.7	2.4	4.2	3.1

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

Le indagini sismiche appositamente condotte per il presente studio sono consistite in n.8 indagini HVSR per la misura del rapporto H/V nello spettro di frequenza dei microtremori.

Cenni sul metodo di elaborazione delle indagini HVSR

L'esperienza maturata nel corso degli ultimi anni ha indicato nelle procedure di sismica passiva quelle che in questo contesto meglio garantiscono risultati affidabili e utili. In particolare, la tecnica basata sullo studio dei rapporti spettrali delle componenti medie del campo di vibrazioni ambientali (tecnica HVSR o "di Nakamura") si rileva di grande utilità nei diversi contesti in cui è stata applicata.

In generale, si tratta di una tecnica a stazione singola che ha come obiettivo primario l'identificazione di fenomeni di risonanza indotti nelle coperture della presenza di contrasti di impedenza sismica nel sottosuolo.

Le misure di microtremore ambientale HVSR sono state effettuate per mezzo di sismometro tricomponente Gemini 2 prodotto dalla ditta Pasi S.r.l. di Torino e utilizzato per l'acquisizione delle vibrazioni ambientali.

L'apparato di misura è composto da velocimetri orientati su tre componenti dello spazio e di frequenza idonea alle finalità d'indagine, opportunamente reso solidale al suolo nella postazione di misura, a mezzo di piedini appuntiti infissi a terra, e livellato rispetto agli apparati di misurazione. Si

è operato nelle condizioni meteorologiche ottimali. Tutte le registrazioni si sono protratte per 25 min in continuo, operando con un periodo di campionamento di 5 ms (200 Hz) sui tre canali di registrazione.

L'esperienza e considerazioni teoriche mostrano che l'andamento con la frequenza dei rapporti fra le ampiezze spettrali medie delle componenti orizzontali e verticali dalle vibrazioni ambientali (curve HVSR ovvero "Horizontal to Vertical Spectral Ratios") mostrano dei massimi relativi in corrispondenza delle frequenze di vibrazione per le quali si verificano fenomeni di risonanza sismica.

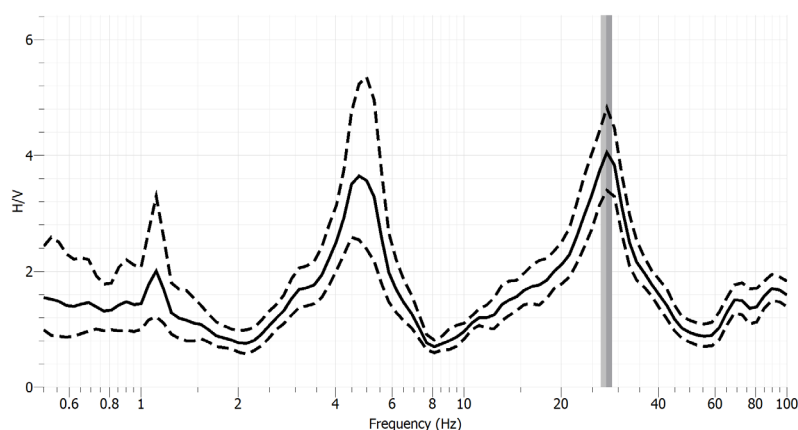
L'entità di questi massimi è proporzionale (anche se in maniera non lineare) all'entità del contrasto di impedenza responsabile della risonanza. Inoltre, la frequenza di vibrazione cui questo massimo corrisponde è tanto maggiore quanto minore è la profondità dell'interfaccia responsabile dell'intrappolamento di energie. In particolare, è possibile stabilire una relazione approssimativa fra frequenza f_0 del massimo, la velocità media delle onde S nelle coperture al di sopra dell'interfaccia responsabile delle risonanza ($\langle V_s \rangle$) e la profondità H di quest'ultima nella formula $f_0 = V_s = 4H$.

Le curve H/V possono essere convertite dal dominio H/V - frequenza, al dominio V_s - profondità, tramite inversione.

Nei siti in esame si è correlato i valori di picco, degli spettri di risposta HVSR, con le frequenze fondamentali di risonanza del sito. Si sono ricavate le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica, interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH.

L'interpretazione consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR di individuare in una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo. Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del moto fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si possono ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito. Sapendo che da ogni picco in frequenza corrisponde una profondità (m) dell'orizzonte che genera il contrasto di impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

La figura seguente mostra l'andamento della curva H/V.



Esempio di curva H/V

La curva nera continua rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere tratteggiate, dette "curve di confidenza", sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard dei valori delle singole curve H/V. Le curve colorate sono i rapporti H/V delle singole finestre; grazie al colore è possibile associare ogni curva alla corrispondente finestra temporale.

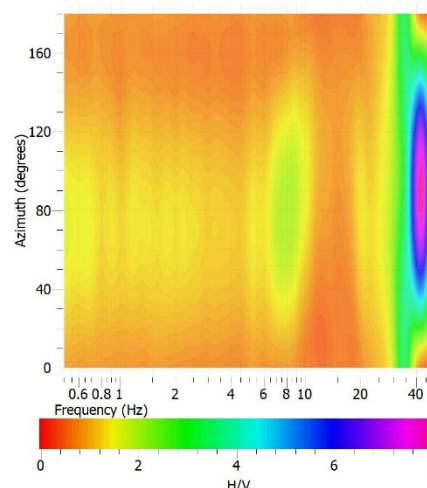
Le due bande grigie identificano la frequenza principale, o f_0 , individuata automaticamente dal programma. La f_0 del rapporto medio è esattamente al centro delle due bande, mentre l'area coperta dalla bande è ottenuta aggiungendo e sottraendo alla f_0 del rapporto medio la deviazione standard delle f_0 delle singole curve.

Altre informazioni che aiutano ad avere un'idea della bontà dell'indagine HVSR riguardano la stazionarietà e la direzionalità del rapporto H/V.

Per stazionarietà si intende la stabilità del rapporto H/V lungo tutta la durata dell'indagine: i singoli rapporti H/V correlati ciascuno ad una finestra temporale dovrebbero essere più simili possibile, specie per quanto riguarda la frequenza a cui si manifesta il picco, o i picchi, di ampiezza del rapporto.

La direzionalità del rapporto H/V è invece l'informazione riguardante la direzione di provenienza del segnale sul semipiano orizzontale, che può aiutare a rilevare l'eventuale situazione non desiderabile in cui si ha la polarizzazione del segnale lungo una certa direttrice.

Il risultato finale per la nostra acquisizione è il grafico riportato qui di seguito, ottenuto dalla produzione di un rapporto H/V per ogni 10° di rotazione, che riporta sulle ascisse la frequenza, sulle ordinate la rotazione e in cui il colore rappresenta l'ampiezza del rapporto.



Esempio di grafico direzionalità rapporto H/V

Risultati

Sulla base delle informazioni bibliografiche nonché i dati relativi ai log di sondaggio disponibili sul Geoportale Lombardia è stata utilizzata che scheda di riferimento quello per litologia ghiaiosa.

Dalle verifiche eseguite e dai confronti dei dati ottenuti con i valori fissati dalle vigenti disposizioni legislative (All.5 D.g.r. IX/2616/2011- NTC 2018) si può affermare che dal punto di vista delle amplificazioni litologiche tutti i siti esaminati sono caratterizzati da un valore di F_a minore della soglia prevista dalla normativa (F_a calcolato < F_a soglia).

Si riportano di seguito di dati ricavati per ciascun sito investigato, al fine di confrontarne i risultati con i valori soglia previsti dalla normativa vigente.

Sito	Categoria Sottosuolo	Periodo T	F_a (calcolato)	F_a (soglia)	Esito confronto
1	B	0.21	1.34	1.4	VERIFICATO
2	B	0.23	1.36	1.4	VERIFICATO
3	B	0.22	1.35	1.4	VERIFICATO
4	B	0.18	1.30	1.4	VERIFICATO
5	B	0.18	1.32	1.4	VERIFICATO
6	B	0.2	1.34	1.4	VERIFICATO
7	B	0.2	1.33	1.4	VERIFICATO
8	B	0.18	1.30	1.4	VERIFICATO

In allegato le schede dettagliate per ogni sito d'indagine.

Sulla base dei risultati ottenuti è stata redatta la Carta della pericolosità sismica locale di I e II livello (Tavola 5). La Tavola 7 riporta la sovrapposizione tra gli elementi della tavola 5 e le classi di fattibilità geologica.

8 CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA

La Carta di Fattibilità geologica delle azioni di piano (Tavola 6) è l'elaborato che viene desunto dalla Carta di Sintesi e dalle considerazioni tecniche svolte nella fase di analisi e fornisce indicazioni circa le limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi e le indagini necessarie per gli approfondimenti richiesti e gli interventi di ripristino e di mitigazione del rischio reale o potenziale. Tutte le analisi condotte permettono la definizione di questo elaborato, redatto alla scala 1:5.000, che mediante la valutazione incrociata degli elementi cartografati, individua e formula una proposta di suddivisione dell'ambito territoriale d'interesse in differenti aree, che rappresentano una serie di "classi di fattibilità geologica".

Nella D.g.r. IX/2616 del novembre 2011 viene proposta una classificazione costituita da quattro differenti classi, in ordine alle possibili destinazioni d'uso del territorio; sono zone per le quali sono indicate sia informazioni e cautele generali da adottare per gli interventi, sia gli studi e le indagini di approfondimento eventuali.

In base alle valutazioni effettuate, considerando gli elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici ed idraulici riconosciuti, nel territorio di Sulbiate sono state individuate le seguenti classi di fattibilità:

- Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni
- Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

Per quanto riguarda le fasce di rispetto di polizia idraulica, così come riportate nella carta dei vincoli geologici, non si ritiene necessario istituire una classe di fattibilità 4 di "rispetto fluviale" lungo i corsi d'acqua, in quanto su tali aree sussiste già uno specifico vincolo e norma di Polizia Idraulica.

Classe di Fattibilità Geologica 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe sono individuati i territori ove l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Le aree a gravi limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità/vulnerabilità e dalle relative classi di sintesi così come precedentemente descritte.

Comprendono le **aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**, con riferimento alle aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti – Zona 1 PAI e ambito Reticolo Secondario di Pianura del PGRA - classe P3/H. Queste zone, per le loro caratteristiche litologiche, presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

Classe di Fattibilità Geologica 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

Questa classe comprende le zone nelle quali si sono riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura delle condizioni di pericolosità nelle aree. Queste condizioni possono essere per lo più rimosse con interventi idonei alla eliminazione o minimizzazione del rischio, realizzabili nell'ambito del singolo lotto edificatorio o di un suo intorno significativo. L'utilizzo delle zone, ai fini urbanistici è subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, per consentire di precisare le esatte volumetrie e ubicazioni, le idonee destinazioni d'uso, nonché le eventuali opere di difesa. Nel caso in esame sono state individuate una serie di aree in classe 3 che presentano problematiche geologiche variabili; si tratta in genere di ambiti, sia di pianura sia di versante, che coincidono con aree, caratterizzate da condizioni sfavorevoli, pericolose e/o vulnerabili definite nell'unità di sintesi:

- **Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche:** comprende tutto il territorio comunale;
- **Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico:** comprende tutto il territorio comunale per la classi di vulnerabilità bassa e media;
- **Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**, corrispondenti alle aree con criticità idraulica dovute ad accumulo morfologico" e le "aree con criticità idraulica dovute alla fognatura e accumulo morfologico".

9 CARTA PAI-PGRA

A seguito dell'entrata in vigore della D.G.R. n. X/6738 del 19 giugno 2017, relativa alle "disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza [...]", si è stata predisposta una carta nella quale sono stati tracciati tutti gli elementi che derivano dal recepimento dei contenuti del PAI e del PGRA.

La carta comprende le "aree oggetto di valutazione di dettaglio della pericolosità e del rischio alla scala locale" individuate nello "Studio Comunale di Gestione del rischio idraulico".

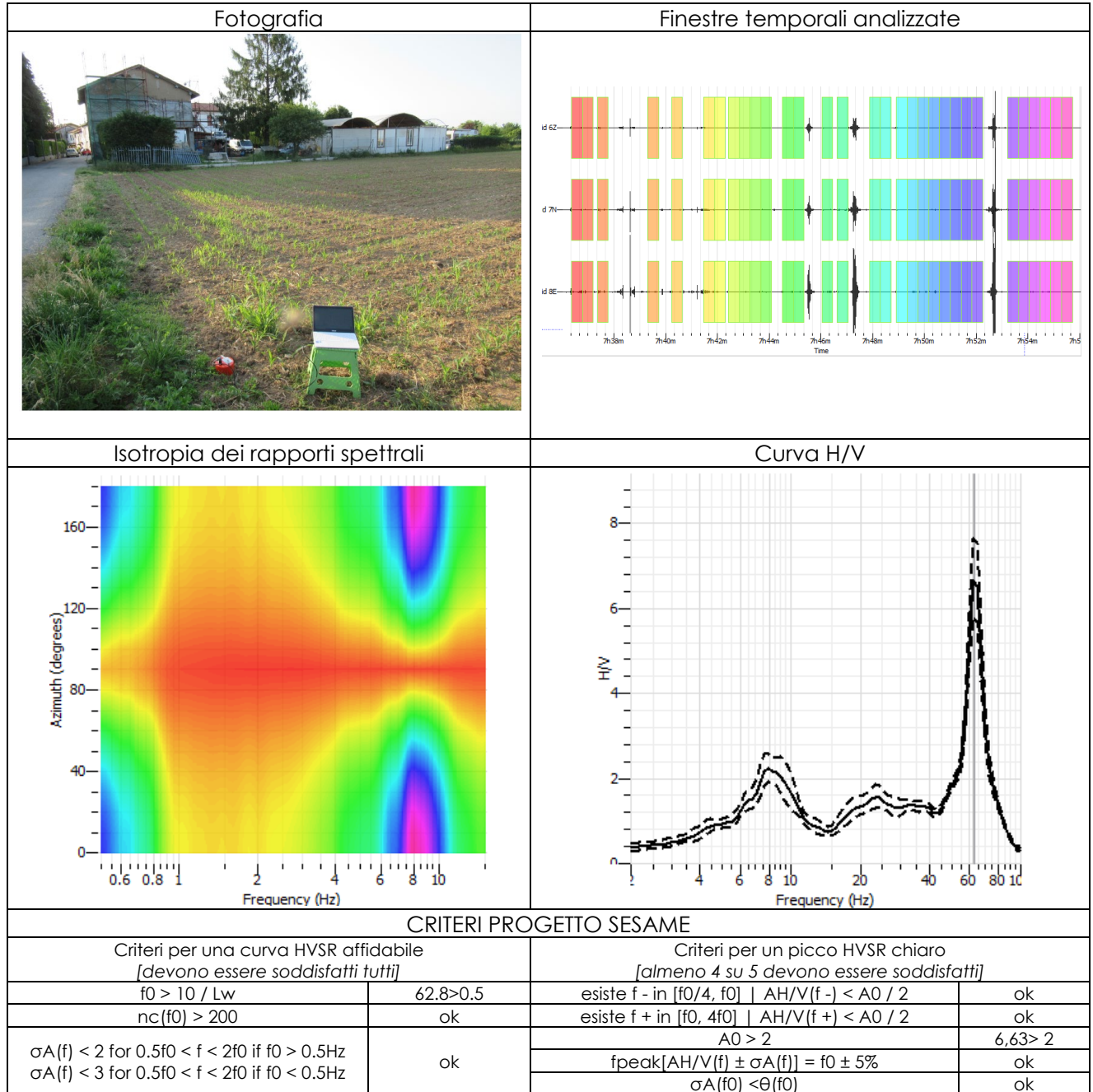
Nel presente studio è stata prodotta la "carta PAI-PGRA" (Tavola 8) riportando così le aree allagabili in ambito comunale caratterizzate da vari gradi di pericolosità idraulica.

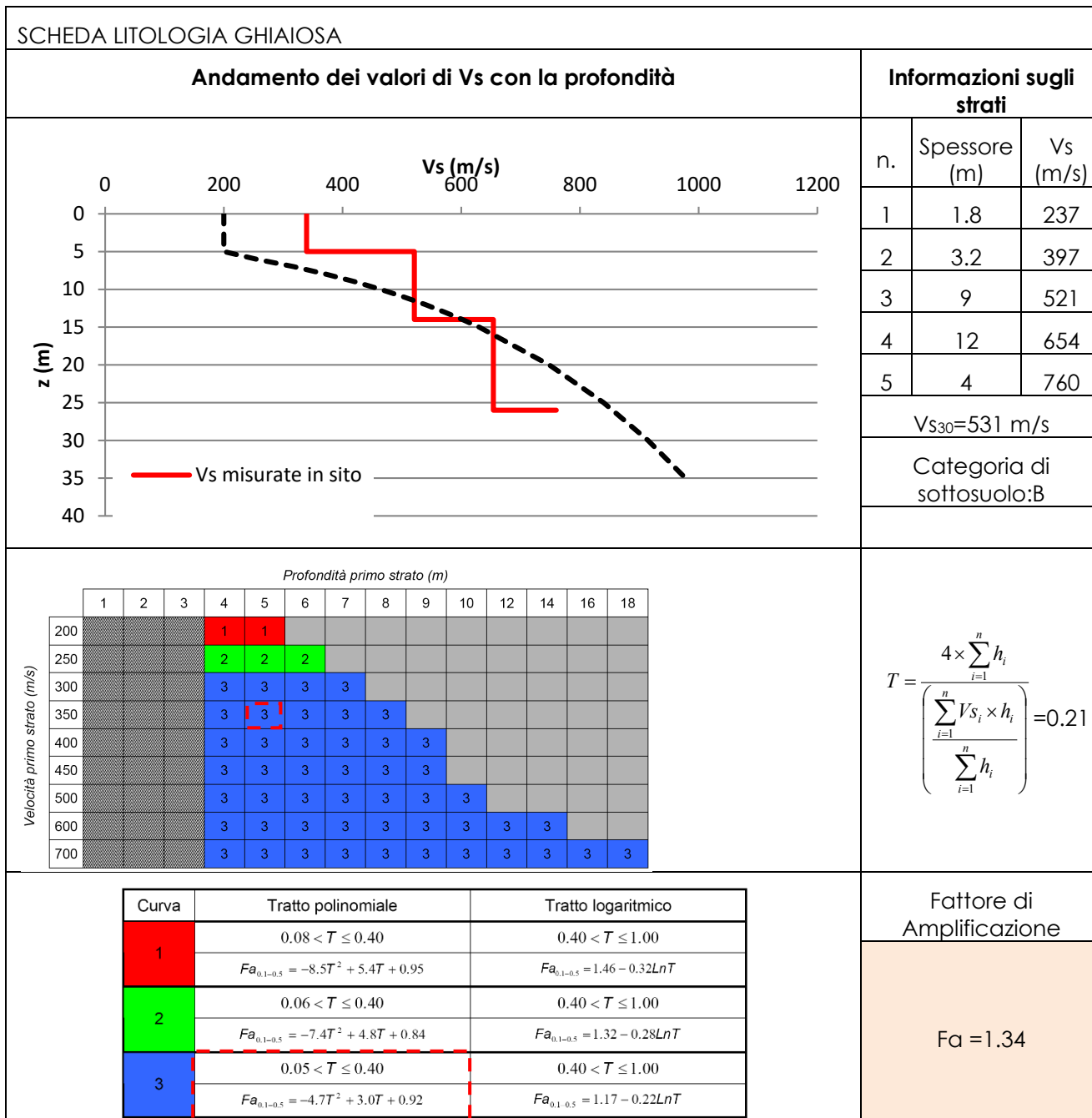
ALLEGATO

INDAGINI HVSR

Indagine sito 1


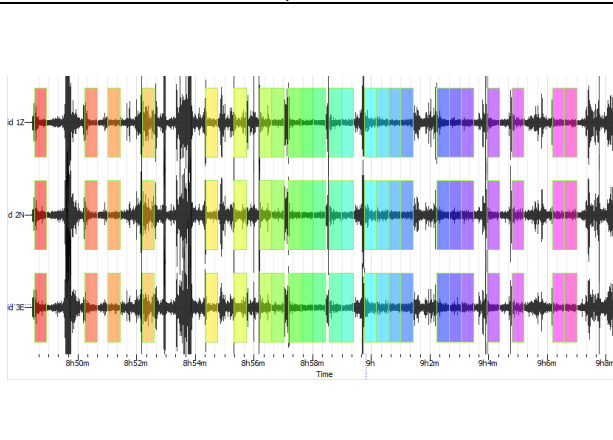
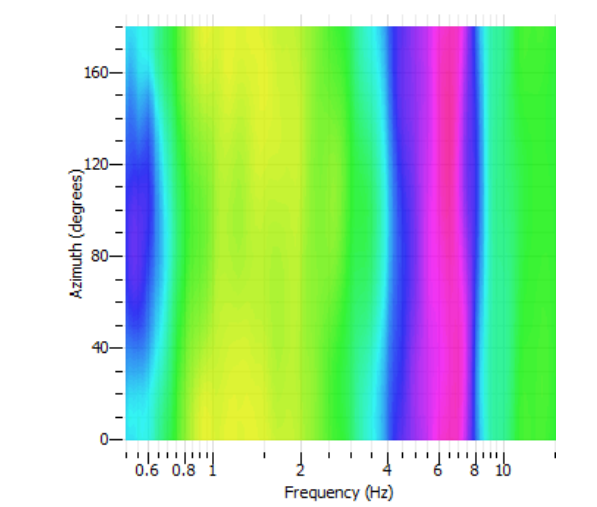
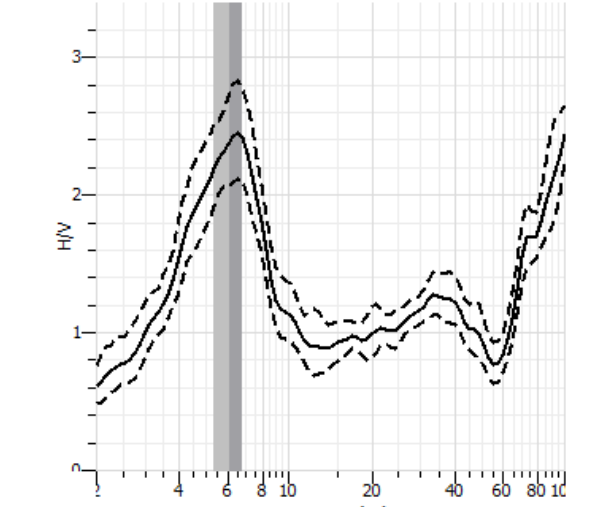
Localizzazione: via Cascina Cà.

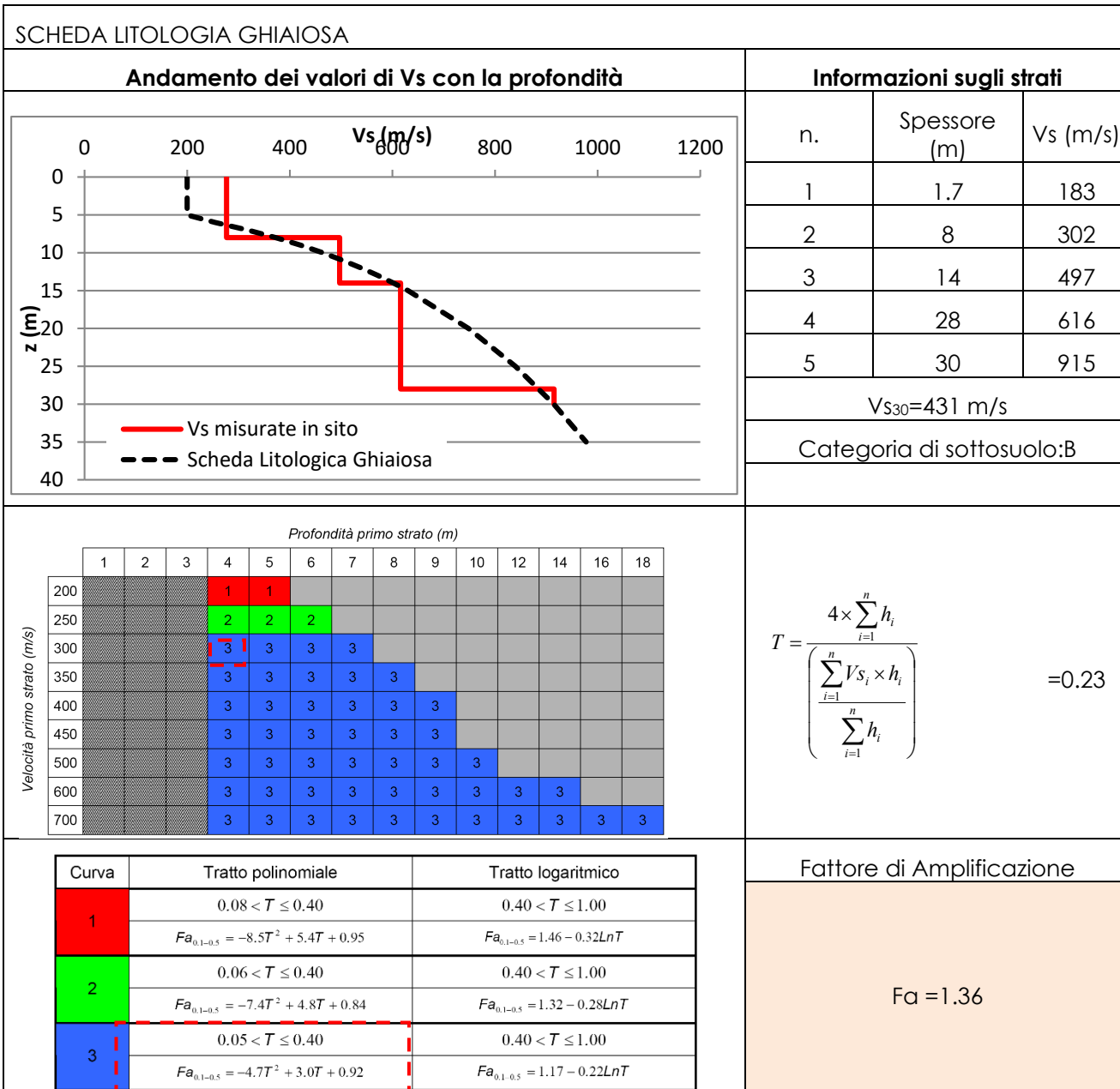




Indagine sito 2

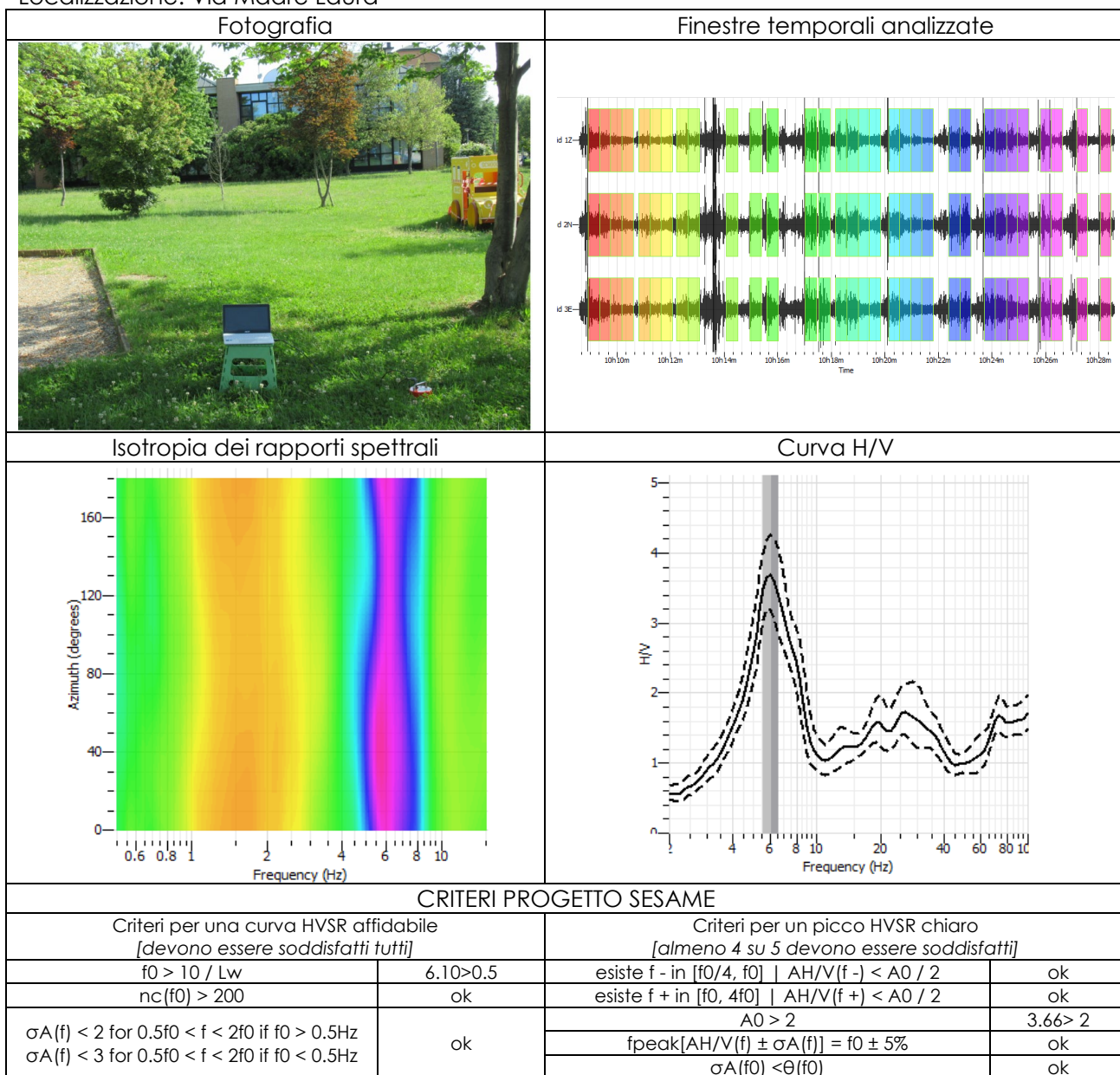
Localizzazione: Piazza Castello

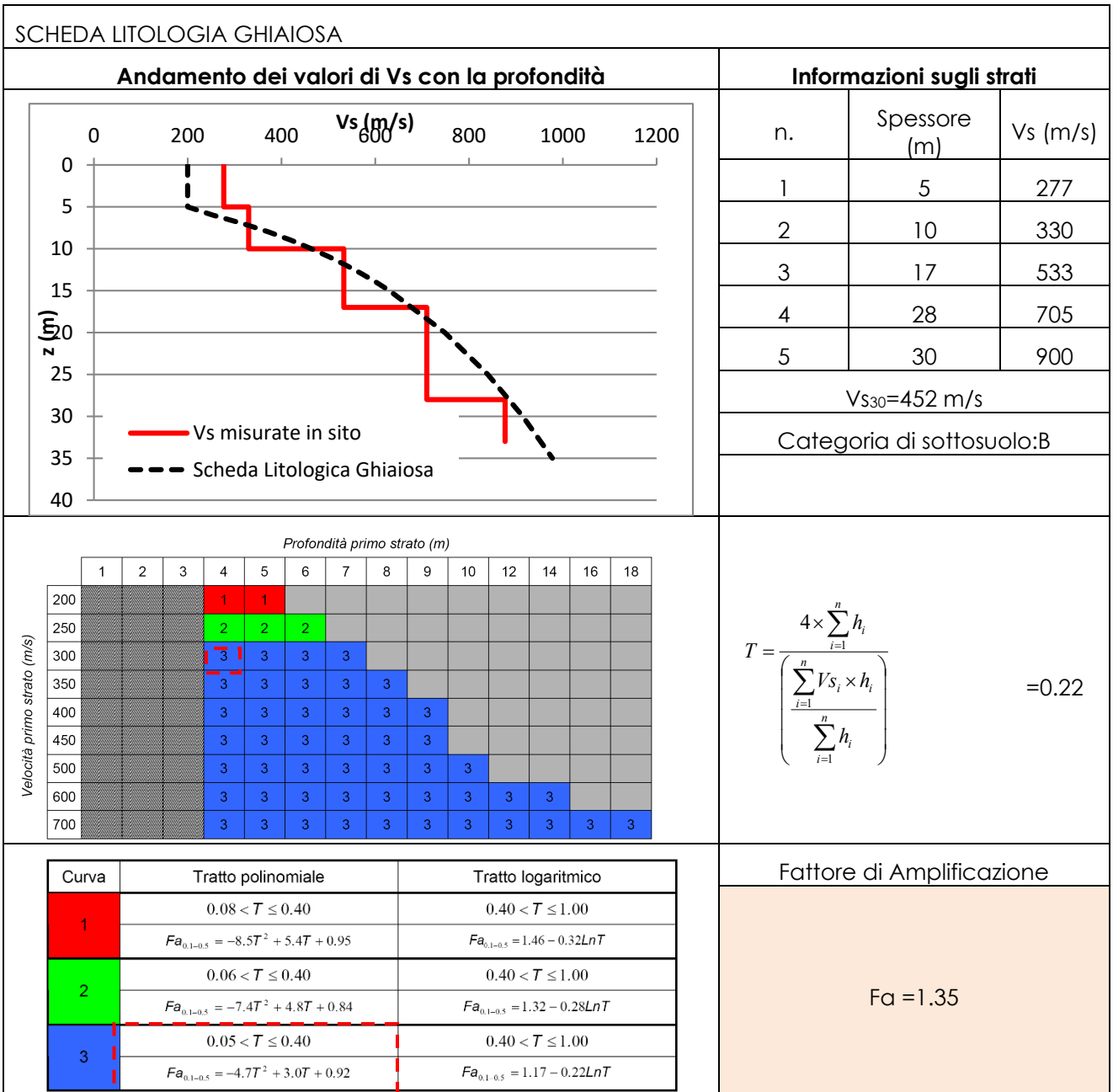
<p style="text-align: center;">Fotografia</p> 	<p style="text-align: center;">Finestre temporali analizzate</p> 		
<p style="text-align: center;">Isotropia dei rapporti spettrali</p> 	<p style="text-align: center;">Curva H/V</p> 		
<p>CRITERI PROGETTO SESAME</p>			
<p style="text-align: center;">Criteri per una curva HVSR affidabile <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i></p>	<p style="text-align: center;">Criteri per un picco HVSR chiaro <i>[almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i></p>		
<p>$f_0 > 10 / L_w$</p>	<p>6.05 > 0.5</p>	<p>esiste f - in $[f_0/4, f_0]$ $AH/V(f-) < A_0 / 2$</p>	<p>ok</p>
<p>$nc(f_0) > 200$</p>	<p>ok</p>	<p>esiste f + in $[f_0, 4f_0]$ $AH/V(f+) < A_0 / 2$</p>	<p>ok</p>
<p>$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$</p>	<p>ok</p>	<p>$A_0 > 2$</p>	<p>2.37 > 2</p>
<p>$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$</p>		<p>$f_{peak}[AH/V(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$</p>	<p>ok</p>
		<p>$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$</p>	<p>ok</p>



Indagine sito 3

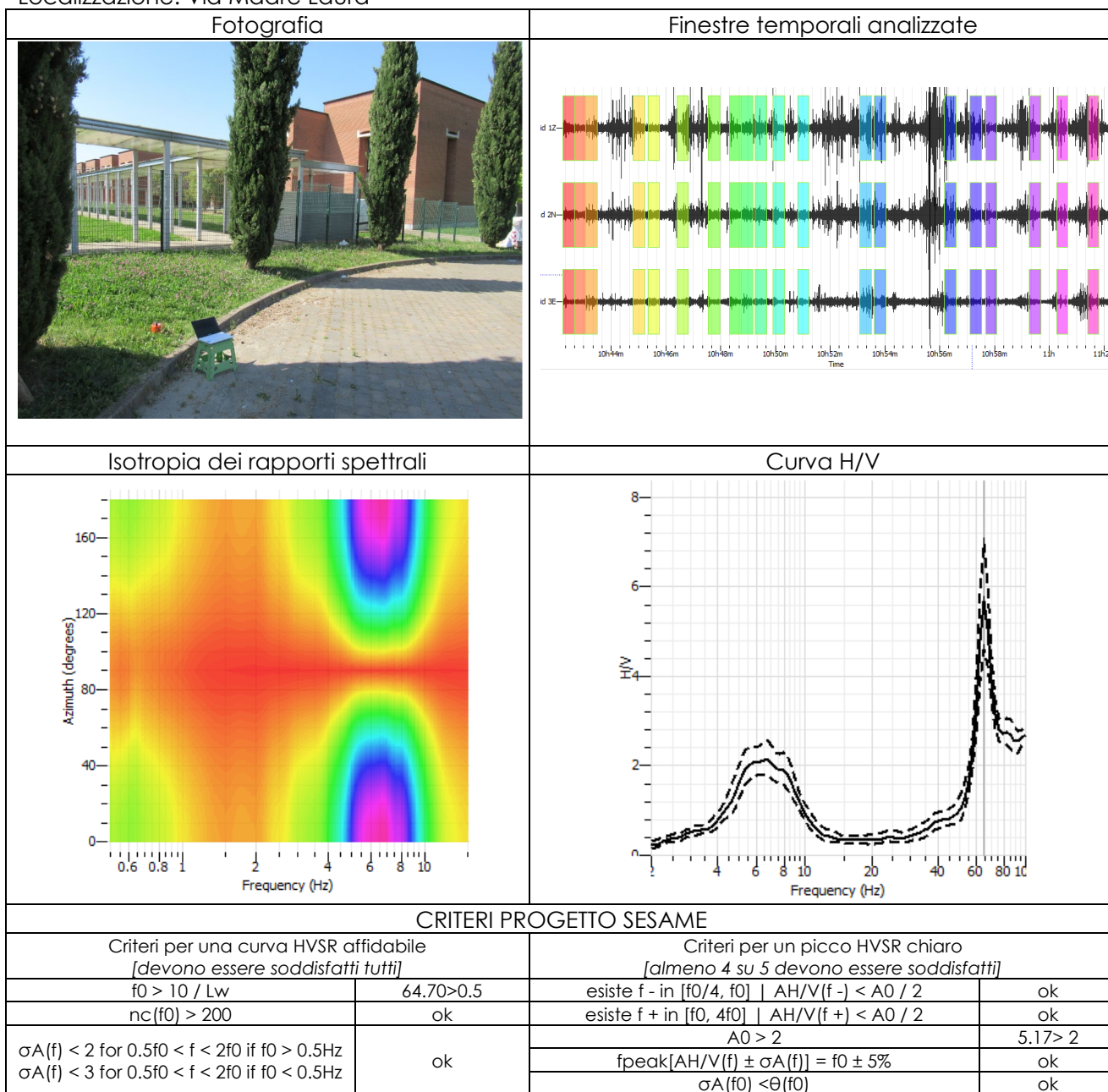
Localizzazione: Via Madre Laura





Indagine sito 4

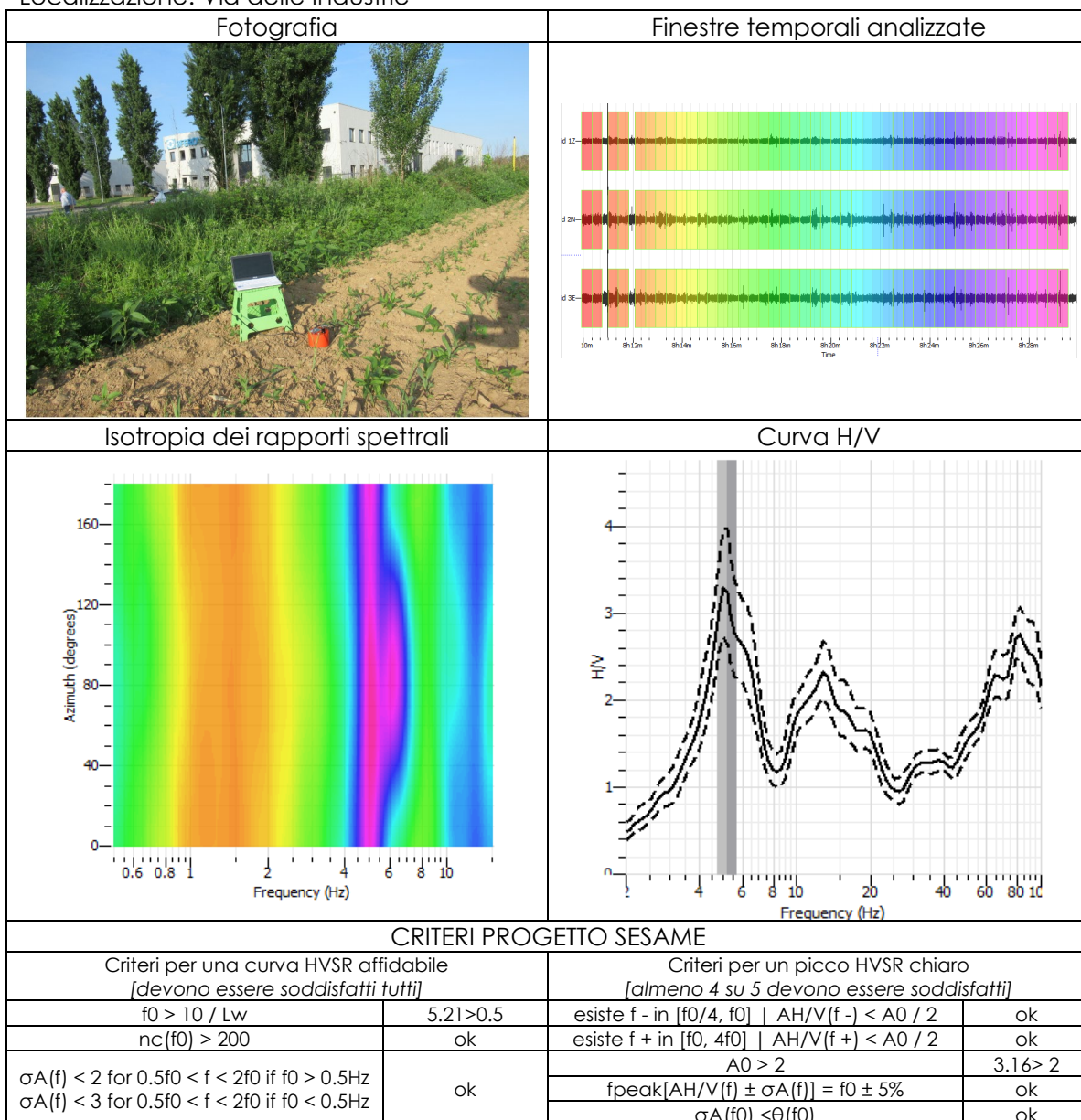
Localizzazione: Via Madre Laura

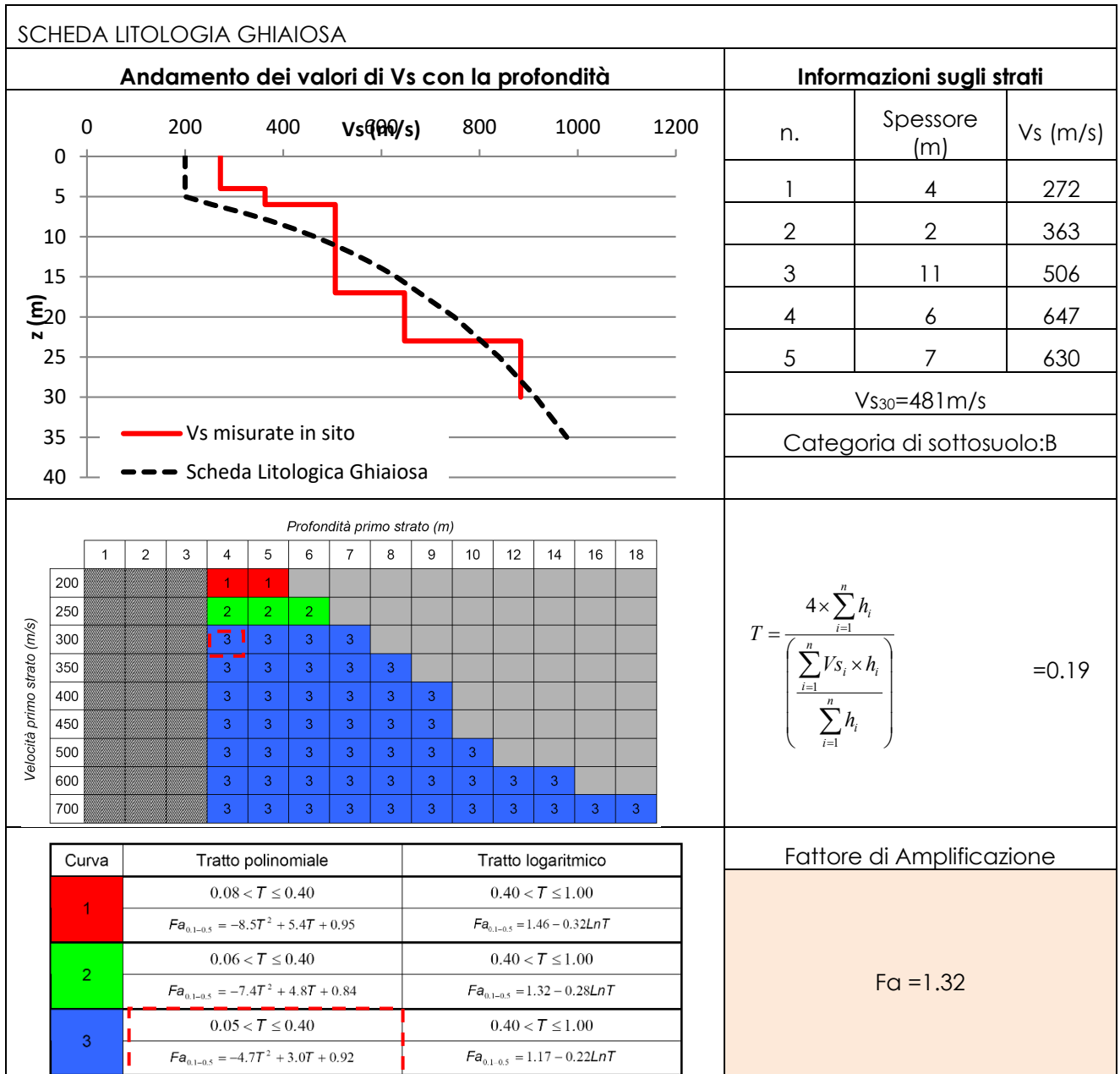


SCHEMA LITOLOGIA GHIAIOSA																																																																																																																																																																																						
Andamento dei valori di Vs con la profondità	Informazioni sugli strati																																																																																																																																																																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>n.</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Vs (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>184</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>434</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>510</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>15</td> <td>980</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Vs₃₀=369 m/s</p> <p style="text-align: center;">Categoria di sottosuolo: B</p>	n.	Spessore (m)	Vs (m/s)	1	2	184	2	2	434	3	6	340	4	8	510	5	15	980																																																																																																																																																																			
n.	Spessore (m)	Vs (m/s)																																																																																																																																																																																				
1	2	184																																																																																																																																																																																				
2	2	434																																																																																																																																																																																				
3	6	340																																																																																																																																																																																				
4	8	510																																																																																																																																																																																				
5	15	980																																																																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="18">Profondità primo strato (m)</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>12</th><th>14</th><th>16</th><th>18</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="8" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Velocità primo strato (m/s)</th> <th>200</th> <td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>250</th> <td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>300</th> <td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>350</th> <td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>400</th> <td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>450</th> <td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>500</th> <td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>600</th> <td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <th>700</th> <td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td> </tr> </tbody> </table>			Profondità primo strato (m)																				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	Velocità primo strato (m/s)	200				1	1											250				2	2	2										300				3	3	3	3									350				3	3	3	3	3								400				3	3	3	3	3	3							450				3	3	3	3	3	3							500				3	3	3	3	3	3	3						600				3	3	3	3	3	3	3	3	3				700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)} = 0.18$
		Profondità primo strato (m)																																																																																																																																																																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18																																																																																																																																																																							
Velocità primo strato (m/s)	200				1	1																																																																																																																																																																																
	250				2	2	2																																																																																																																																																																															
	300				3	3	3	3																																																																																																																																																																														
	350				3	3	3	3	3																																																																																																																																																																													
	400				3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																												
	450				3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																												
	500				3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																											
	600				3	3	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																									
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Curva</th> <th>Tratto polinomiale</th> <th>Tratto logaritmico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red;">1</td> <td> $0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$ </td> <td> $0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$ </td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;">2</td> <td> $0.06 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$ </td> <td> $0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$ </td> </tr> <tr> <td style="background-color: blue;">3</td> <td> $0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$ </td> <td> $0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$ </td> </tr> </tbody> </table>	Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	1	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$	2	$0.06 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$	3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$	<p style="text-align: center;">Fattore di Amplificazione</p> <p style="font-size: 2em; text-align: center;">Fa = 1.30</p>																																																																																																																																																																									
Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico																																																																																																																																																																																				
1	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$																																																																																																																																																																																				
2	$0.06 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$																																																																																																																																																																																				
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$																																																																																																																																																																																				

Indagine sito 5

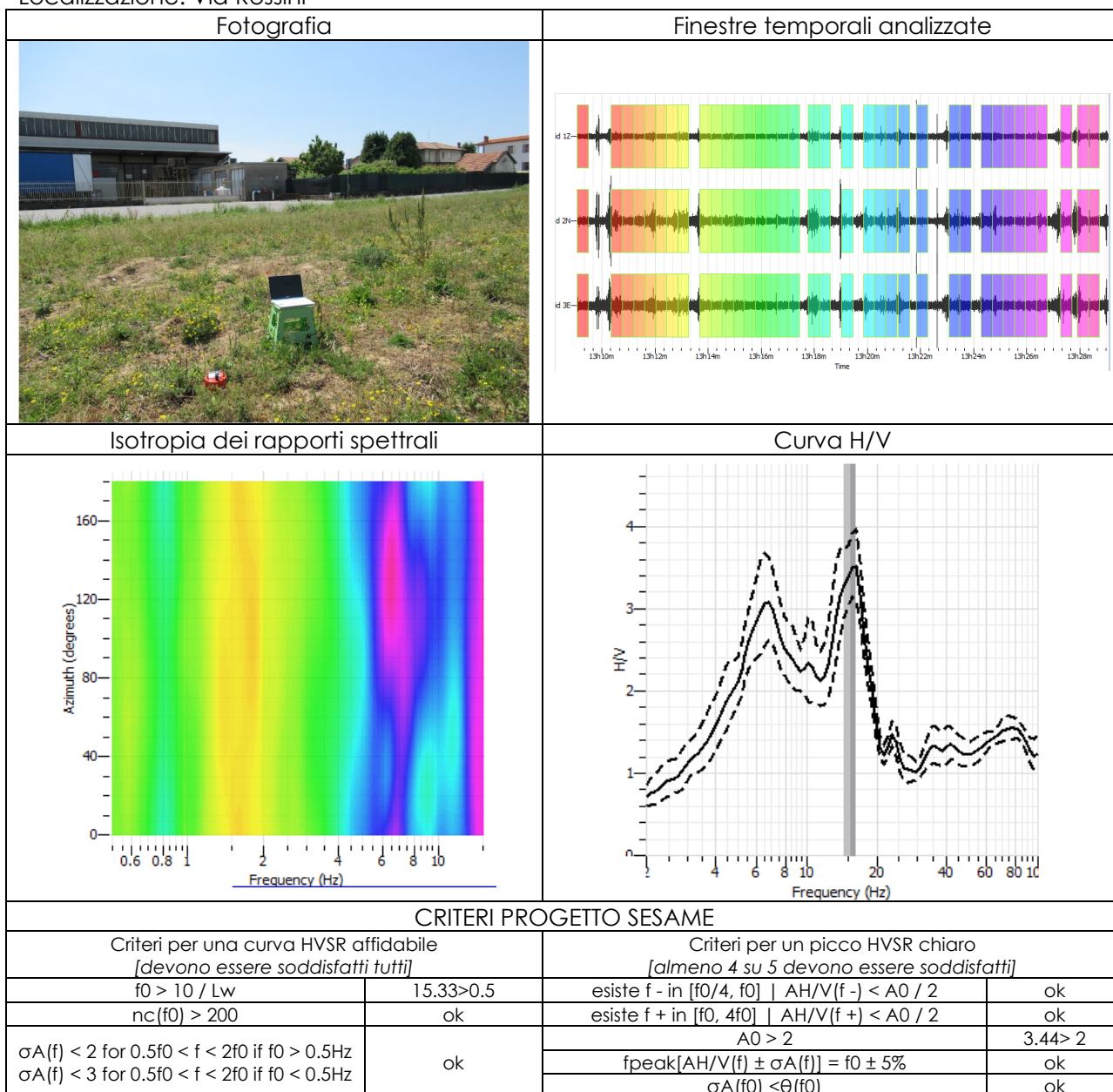
Localizzazione: Via delle Industrie

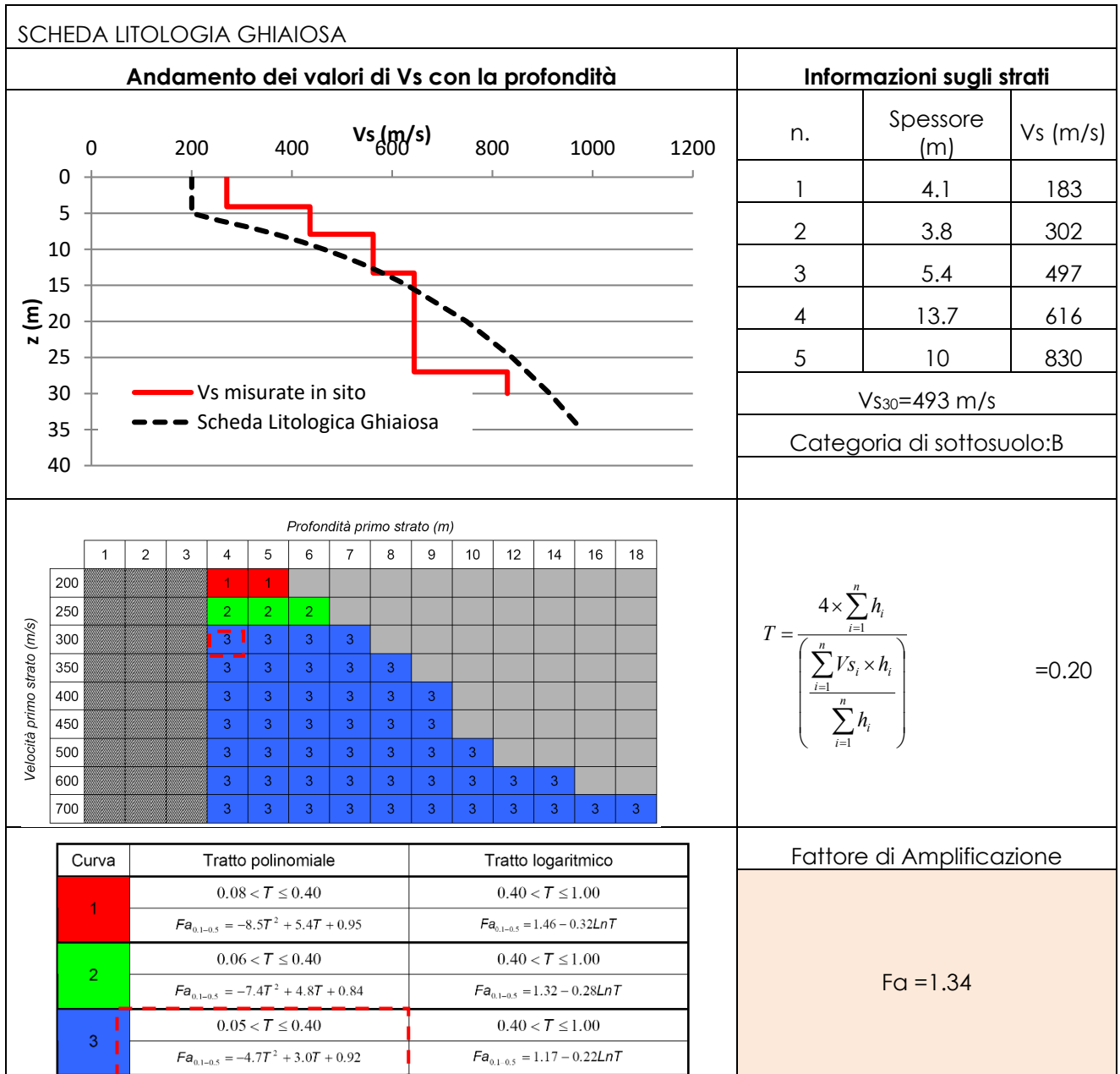




Indagine sito 6

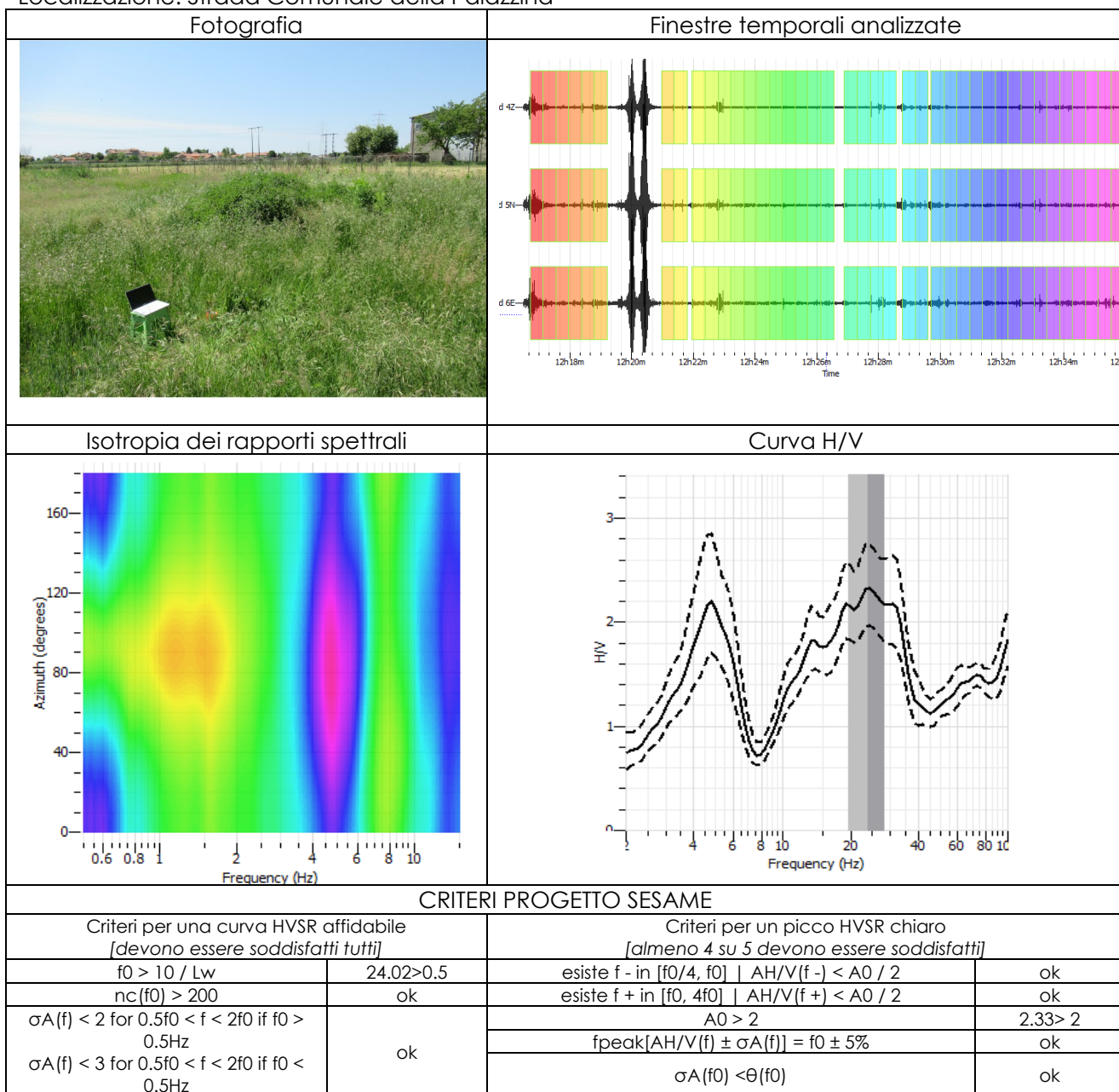
Localizzazione: Via Rossini





Indagine sito 7

Localizzazione: Strada Comunale della Palazzina



SCHEMA LITOLOGIA GHIAIOSA		Informazioni sugli strati																																																																																																																																																							
<p>Andamento dei valori di Vs con la profondità</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>n.</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Vs (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td><td>315</td></tr> <tr><td>2</td><td>6</td><td>445</td></tr> <tr><td>3</td><td>6</td><td>557</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>651</td></tr> <tr><td>5</td><td>15</td><td>830</td></tr> </tbody> </table>	n.	Spessore (m)	Vs (m/s)	1	5	315	2	6	445	3	6	557	4	8	651	5	15	830																																																																																																																																					
n.	Spessore (m)	Vs (m/s)																																																																																																																																																							
1	5	315																																																																																																																																																							
2	6	445																																																																																																																																																							
3	6	557																																																																																																																																																							
4	8	651																																																																																																																																																							
5	15	830																																																																																																																																																							
		Vs ₃₀ =477 m/s																																																																																																																																																							
		Categoria di sottosuolo:B																																																																																																																																																							
<p>Profondità primo strato (m)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>12</th><th>14</th><th>16</th><th>18</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>200</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>250</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>300</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>350</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>400</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>450</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>500</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>600</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>700</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	200				1	1										250				2	2	2									300				3	3	3	3								350				3	3	3	3	3							400				3	3	3	3	3	3						450				3	3	3	3	3	3						500				3	3	3	3	3	3	3					600				3	3	3	3	3	3	3	3				700				3	3	3	3	3	3	3	3	3			$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)} = 0.20$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18																																																																																																																																											
200				1	1																																																																																																																																																				
250				2	2	2																																																																																																																																																			
300				3	3	3	3																																																																																																																																																		
350				3	3	3	3	3																																																																																																																																																	
400				3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																
450				3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																
500				3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																															
600				3	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																														
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Curva</th> <th>Tratto polinomiale</th> <th>Tratto logaritmico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.08 < T ≤ 0.40 Fa_{0.1-0.5} = -8.5T² + 5.4T + 0.95</td> <td>0.40 < T ≤ 1.00 Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.06 < T ≤ 0.40 Fa_{0.1-0.5} = -7.4T² + 4.8T + 0.84</td> <td>0.40 < T ≤ 1.00 Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.05 < T ≤ 0.40 Fa_{0.1-0.5} = -4.7T² + 3.0T + 0.92</td> <td>0.40 < T ≤ 1.00 Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT</td> </tr> </tbody> </table>		Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	1	0.08 < T ≤ 0.40 Fa _{0.1-0.5} = -8.5T ² + 5.4T + 0.95	0.40 < T ≤ 1.00 Fa _{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT	2	0.06 < T ≤ 0.40 Fa _{0.1-0.5} = -7.4T ² + 4.8T + 0.84	0.40 < T ≤ 1.00 Fa _{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT	3	0.05 < T ≤ 0.40 Fa _{0.1-0.5} = -4.7T ² + 3.0T + 0.92	0.40 < T ≤ 1.00 Fa _{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT	<p>Fattore di Amplificazione</p> <p>Fa = 1.33</p>																																																																																																																																											
Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico																																																																																																																																																							
1	0.08 < T ≤ 0.40 Fa _{0.1-0.5} = -8.5T ² + 5.4T + 0.95	0.40 < T ≤ 1.00 Fa _{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT																																																																																																																																																							
2	0.06 < T ≤ 0.40 Fa _{0.1-0.5} = -7.4T ² + 4.8T + 0.84	0.40 < T ≤ 1.00 Fa _{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT																																																																																																																																																							
3	0.05 < T ≤ 0.40 Fa _{0.1-0.5} = -4.7T ² + 3.0T + 0.92	0.40 < T ≤ 1.00 Fa _{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT																																																																																																																																																							

Indagine sito 8

Localizzazione: Via Valfreda

