



Comune di Marone

Provincia di Brescia

VARIANTE 4/2020 AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica

DICEMBRE
2020

Relazione illustrativa

	n°	Data	Descrizione	Redatto
MODIFICHE	1	DICEMBRE 2009	COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO	GEOSYS Studio Associato DR. GEOL. DE PASCALIS DR. GEOL. GIUBBINI
	2	APRILE 2010		
	3	DICEMBRE 2020	AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO	GEOTEC Studio Associato DR. GEOL. ALBERTI FABIO

NOTE:

Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica relativamente all'attuazione del PGRA (d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738), agli aspetti sismici in riferimento alle NTC 2018 (DM 17 gennaio 2018) e alla posizione delle sorgenti captate dall'acquedotto comunale

Dr. Geol. Alberti Fabio



STUDIO ASSOCIATO di Alberti, Carleschi, Zaina
tel. 0364 533637 - Via Albera, 3 - 25047,
Darfo B.T. (BS) - E-mail: info@geotec-studio.it

Indice:

1. Premessa.....	1
2. Carta PAI-PGRA.....	2
3. Aspetti sismici.....	5
4. Carta di Fattibilità.....	8
5. Carta dei Vincoli.....	10
6. Bibliografia.....	11
7. Schede di applicazione del secondo livello di approfondimento sismico.....	13
8. Ubicazione delle indagini sismiche considerate.....	23

1. Premessa

Nell'ambito della variante denominata 4/2020 al Piano di Governo del Territorio del comune di Marone è stato condotto un aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica in riferimento alle indicazioni contenute nella d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616, nella d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 e nella d.g.r. 9 settembre 2019 n. XI/2120.

Il comune di Marone disponeva già di uno studio relativo alla componente geologica, idrogeologica e sismica redatto in data dicembre 2009 e aprile 2010 in riferimento alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

In questa sede la componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT è stata aggiornata esclusivamente rispetto all'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) secondo la d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/673, rispetto agli aspetti sismici in riferimento alle NTC 2018 (DM 17 gennaio 2018) e con la posizione delle sorgenti captate dall'acquedotto comunale.

Rispetto all'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) si è verificato se nella valutazione della fattibilità geologica le situazioni di pericolosità e rischio individuate nella cartografia del PGRA relativamente ai fenomeni di allagamento da parte dei corsi d'acqua e delle oscillazioni del livello del lago non fossero già state considerate come aree a pericolosità paragonabile o maggiore nell'ambito dello studio in data 2009-2010.

Rispetto agli aspetti sismici il comune di Marone ricade nella zona sismica 3 e lo studio del 2009-2010 conteneva già un approfondimento di secondo livello condotto sulla base di alcune indagini sismiche eseguite appositamente: in questa sede, in accordo con il Comune, si è proceduto solamente ad una rilettura, anche alla luce delle norme tecniche per le costruzioni del 2018 (DM 17 gennaio 2018), delle indagini eseguite a suo tempo integrandole con i dati relativi a nuove indagini eseguite successivamente per conto del Comune o da parte di privati.

Per quanto riguarda le sorgenti captate per uso potabile dall'acquedotto comunale, oltre ad inserire una sorgente captata recentemente, si è provveduto a correggere la posizione delle altre rispetto alla cartografia precedente dove erano state ubicate in modo errato, e ad aggiornarne conseguentemente le relative Zone di Rispetto.

Non è stata condotta una rivalutazione complessiva della componente geologica per cui lo studio del 2009-2010 rimane in vigore per tutti gli altri aspetti di carattere geologico.

In riferimento alla normativa regionale questo aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio del comune di Marone comprende le seguenti tavole cartografiche che sostituiscono completamente le corrispondenti tavole allegate allo studio del 2009-2010.

- *Tavole 1 a, b - Carta della Pericolosità Sismica Locale*, alla scala 1:5.000, estesa a tutto il territorio comunale - aggiornata rispetto alla versione dello studio del 2009-2010 (tavola 3) sulla base della rilettura delle prove sismiche.
- *Tavole 2 a, b - Carta di Fattibilità*, alla scala 1:5.000, estesa a tutto il territorio comunale - aggiornata rispetto alla versione dello studio del 2009-2010 (tavole 6.1, 6.2, 6.3) con le modificazioni introdotte in riferimento al PGRA, alla rilettura delle prove sismiche e alla posizione delle sorgenti.
- *Tavole 3 a, b - Carta PAI-PGRA*, alla scala 1:5.000, estesa a tutto il territorio comunale - dove sono stati rappresentati, oltre agli elementi già contenuti nella Carta dei rischi idraulici e idrogeologici dello studio del 2009-2010 (tavola 4.2) con gli elementi individuati nella cartografia del PGRA relativi alle aree allagabili dai corsi d'acqua principali e secondari e dal livello del lago.
- *Tavola 4 - Carta dei Vincoli*, alla scala 1:10.000, estesa a tutto il territorio comunale - aggiornata rispetto alla versione dello studio 2009-2010 (tavola 4.1) con le modifiche introdotte in questa sede dalla Carta PAI-PGRA.

La descrizione delle indagini e delle valutazioni condotte in questa sede è contenuta nella presente Relazione Illustrativa mentre la normativa conseguente è contenuta nelle Norme Geologiche di Piano che sono state aggiornate e sostituiscono integralmente le precedenti norme contenute nella relazione dell'aprile 2010.

Allo studio è allegata anche l'Asseverazione secondo l'allegato 6 della d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 – Nuovo schema di asseverazione (ex allegato 15 alla IX/2616/2011) – relativa alla congruità tra i contenuti della Variante 4/2020 al PGT ed i contenuti della componente geologica del PGT, del PAI e del PGRA.

2. Carta PAI-PGRA

In riferimento alla d.g.r. 19/06/2017 n. 6738 riguardante le disposizioni per l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza è stata redatta la Carta PAI-PGRA nella quale, oltre agli elementi contenuti nella Carta dei Rischi Idraulici e Idrogeologici relativa al Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI), redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po e aggiornato sulla base degli studi geologici comunali, sono stati rappresentati gli elementi individuati nella cartografia del PGRA, redatto anch'esso dall'Autorità di Bacino del fiume Po, e riguardanti le aree potenzialmente allagabili dai corsi d'acqua principali e secondari e dalle oscillazioni del livello del lago.

La cartografia PGRA riguarda sia la pericolosità, ovvero la possibilità che accada un certo evento, sia il rischio, derivante dall'incrocio della pericolosità con la vulnerabilità e l'esposizione ovvero con la presenza di elementi che possono subire danni in seguito all'evento e con il loro valore.

Nella Carta PAI-PGRA sono state rappresentate le aree del PGRA relative alla cartografia della pericolosità.

La cartografia del rischio può essere invece consultata sul Geoportale della Regione Lombardia ricercando la voce relativa al PGRA – Direttiva Alluvioni 2007/60/CE ed evidenziando la rappresentazione del rischio.

Gli elementi in comune alle due legende sono stati rappresentati in carta con entrambe le simbologie, con retinatura per il PAI ed a colore pieno per il PGRA.

Elementi dal PAI

Gli elementi relativi al PAI rappresentati nella Carta PAI-PGRA derivano direttamente dalla precedente tavola 4.1 dello studio del 2009-2010 rispetto alla quale sono state apportate solo piccole variazioni.

Le variazioni introdotte riguardano principalmente il conoide alluvionale della Val Bandera, in corrispondenza della frazione di Vello, e alcuni ritocchi ai margini esterni del conoide del torrente Opolo in corrispondenza dell'abitato di Marone.

Per quanto riguarda il conoide della Val Bandera a Vello è stato assegnato alla categoria Ca, conoide attivo o potenzialmente attivo non protetto da opere di difesa e sistemazione a monte, l'alveo del torrente in corrispondenza del conoide, che nella cartografia precedente era stato invece assegnato alla categoria Cn, conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetto da opere di difesa, come le aree esterne all'alveo. Quest'assegnazione è stata fatta in relazione alla situazione morfologica del bacino idrografico che potrebbe dar luogo ad eventi di piena con trasporto solido significativo od a fenomeni di colata, come quello avvenuto nel luglio 1963, ed alla mancanza di opere di sistemazione che possano arrestare il materiale in carico a monte del conoide. Nel tratto di alveo posto subito a monte dell'apice del conoide sono infatti presenti alcune briglie in grado di rallentare la velocità della corrente e quindi di contenere fenomeni di erosione, ma non di favorire in modo significativo la deposizione del trasporto solido. Sono stati modificati anche i limiti esterni dell'area di conoide assegnata alla categoria Cn, ampliandola un poco rispetto alla perimetrazione del 2009, includendo su base morfologica, le aree che potrebbero essere interessate da un'eventuale esondazione, anche se queste, a causa della forte urbanizzazione, non corrispondono direttamente alla forma deposizionale precedente all'antropizzazione dell'area. Per quanto riguarda il conoide alluvionale del torrente Opolo sono stati modificati leggermente, su base morfologica, due tratti del margine laterale nel settore apicale al passaggio con i versanti adiacenti, in ragione di un dettaglio topografico maggiore consentito dalla versione recente della base topografica vettoriale del comune di Marone. In particolare sia lungo il margine destro sia lungo il margine sinistro sono stati esclusi dall'area di conoide un piccolo settore per parte, entrambi in corrispondenza di terrazzi glaciali posti a quota superiore rispetto al tratto apicale del conoide.

Elementi dal PGRA

Gli elementi relativi al cartografia del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA), redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po, sono stati ricavati dalla cartografia di riferimento del Geoportale della Regione Lombardia. Poiché le aree allagabili individuate nel PGRA corrispondono ad aree individuate nel PAI queste perimetrazioni e le relative normative manterranno la loro validità anche quando il PGRA dovesse decadere.

Nella Carta PAI-PGRA sono state rappresentate solamente le aree del PGRA relative alla cartografia della pericolosità. La cartografia del rischio può essere invece consultata sul Geoportale della Regione Lombardia ricercando la voce relativa al PGRA – Direttiva Alluvioni 2007/60/CE ed evidenziando la rappresentazione del rischio.

RSCM. Le aree allagabili relative ai corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) individuate nel PGRA coincidono con elementi già presenti nella Carta dei Rischi Idraulici e Idrogeologici contenuta nello studio geologico del 2009-2010.

Nella Carta PAI-PGRA gli elementi delle due cartografie relative al reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM) si corrispondono secondo lo schema seguente.

Legenda PGRA	Legenda PAI
<i>Reticolo Secondario Collinare e Montano</i>	<i>Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua e trasporto di massa sui conoidi</i>
Aree P3/H aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti	- Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata - Ca - aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte (pericolosità molto elevata)
Aree P2/M aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti	- Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata; - Cp aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte (pericolosità elevata),
Aree P1/L aree potenzialmente interessate da alluvioni rare	- Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata. - Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (pericolosità media o moderata).

In riferimento a questa corrispondenza le variazioni introdotte in questa sede per gli elementi della Carta PAI sono state confermate anche per i corrispondenti elementi del PGRA.

ACL. Nel PGRA sono state definite le aree costiere lacuali potenzialmente allagabili in relazione alle oscillazioni del livello delle acque del lago considerando tre diversi scenari riferiti ad eventi stimati da ARPA Lombardia per i tempi di ritorno di 15 e 100 anni ed al massimo livello rilevato storicamente.

Come si osserva nella tabella seguente lo scenario P3/H, a maggiore frequenza, definito per eventi con tempo di ritorno di 15 anni corrisponde ad una quota del livello delle acque del lago pari a 186,685 m, superiore di 1,35 m rispetto alla quota di 185,335 m dello zero idrometrico di Sarnico (geoide Italgeo 1999). Lo scenario P2/M, a media frequenza, definito per il tempo di ritorno di 100 anni corrisponde ad quota di 187,005 m, superiore di 1,67 m rispetto allo zero idrometrico mentre lo scenario P1/L, a frequenza rara, è riferito alla quota del massimo storico, pari a 187,310 m, superiore di 1,975 m alla quota di dello zero idrometrico.

<i>Quota di zero idrometrico (m slm)</i>	<i>Soglie di riferimento (m) - livelli lacuale (m slm)</i>		
<i>(geoide Italgeo 1999)</i>	<i>TR15</i>	<i>TR100</i>	<i>massimo storico</i>
185,335	1,35 – 186,685	1,67 – 187,005	1,975 – 187,310

Per il tracciamento sulla cartografia di piano delle aree costiere potenzialmente allagabili si è proceduto sia con un confronto tra le quote di riferimento per le piene e le quote rappresentate sul DBT sia con un controllo diretto sul

terreno, facendo anche riferimento almeno indicativamente al livello del lago riscontrato al momento la quota del quale viene misurata in tempo reale e resa disponibile sul sito del Consorzio dell'Oglio che gestisce la regolazione del lago d'Iseo.

Rispetto alla rappresentazione delle tre aree di esondazione riportata nella cartografia disponibile sul sito del Geoportale regionale, dove i tre limiti sono generalmente ben distinguibili e si presentano spesso sfrangiati in ragione delle interpolazioni tra le quote dei punti della maglia del modello di terreno utilizzata, il rilievo di terreno ha portato a definire un andamento meno articolato e con tratti dove i limiti si sovrappongono tra loro perché posti in corrispondenza di una linea di costa rocciosa e ripida o di muri di sponda verticali oppure in zone di esondazione che raggiungono muri o piani inferiori dei fabbricati. In molti tratti, caratterizzati da muri di sponda relativamente bassi, la differenza di quota tra i tre livelli considerati ha portato a separare nettamente il limite inferiore relativo alla zona P3/H, che si arresta in corrispondenza della linea di costa, dai limiti delle zone più esterne, P2/M ed P1/L, che si estendono oltre la sponda. In altri casi, dove la situazione topografica locale delle aree esterne alla sponda non consente di distinguere facilmente la posizione dei limiti, perché le differenze di quota tra i livelli di piena sono contenute e il dettaglio della cartografia è limitato e quindi i limiti sono vicini, si è cercato di individuare al meglio e in via conservativa la posizione del limite esterno e per gli altri limiti si è rappresentata una posizione indicativa. Nella cartografia digitale i limiti e le aree relative sono sempre rappresentati con la posizione e l'estensione effettive mentre nella stampa in formato pdf e su carta, dove i limiti tra gli scenari P2/M e P1/L sono molto prossimi tra loro e quindi l'estensione della zona P1/L compresa tra di essi sarebbe risultata troppo piccola per essere distinta, si è rappresentata indicativamente la presenza della zona P1/L solo con una linea di spessore maggiore.

3. Aspetti sismici

Normativa di riferimento.

Con l'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 il territorio del comune di Marone è stato inserito nella zona sismica 3 e la d.g.r. 21 luglio 2014 n. X/2129 ha confermato questa classificazione avente ora solo un valore amministrativo.

Il DM 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" ha infatti assunto come riferimento per la definizione della sismicità del territorio nazionale la mappa dei valori di accelerazione a_g calcolati su una griglia avente passo di 0,02°, relativa all'allegato 1b all'Ordinanza PCM n° 3519 del 28/04/2006, per cui i parametri sismici di una data area vanno definiti in base alle sue coordinate, interpolando i dati contenuti nelle tabelle dell'allegato B al DM 14/01/2008.

Il recente DM 17/01/2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" entrato in vigore il 22 marzo 2018 - ha confermato il riferimento agli allegati A e B del DM 14/01/2008 per i valori dei parametri necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Lo studio relativo alla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune di Marone redatto in data 2009-2010 contiene già una valutazione degli aspetti sismici in applicazione del primo e del secondo livello di approfondimento secondo le indicazioni contenute nella d.g.r. n° 8/7374 del 28/05/2008 di adeguamento al DM 17/01/2008, confermate successivamente dalla d.g.r. n° IX/2616 del 20/11/2011 in riferimento alla quale è stato redatto il presente aggiornamento.

Risposta sismica locale

L'applicazione del primo livello di approfondimento nell'ambito dello studio del 2009-2010 ha portata alla redazione della Carta di Pericolosità Sismica Locale estesa a tutto il territorio comunale, nella quale sono rappresentate le aree potenzialmente soggette a fenomeni di amplificazione sismica locale per effetti litologici e gli elementi che possono dare fenomeni di amplificazione per effetti topografici. Sempre nello studio del 2009-2010 l'applicazione del secondo livello di approfondimento nelle aree urbanizzate o urbanizzabili ed in un loro intorno è stata fatta sulla base di quattro prove sismiche tipo MASW eseguite appositamente ed ha portato ad affermare che nel territorio indagato l'applicazione della normativa nazionale relativamente alla categoria di sottosuolo B era sufficiente per tenere conto dei possibili fenomeni di amplificazione sismica per effetti litologici.

In questa sede è stata rivista l'applicazione del secondo livello di approfondimento senza eseguire appositamente nuove indagini, ma rileggendo le indagini eseguite a suo tempo anche alla luce del DM 17/01/2018 ed integrandole con altre prove, tipo MASW o tipo ReMi, eseguite successivamente per conto del comune di Marone o da parte di privati. Per quanto riguarda il DM 17/01/2018 si ricorda che rispetto al precedente DM 14/01/2008 l'attribuzione alla categoria di sottosuolo viene fatta non più in base al parametro Vs30, ovvero alla velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, ma al parametro Vseq, ovvero alla media della velocità delle onde di taglio fino alla profondità alla quale si raggiunge la velocità di 800 m/s, che coincide con la Vs30 se lo spessore degli strati con velocità inferiore a 800 m/s è superiore a 30 m.

La rilettura delle indagini si è tradotta in alcuni casi in una diversa interpretazione della situazione sismica locale che, unitamente ai risultati delle prove eseguite successivamente, ha determinato una completa revisione delle condizioni sismiche delle aree esaminate.

Nella seguente tabella sono elencate le prove considerate, indicandone la tipologia, l'ubicazione ed il risultato dell'applicazione del secondo livello mentre i dettagli dell'applicazione della procedura sono riportati a fine testo.

Prova	Tipo	Località	Litologia	Applicazione 2° livello	Categoria sottosuolo	
				Scheda litologica	periodo 0,1-0,5 s	periodo 0,5-1,5 s
S1 PGT	MASW	Gambaione, a nord di Pregasso	Depositi glaciali	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	E	E
S2 PGT	MASW	Marone, a sud cimitero	Depositi glaciali	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	E	E
S3 PGT	MASW	Marone a nord cimitero	Depositi di conoide alluvionale su depositi glaciali	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	E	E
S4 PGT	MASW	Marone a monte margine destro apice conoide Opolo	Depositi glaciali	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	E	E
P5 Comune	MASW/ ReMi	Marone, ponte Termen torrente Opolo	Depositi di conoide alluvionale	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	B	B
P6 Comune	MASW	Vello, a valle ex- strada statale	Depositi di conoide alluvionale	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	B	B
P7 Comune	MASW/ ReMi	Marone, polo scolastico	Depositi di conoide alluvionale	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	B	B

Prova	Tipo	Località	Litologia	Applicazione 2° livello	Categoria sottosuolo	
				Scheda litologica	periodo 0,1-0,5 s	periodo 0,5-1,5 s
P8 Privati	MASW	Marone, casa di riposo	Depositi di conoide alluvionale con intercalazioni lacustri	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	C	B
P9 privati	MASW	Colpiano	Depositi glaciali	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	B	B
P10 Comune	MASW	Marone, zona via Europa	Depositi di conoide alluvionale	Limoso-argillosa 2/Sabbiosa	B	B

Le prove disponibili sono ubicate in corrispondenza o in prossimità degli abitati e, in riferimento alle condizioni litologiche ed alle categorie individuate nella Carta della Pericolosità Sismica Locale, si trovano principalmente in corrispondenza dei depositi di conoide alluvionale del torrente Opolo (prove 5, 7,10) e Val Bandera (prova 6), dei depositi glaciali terrazzati (prove 1, 2, 4, 9), al passaggio tra depositi di conoide e depositi glaciali (prova 3) e al passaggio tra depositi di conoide e depositi lacustri (prova 8).

I risultati relativi alle prove condotte sui depositi di conoide alluvionale confermano che per questi terreni l'utilizzo della categoria di sottosuolo B è sufficiente per tenere conto dei fenomeni di amplificazione per effetti litologici sia per i fabbricati con periodo proprio compreso tra 0,1 e 0,5 secondi sia per i fabbricati con periodo proprio compreso tra 0,5 e 1,5 secondi, confermando le conclusioni contenute nello studio del 2009-2010.

Le prove condotte sui depositi glaciali terrazzati che ricoprono il substrato roccioso nella fascia costiera posta a monte e lateralmente ai conoidi alluvionali mettono invece in evidenza delle situazioni stratigrafiche caratterizzate da spessori relativamente contenuti dei depositi glaciali e da valori di velocità piuttosto variabili che in genere corrispondono alla categoria di sottosuolo E, sia per i fabbricati con periodo proprio compreso tra 0,1 e 0,5 s sia per i fabbricati con periodo proprio compreso tra 0,5 e 1,5 s, ma che dove lo spessore dei depositi glaciali o dei livelli a bassa densità è minore possono corrispondere alla categoria di sottosuolo A oppure, dove lo spessore è maggiore, possono corrispondere alle categorie di sottosuolo B o C in funzione del grado di addensamento. L'utilizzo della categoria di sottosuolo E in queste aree permette quindi di tenere conto dei fenomeni di amplificazione per effetti litologici, ma potrebbe essere eccessivamente conservativo. Una situazione del tutto analoga si riscontra al margine sinistro del conoide alluvionale del torrente Opolo, dove i depositi di conoide vanno a ricoprire i depositi glaciali.

Per la fascia distale dei conoidi alluvionali, dove questi diventano dei delta lacustri ed i depositi alluvionali si possono intercalare ai sedimenti lacustri si dispone solo di una prova che mette in evidenza la presenza effettiva di queste intercalazioni. L'applicazione dell'approfondimento di secondo livello a questa prova porta ad assumere come rappresentativa la categoria di sottosuolo C per i fabbricati con periodo proprio compreso tra 0,1 e 0,5 s e la categoria di sottosuolo B per i fabbricati con periodo proprio compreso tra 0,5 e 1,5 s. Si tratta di un risultato che non si ritiene esportabile a tutta la fascia distale dei conoidi perché la prova è stata eseguita in corrispondenza dell'asse del conoide, dove prevale la sedimentazione alluvionale di canale relativamente grossolana, mentre nelle zone laterali, dove prevale la sedimentazione da esondazione, si hanno livelli alluvionali più fini ed è possibile una prevalenza dei livelli lacustri. In questa fascia, dove i terreni sono immersi in acqua quasi fino alla superficie, si

possono trovare anche livelli di conoide poco addensati ed a granulometria principalmente sabbiosa potenzialmente soggetti a fenomeni di liquefazione oppure livelli lacustri fini e non consolidati che potrebbero risentire di fenomeni di cedimento indotti da scosse sismiche. Per le aree comprese in questa fascia si ritiene pertanto necessario che siano fatte delle valutazioni di dettaglio delle condizioni stratigrafiche e sismiche locali.

Le aree dei conoidi alluvionali e le aree dei depositi glaciali descritte, per le quali si ritengono valide le valutazioni espresse in questa sede sono state rappresentate sia nella carta della Pericolosità Sismica Locale sia nella carta di Fattibilità e per esse sono state definite delle indicazioni specifiche riportate nelle norme geologiche di piano.

4. Carta di Fattibilità

Le modifiche alla Carta di Fattibilità introdotte in questa sede derivano direttamente ed esclusivamente dalle valutazioni relative alla redazione della Carta PAI-PGRA e dall'aggiornamento degli aspetti sismici in riferimento alle norme tecniche per le costruzioni del 2018 ed alla disponibilità di nuovi dati per il territorio in esame.

Per tutto il resto è stato mantenuto l'impianto dello studio del 2009-2010 senza entrare nel merito delle valutazioni contenute in esso perché tempo ed economie sui quali è stato modulato l'incarico relativo al presente aggiornamento non consentivano altro.

Nella Carta di Fattibilità sono state inserite anche le Zone di Rispetto delle sorgenti captate ad uso potabile dall'acquedotto comunale perché, pur non comportando una valutazione specifica della fattibilità, sono soggette ad una normativa che riguarda gli aspetti geologici.

In ragione degli elementi di pericolosità e rischio introdotti con il PGRA sono state modificate nella definizione e nell'estensione alcune delle sottoclassi di fattibilità del precedente studio e ne sono state introdotte delle nuove.

Classe 3C.

Nello studio del 2009-2010 questa classe comprende delle aree potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione su conoide alluvionale con un grado di pericolosità maggiore a quello delle aree assegnate alla classe 2A. Nel presente aggiornamento le aree assegnate a questa classe sono state ampliate in modo da comprendere tutti i settori di conoide corrispondenti alle aree adiacenti alle potenziali linee di deflusso preferenziale in caso di esondazione, che hanno una probabilità maggiore di essere interessate da tali fenomeni rispetto al resto delle aree di conoide.

Classe 3D.

Questa classe è stata introdotta con il presente aggiornamento e comprende le aree caratterizzata dalla possibile presenza di terreni a caratteristiche geotecniche scadenti che nello studio del 2009-2010 erano state inserite nella classe 2A unitamente alle aree caratterizzate da una limitata soggiacenza della falda. Si tratta delle aree poste a ridosso delle sponde del lago ed impostate su depositi superficiali rappresentanti da sedimenti di origine lacustre, di delta lacustre o colluviali, a volte intercalati fra loro. Tra questi sedimenti si possono trovare anche livelli francamenti lacustri, costituiti da limi, limi sabbiosi o limi argillosi caratterizzati da una bassa resistenza al taglio e da una forte compressibilità oppure livelli di delta lacustre a granulometria prevalentemente sabbiosa, sciolti e non addensati che in caso di terremoto potrebbero dar luogo a forti cedimenti od a fenomeni di liquefazione La presenza

di questi elementi è stata lasciata a livello di probabilità perché purtroppo non si dispone di dati relativi ad indagini geognostiche eseguite in queste aree che permettano di confermare od escludere con certezza la possibilità di tali situazioni. Rispetto alle aree individuate nello studio precedente a questa classe sono state aggiunte le aree costiere pianeggianti, probabilmente poste su depositi lacustri o di delta lacustre situate al confine con il comune di Sale Marasino.

Classe 3E.

Questa classe è stata introdotta con il presente aggiornamento e comprende le aree costiere lacuali potenzialmente allagabili in relazione allo scenario P3/H definito dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) che per il Lago d'Iseo sono riferite alla quota di piena lacuale stimata da ARPA Lombardia per il tempo di ritorno di 15 anni e pari a 186,685 m, superiore di 1,35 m rispetto alla quota di 185,335 m dello zero idrometrico di Sarnico (geoide Italgeo 1999).

Classe 2A.

Nello studio del 2009-2010 questa classe comprendeva delle aree potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione su conoidi alluvionali con un grado di pericolosità minore a quello delle aree assegnate alla classe 3C e caratterizzate inoltre da un'alta vulnerabilità dell'acquifero. Queste aree erano state individuate solo nel tratto medio e superiore dei conoidi alluvionali e non erano state estese nei rispettivi tratti distali, comunque soggetti alla propagazione di eventuali acque di esondazione, così come individuato dalla perimetrazione dello scenario L del PGRA e come confermato in questa sede sulla base di un rilievo morfologico di terreno. Nel presente aggiornamento le aree assegnate a questa classe sono state pertanto estese a valle fino a comprendere i tratti distali dei conoidi alluvionali ancora potenzialmente soggetti al pericolo di fenomeni di esondazione, per quanto di entità minima.

Classe 2C.

Nello studio del 2009-2010 questa classe comprendeva le aree caratterizzate da una bassa soggiacenza della falda e da terreni con caratteristiche geotecniche scadenti con possibilità di fenomeni di cedimenti o liquefazione indotti da terremoti. In questa sede le aree caratterizzate da terreni a caratteristiche geotecniche scadenti sono state assegnate alla nuova classe 3D mentre alla classe 2C sono rimaste le sole aree contraddistinte dalla bassa soggiacenza della falda. Rispetto alle aree considerate per questa classe nello studio precedente in questa sede sono state aggiunte le aree costiere pianeggianti situate al confine con il comune di Sale Marasino.

Classe 2D. Questa classe è stata introdotta con il presente aggiornamento e comprende le aree costiere lacuali potenzialmente allagabili in relazione allo scenario P2/M definito dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) che per il Lago d'Iseo sono riferite alla quota di piena lacuale stimata da ARPA Lombardia per il tempo di ritorno di 100 anni e pari a 187,005 m, superiore di 1,67 m rispetto alla quota di 185,335 m dello zero idrometrico di Sarnico (geoide Italgeo 1999).

Classe 2E.

Questa classe è stata introdotta con il presente aggiornamento e comprende le aree costiere lacuali potenzialmente

allagabili in relazione allo scenario P1/L definito dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) in riferimento al massimo storico registrato per le piene del Lago d'Iseo, pari a 187,310 m, superiore di 1,975 m rispetto alla quota di 185,335 m dello zero idrometrico di Sarnico (geoide Italgeo 1999).

Nella cartografia digitale i limiti e le aree relative sono sempre rappresentati con la posizione e l'estensione effettive mentre nella stampa in formato pdf e su carta, dove i limiti tra gli scenari P2/M e P1/L sono molto prossimi tra loro e quindi l'estensione della zona P1/L compresa tra di essi sarebbe risultata troppo piccola per essere distinta, si è rappresentata indicativamente la presenza della zona P1/L solo con una linea di spessore maggiore.

Zone di Rispetto.

Rispetto allo studio geologico del 2009-2010 nel presente aggiornamento è stata corretta la posizione delle sorgenti captate ad uso potabile dall'acquedotto comunale di Marone e sono state di conseguenza ridefinite le relative perimetrazioni delle Zone di Rispetto, definite per tutte le sorgenti secondo il criterio idrogeologico, come una porzione di cerchio di raggio 200 m con centro sull'opera di presa e limitata a valle dall'isoipsa passante per l'opera di presa, tranne che per la sorgente situata in località Croce al Solivo per la quale è disponibile la perimetrazione secondo il criterio idrogeologico.

5. Carta dei Vincoli

La Carta dei Vincoli riporta tutti i vincoli di carattere geologico presenti nel territorio comunale e in questa sede si è provveduto ad aggiornare la carta redatta nell'ambito dello studio geologico del 2009-2010 con i nuovi elementi introdotti dal PGRA, con la correzione della posizione delle sorgenti utilizzate dall'acquedotto comunale e delle relative Zone di Rispetto e con l'inserimento della sorgente captata recentemente in località Croce Solivo.

Per quanto riguarda gli elementi del PGRA relativi alle aree di esondazione legate alle oscillazioni del livello del lago, P3/H, P2/M e P1/L, si precisa che alla scala della carta non è sempre possibile distinguere tra loro i tre limiti sia dove questi si sovrappongono in corrispondenza di elementi topografici verticali sia, soprattutto per le aree P1/L, dove l'estensione relativa è piccola.

Dr. geol. Fabio Alberti

Ha collaborato: dr. Sabrina Adamini



Darfo Boario Terme, dicembre 2020.

6. Bibliografia

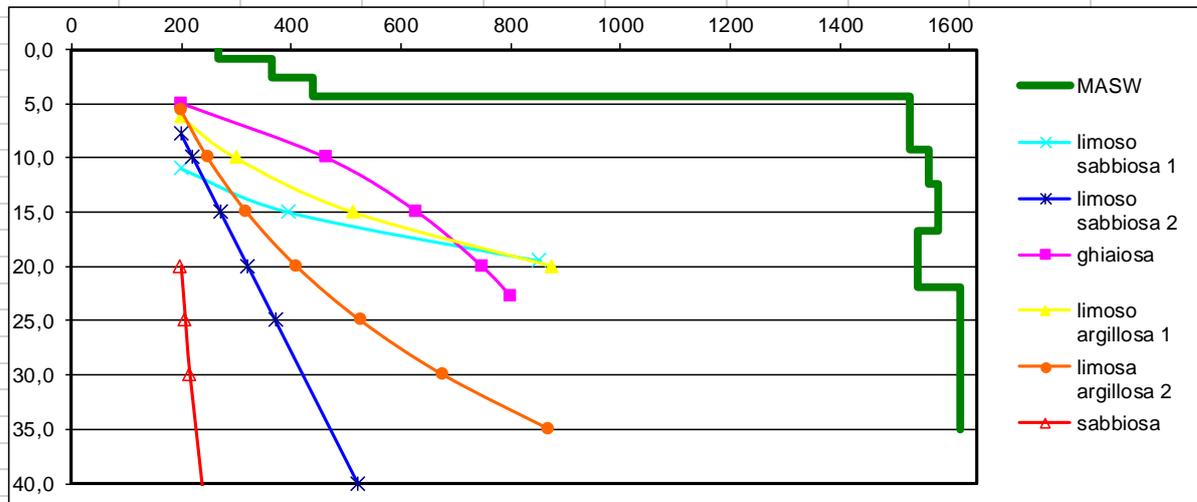
- 1) Autorità di Bacino del fiume Po - Decreto n. 286/2019 – Adozione del Progetto di Variante al Piano stralcio di Assetto Idrogeologica del bacino idrografico del fiume Po (PAI). Fiume Oglio Sopralacuale da Sonico alla confluenza nel Lago d'Iseo. – Parma, 9 ottobre 2019.
- 2) Autorità di Bacino del fiume Po - Parma - Progetto di Variante al Piano stralcio di Assetto Idrogeologica del bacino idrografico del fiume Po (PAI): Fiume Oglio Sopralacuale da Sonico alla confluenza nel Lago d'Iseo. – Parma, novembre 2018.
- 3) Autorità di Bacino del fiume Po - Parma - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter). - Norme di Attuazione - 2001
- 4) Autorità di Bacino del fiume Po – Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni. - Parma, 22 dicembre 2014.
- 5) Autorità di Bacino del fiume Po - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter). -Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali, Norme di Attuazione – Parma, 2001.
- 6) D.lgs. 16 gennaio 2008 n. 4 - G.U. n. 24 del 29/01/08, Suppl. Ord.
- 7) D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni. - Gazz. Uff., n. 29 del 04/02/2008.
- 8) D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.- Gazz. Uff., n. 29 del 20/02/2018.
- 9) De Pascalis A., Giubbini. P. – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio – Comune di Marone (BS), dicembre 2009 e aprile 2010.
- 10) Decreto del Capo del Dipartimento della protezione civile del 21 ottobre 2003 “Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003” – G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003
- 11) Fenaroli F. - Realizzazione polo scolastico unico in comune di Marone. - Relazione geologica, relazione geotecnica, progetto definitivo /esecutivo. - Comune di Marone, novembre 2019.
- 12) Fenaroli F. - Rifacimento con ampliamento del ponte Termen in comune di Marone, relazione geologica, relazione geotecnica, realizzazione indagini geognostiche e geofisiche - progetto definitivo/esecutivo. - Comune di Marone, dicembre 2019.
- 13) Geo.Te.C. Studio Associato – Casa Sorelle Girelli: progetto di R.S.A. mediante ristrutturazione ed ampliamento - relazione geologica.- Ottobre 2009.
- 14) Geo.Te.C. Studio Associato – Realizzazione nuovo edificio residenziale in località Colpiano – Relazione geologica. – Maggio 2009.
- 15) Geo.Te.C. Studio Associato – Variante n. 2 al PGT - relazione geologica, idrogeologica e sismica. – Comune di Marone, ottobre 2016.
- 16) Ghirardi G. - Studio di fattibilità tecnica ed economica per la riorganizzazione delle aree a parcheggio nella frazione di Vello - relazione geologica e geotecnica. - Comune di Marone, novembre 2020.
- 17) Ordinanza PCM 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 - G.U. n. 105, 8 maggio 2003, Suppl. Ord. n. 72.

- 18) Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone - Gazz.Uff., anno 147, n. 108 del 11-05-2006
- 19) Regione Lombardia – D.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 – Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) in campo urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrato dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 del comitato istituzionale dell'autorità di bacino del fiume Po. – BURL 21 giugno 2017, serie ordinaria n. 25.
- 20) Regione Lombardia – D.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 – Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) in campo urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrato dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 del comitato istituzionale dell'autorità di bacino del fiume Po. - BURL 21 giugno 2017, serie ordinaria n. 25.
- 21) Regione Lombardia – D.g.r. 30 marzo 2016 n. X/5001 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13 comma 1, della l.r. 33/2015) – BURL Serie Ordinaria n. 14 – Giovedì 07 aprile 2016
- 22) Regione Lombardia - D.g.r. 30 Novembre 2011 n. IX/2616 – Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12” approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r 28 maggio 2008 n, 8/7374” - BURL - anno XLI Serie Ordinaria n. 3 - 19 gennaio 2012.
- 23) Regione Lombardia - D.g.r. n 7/14964 del 7 Novembre 2003 - Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'OPCM n°3274/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”- Boll. Uff. della Reg. Lomb. - anno XXXIII, n. 275, 2003.
- 24) Regione Lombardia - D.g.r. n X/2129, 11 Luglio 2014 - Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d) - Boll. Uff. della Reg. Lomb. - anno XLIV, n. 176, 2014.
- 25) Regione Lombardia - Decreto dirigente dell'unità organizzativa n. 19904/03 21/11/2003 - Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n° 14964 del 7 Novembre 2003 - Boll. Uff. della Reg. Lomb. – serie ordinaria, n. 49 del 1/12/2003.
- 26) Regione Lombardia - L.r. 11 marzo 2005 n. 12 - Legge per il governo del territorio - BURL. - anno XXXV, n. 69, 16 marzo 2005, 1° Suppl. Ordinario.
- 27) Regione Lombardia - L.r. 14 luglio 2006 n. 12 - Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “legge per il governo del territorio”. - BURL 18 luglio 2006, n. 29, 1° suppl. ord.

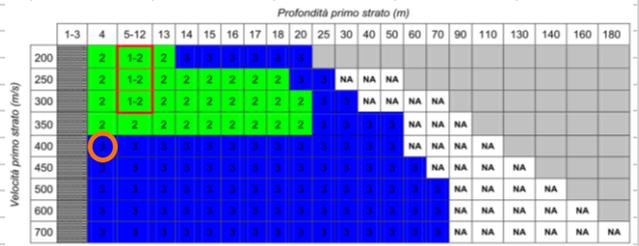
7. Schede di applicazione del secondo livello di approfondimento sismico

S1 - PGT							
Località Gambaione, a nord di Pregasso				Depositi glaciali			
Andamento della velocità da prova MASW				Calcolo della velocità equivalente:			
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	0,84	0,84	266	223,44	0,00315789	
2	0,84	2,64	1,8	364	655,2	0,00494505	
3	2,64	4,28	1,64	439	719,96	0,00373576	
4	4,28	9,18	4,9	1528			
5	9,18	12,46	3,28	1563			
6	12,46	16,72	4,26	1578			
7	16,72	21,87	5,15	1543			
8	21,87	35	13,13	1620			
$V_{seq} = \Sigma h / \Sigma (h_i / V_{si}) =$				361,53	m/s	velocità equivalente	categoria sottosuolo E
$V_{s4} =$				361,5	m/s	velocità nei primi 4 m	
$T = 4 \Sigma h / [\Sigma (V_s h) / \Sigma h] =$				0,0458	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda litologica limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5
per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$Fa = -10,6 T^2 + 7,6 T + 0,46 = 0,79$ curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 0,95$ curva unica

Fa soglia per comune di Marone

	B	C	D	E
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5
per $0,03 < T \leq 0,40$ s

$Fa = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86 = 1,06$ curva 3

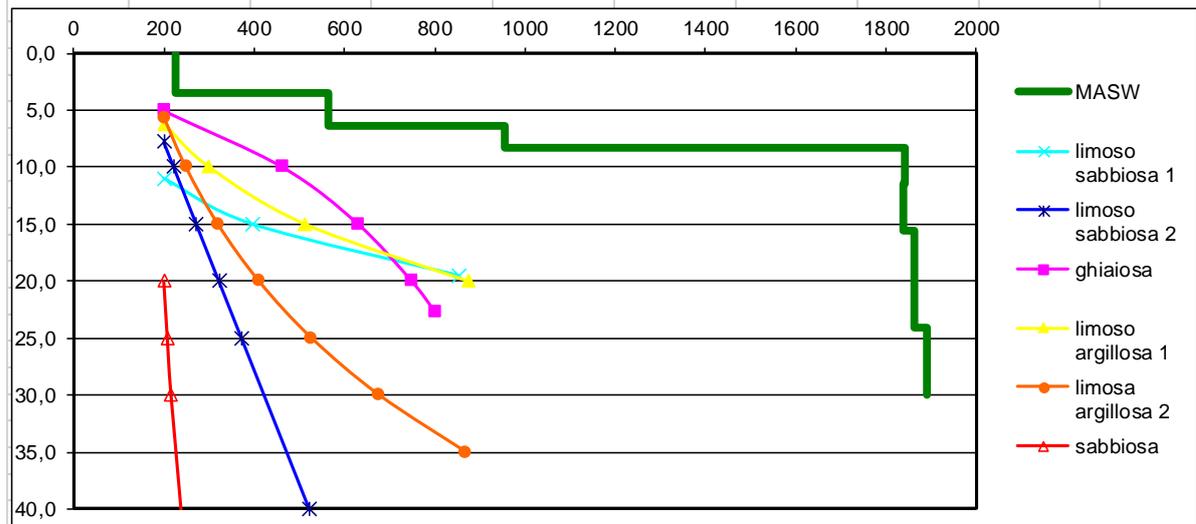
Fa per periodo 0.08T ≤ 0.80 s

$Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 0,96$ curva 2-3

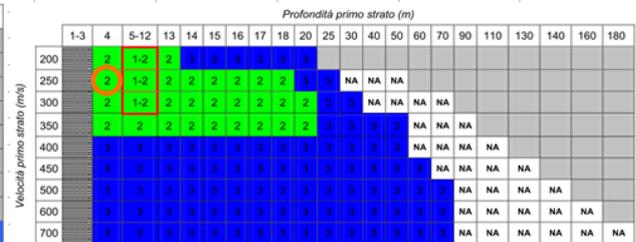
per periodo 0,1-0,5
per periodo 0,5-1,5

S2 - PGT							
Marone, via Caraglio		depositi glaciali					
Andamento della velocità da prova MASW				Calcolo della velocità equivalente:			
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	3,43	3,43	224	768,32	0,0153125	
2	3,43	6,33	2,9	565	1638,5	0,00513274	
3	6,33	8,25	1,92	954			
4	8,25	11,38	3,13	1841			
5	11,38	15,58	4,2	1840			
6	15,58	24,11	8,53	1864			
7	24,11	30	5,89	1892			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (hi / Vsi) =$				309,61	m/s	velocità equivalente	categoria sottosuolo
Vs4 =				245,1	m/s	velocità nei primi 4 m	E
T = $4 \Sigma h / [\Sigma (Vs h) / \Sigma h] =$				0,0666	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0.08 < T \leq 0,40$ s

$$Fa = -12,8 T^2 + 9,2 T + 0,48 = 1,04$$

curva 2

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 0,98$$

curva unica

Fa soglia per comune di Marone

	B	C	D	E
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1

Scheda litologica Sabbiosa

per $0,03 < T \leq 0,50$ s

$$Fa = -12,21 T^2 + 7,79 T + 0,76 = 1,22$$

curva 2

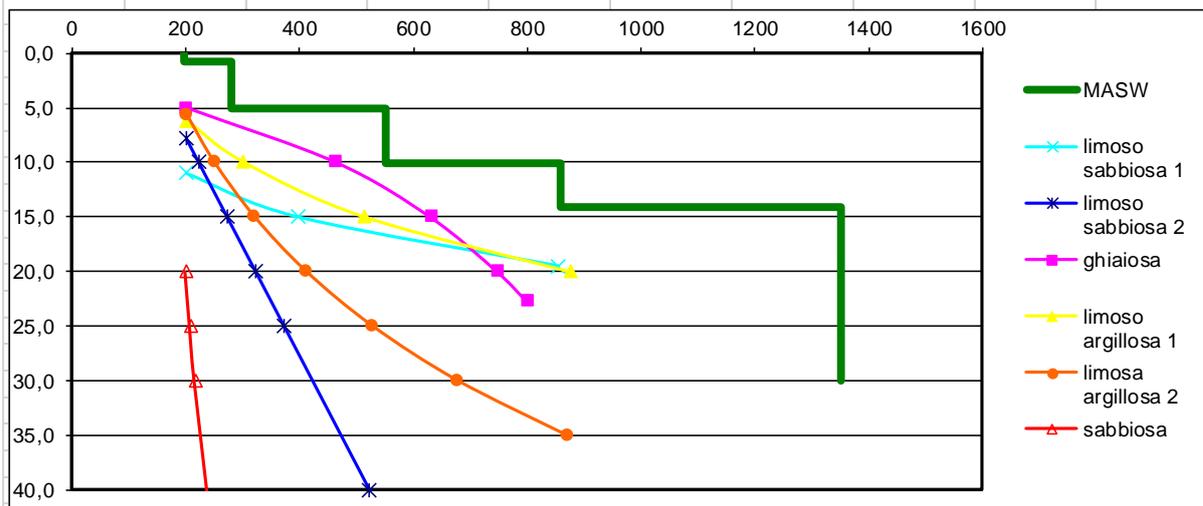
per $0.08 T \leq 0.80$ s

$$Fa = -6.11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 0,98$$

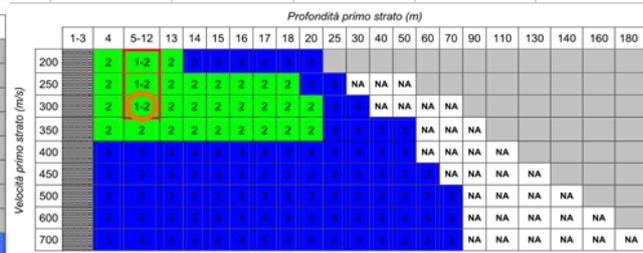
curva 2

S3 - PGT								
Marone, a nord cimitero, tra via Foppe e via Borgo Nuovo - PGT					depositi di conoide alluvionale su depositi glaciali			
Andamento della velocità da prova MASW					Calcolo della velocità equivalente:			
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi		
1	0	0,84	0,84	198	166,32	0,00424242		
2	0,84	5,05	4,21	281	1183,01	0,01498221		
3	5,05	10,04	4,99	550	2744,5	0,00907273		
4	10,04	14,14	4,1	858				
5	14,14	30	15,86	1350				
				Vseq = $\Sigma h / \Sigma (h_i / V_{si}) =$	354,80	m/s	velocità equivalente	categoria sottosuolo
				Vs5 =	262,7	m/s	primi 5,05 m	E
				T = $4 \Sigma h / [\Sigma (V_s h) / \Sigma h] =$	0,0985	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda litologica limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$Fa = -10,6 T^2 + 7,67 T + 0,46 = 1,11$

curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 1,04$

curva unica

Fa soglia per comune di Marone

	B	C	D	E
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,03 < T \leq 0,50$ s

$Fa = -12,21 T^2 + 7,79 T + 0,76 = 1,41$

curva 1

Fa per periodo 0.5-1.5 s

per $0,08 T \leq 0,80$ s

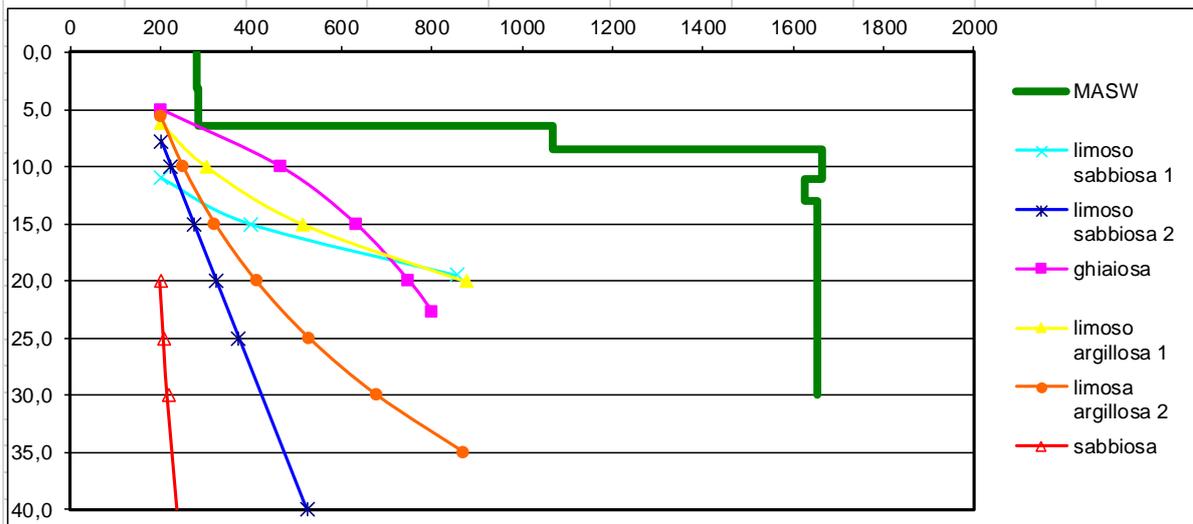
$Fa = 0,57 T^3 - 2,18 T^2 + 2,38 T + 0,81 = 1,02$

curva 1

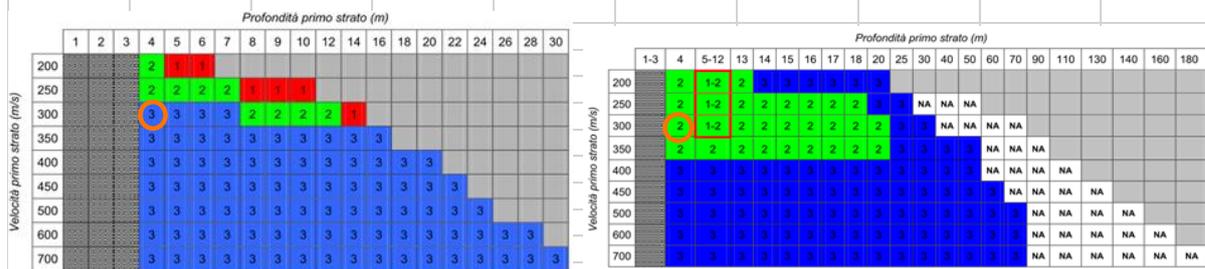
per periodo 0,1-0,5
per periodo 0,5-1,5

S4 - PGT							
Marone, a monte di via Europa			Depositi glaciali a monte del margine destro conoide dell'Opolo				
Andamento della velocità da prova MASW			Calcolo della velocità equivalente:				
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	3,12	3,12	279	870,48	0,0111828	
2	3,12	6,4	3,28	284	931,52	0,0115493	
3	6,4	8,44	2,04	1066			
4	8,44	11,05	2,61	1665			
5	11,05	12,99	1,94	1624			
6	12,99	30	17,01	1653			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (h/V)$			281,54	m/s	velocità equivalente		categoria di sottosuolo E
Vs4 =			280,1	m/s	velocità nei primi 4 m		
T = $4 \Sigma h / (\Sigma (Vs h) / \Sigma h)$			0,0909	s	periodo del sottosuolo		

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$Fa = -10,6 T^2 + 7,67 T + 0,46 = 1,07$

curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 1,02$

curva unica

Fa soglia per comune di Marone

	B	C	D	E
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,03 < T \leq 0,50$ s

$Fa = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84 = 1,26$

curva 2

per $0,08 T \leq 0,80$ s

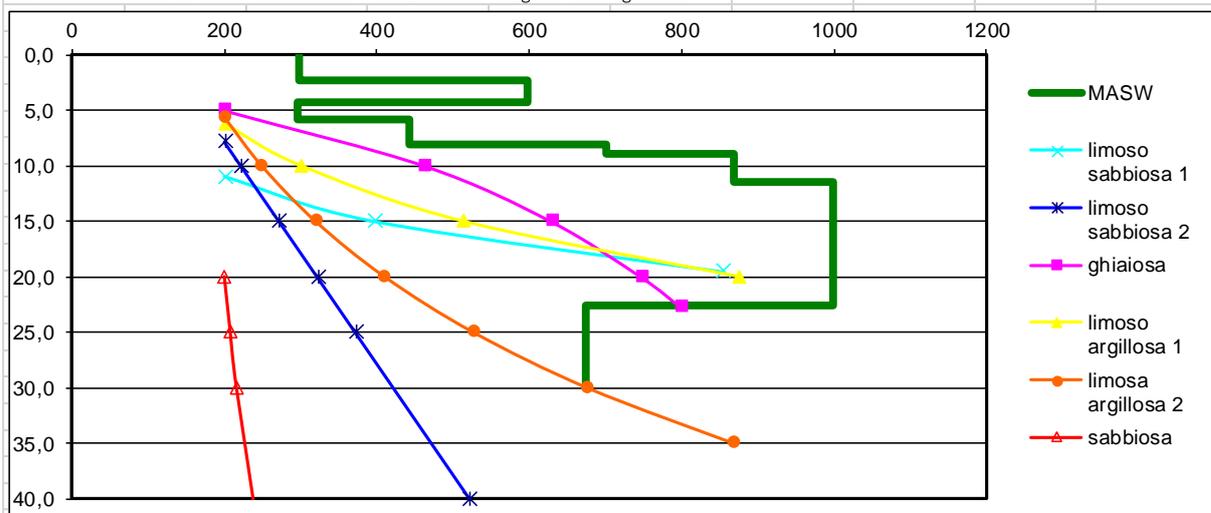
$Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 1,01$

curva 2/3

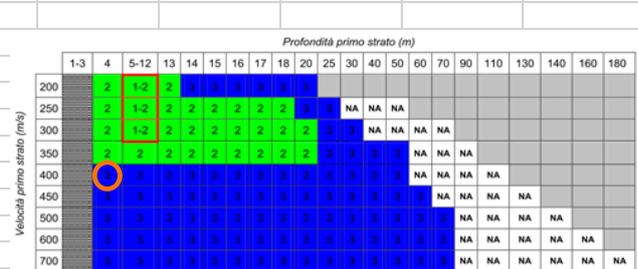
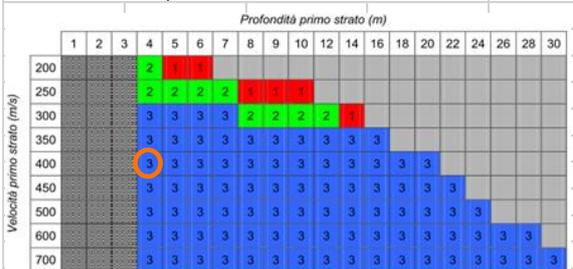
per periodo 0.1-0.5
per periodo 0.5-1.5

S5 - Comune					Depositi di conoide alluvionale (Opolo)		
Marone, via Franchi presso il ponte Termen sull'Opolo					andamento della velocità da prova MASW		
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	2,25	2,25	298	670,5	0,00755034	
2	2,25	4,3	2,05	597	1223,85	0,00343384	
3	4,3	5,84	1,54	295	454,3	0,00522034	
4	5,84	8,08	2,24	442	990,08	0,00506787	
5	8,08	8,91	0,83	702	582,66	0,00118234	
6	8,91	11,39	2,48	869			
7	11,39	22,51	11,12	998			
	22,51	30	7,49	675			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (hi / Vsi) =$				396,80	m/s	velocità equivalente	categoria di sottosuolo
Vs4,3 =				391,5	m/s	velocità nei primi 4,3 m	B
T = $4 \Sigma h / [\Sigma (Vs h) / \Sigma h] =$				0,0810	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda litologica limoso-sabbiosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$$Fa = -10,6 T^2 + 7,67 T + 0,46 = 1,01$$

curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$$Fa = -1,33 T^2 + 2,02 T + 0,79 = 0,94$$

curva unica

Fa soglia per comune di Marone

	B	C	D	E
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,03 < T \leq 0,40$ s

$$Fa = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86 = 1,18$$

curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$$Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 1,00$$

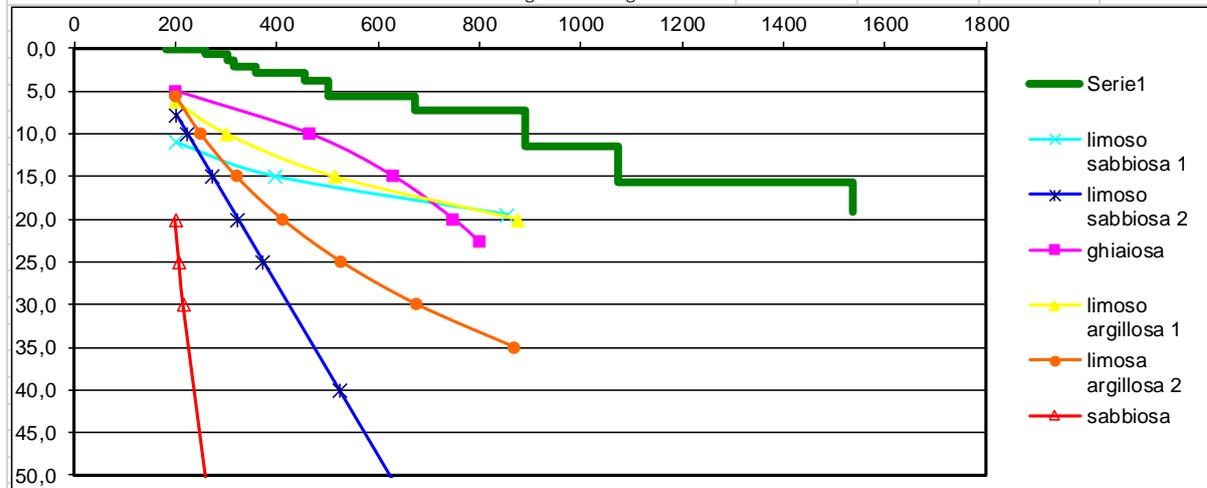
curva 2/3

per periodo 0,1-0,5

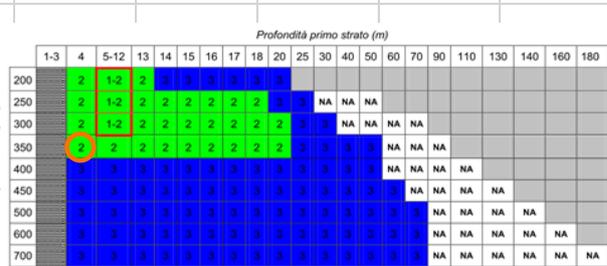
per periodo 0,5-1,5

S6 - Comune				Depositi glaciali/depositi di conoide alluvionale (Val Bandera)			
Vello, parcheggio via de Gasperi				Calcolo della velocità equivalente:			
andamento della velocità da prova MASW							
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	0,2	0,2	180	36	0,001111111	
2	0,2	0,6	0,4	258	103,2	0,00155039	
3	0,6	1,4	0,8	301	240,8	0,00265781	
4	1,4	2,1	0,7	316	221,2	0,00221519	
5	2,1	2,8	0,7	359	251,3	0,00194986	
6	2,8	3,8	1	456	456	0,00219298	
7	3,8	5,6	1,8	503	905,4	0,00357853	
8	5,6	7,2	1,6	674	1078,4	0,00237389	
9	7,2	11,5	4,3	890			
10	11,5	15,6	4,1	1075			
11	15,6	19,1	3,5	1537			
12				2481			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (h_i / V_{si}) =$				408,40	m/s	velocità equivalente	categoria di sottosuolo B
Vs4 =				331,3	m/s	velocità nei primi 4 m	
T = $4 \Sigma h / (\Sigma (V_{si} h) / \Sigma h) =$				0,0630	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda litologica limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$Fa = -10,6 T^2 + 7,6 T + 0,46 = 0,90$ curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 0,98$ curva unica

Fa soglia per comune di Marone

	B	C	D	E
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,03 < T \leq 0,45$ s

$Fa = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84 = 1,15$ curva 2

per $0,08 T \leq 0,80$ s

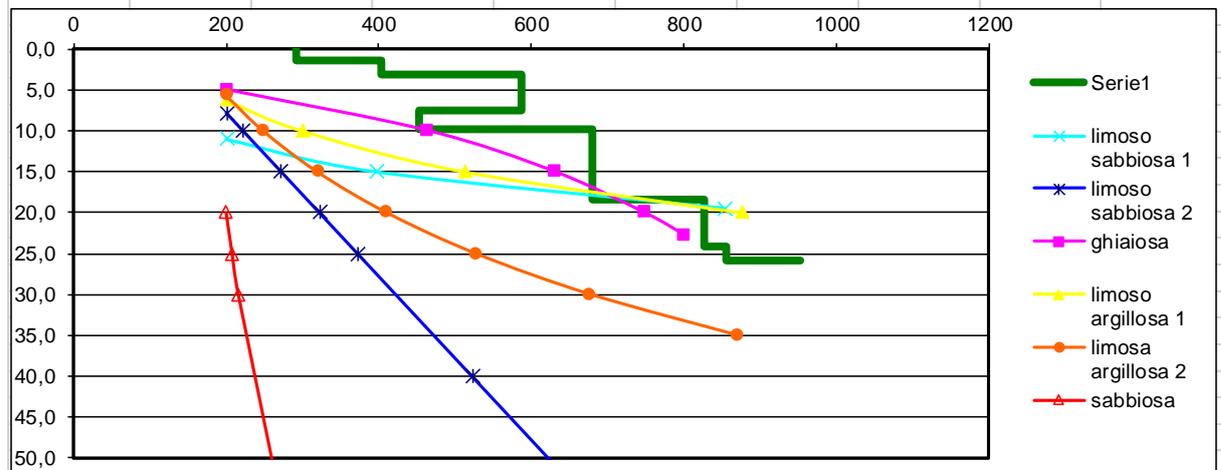
$Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 0,98$ curva 2/3

per periodo 0,1-0,5

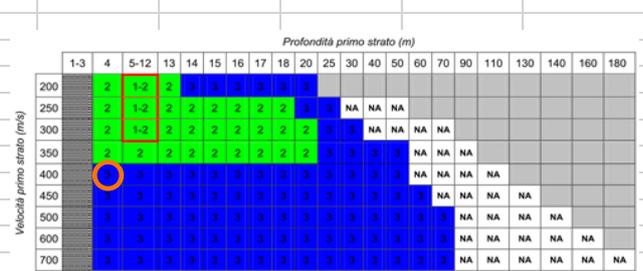
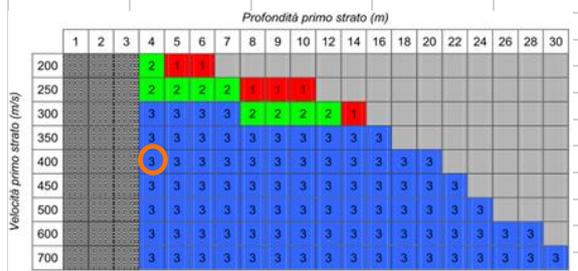
per periodo 0,5-1,5

S7 - Comune					Depositi di conoide alluvionale (Opolo)		
Marone, polo scolastico via Borgo Nuovo					Calcolo della velocità equivalente:		
andamento della velocità da prova MASW							
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi m/s	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	1,37	1,37	291	398,67	0,0047079	
2	1,37	3,18	1,81	403	729,43	0,00449132	
3	3,18	7,5	4,32	587	2535,84	0,00735945	
4	7,5	9,79	2,29	453	1037,37	0,00505519	
5	9,79	18,46	8,67	679	5886,93	0,01276878	
6	18,46	24,16	5,7	826			
7	24,16	25,9	1,74	856			
8	25,9			952			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (hi / Vsi) =$				536,90	m/s	velocità equivalente	Categoria sottosuolo B
Vs4 =				377,5	m/s	velocità nei primi 4 m	
T = $4 \Sigma h / (\Sigma (Vs h) / \Sigma h) =$				0,1287	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda litologica limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$Fa = -10,6 T^2 + 7,6 T + 0,46 = 1,26$ curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 1,09$ curva unica

Fa soglia per comune di Marone

	B	C	D	E
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,03 < T \leq 0,40$ s

$Fa = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86 = 1,31$ curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

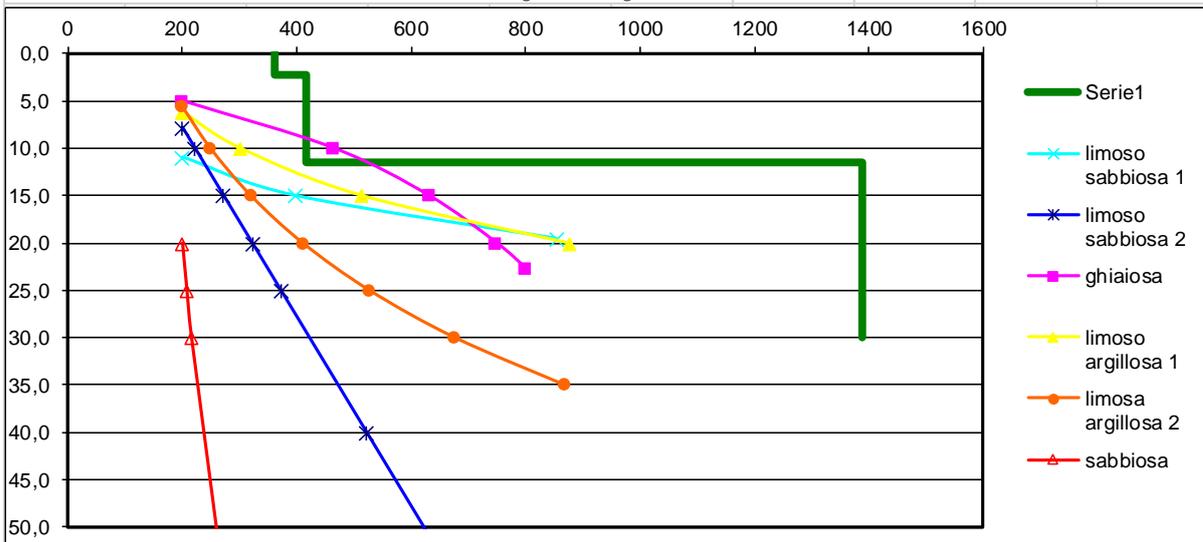
per $0,08 T \leq 0,80$ s $Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 1,07$ curva 2/3

per periodo 0,1-0,5
per periodo 0,5-1,5

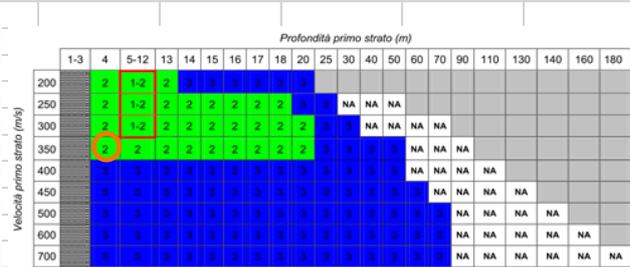
S8 - Privati							
Marone, casa di riposo Girelli, via Roma				Depositi di conoide alluvionale (Bagnadore) con intercalazioni lacustri			
andamento della velocità da prova MASW				Calcolo della velocità equivalente:			
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	3	3	225,839	677,517	0,0132838	
2	3	7,875	4,875	258,277	1259,10038	0,01887508	
3	7,875	25,275	17,4	400,783	6973,6242	0,04341502	
4	25,275	30	4,725	778,971	3680,63798	0,00606569	
				categoria di sottosuolo			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (hi/Vsi) =$				367,47	m/s	velocità equivalente	B
Vs4 =				233,2	m/s	velocità nei primi 4 metri	
T = $4 \Sigma h / (\Sigma (Vs h) / \Sigma h) =$				0,3122	s	periodo del sottosuolo	
equazione linea di tendenza : y = 16,853x + 137,26				x =	39,5	m	
				y =	802,9535	m/s	
Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008							
Andamento lineare della Vs in profondità							
Scelta della curva per la determinazione di Fa							
Scheda litologica limoso-sabbiosa 2				Scheda litologica Sabbiosa			
Calcolo di Fa				Calcolo di Fa			
Fa per periodo 0.1-0.5				Fa per periodo 0.1-0.5			
per 0,06 < T ≤ 0,35 s				per 0,03 < T ≤ 0,45 s			
Fa = -9,5 T ² + 6,3 T + 0,73 =				Fa = -8,65 T ² + 5,44 T + 0,84 =			
1,77				1,70			
Fa per periodo 0.5-1.5 s				per 0.08 T ≤ 0.80 s			
Fa = -0,67 T ² + 1,03 T + 0,93 =				Fa = -6,11 T ³ + 5,79 T ² + 0,44 T + 0,93 =			
1,19				1,45			
Fa soglia per comune di Marone							
	B	C	D	E			
Fa =	1,4	1,8	2,2	2,0	per periodo 0,1-0,5		
Fa =	1,7	2,4	4,2	3,1	per periodo 0,5-1,5		

S9 Privati				Depositi glaciali			
Colpiano, a valle di via Zone							
Andamento della velocità da prova MASW				Calcolo della velocità equivalente:			
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0	2,175	2,175	362,416	788,2548	0,00600139	
2	2,175	11,475	9,3	417,226	3880,2018	0,02229008	
3	11,475	30	18,525	1387,36			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (hi / Vsi) =$				405,60	m/s	velocità equivalente	categoria di sottosuolo B
Vs4 =				313,2	m/s	velocità nei primi 4 m	
T = $4 \Sigma h / (\Sigma Vsi)$				0,1128	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda litologica limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$$Fa = -10,6 T^2 + 7,6 T + 0,46 = 1,18$$

curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 1,06$$

curva unica

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,03 < T \leq 0,45$ s

$$Fa = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84 = 1,34$$

curva 2

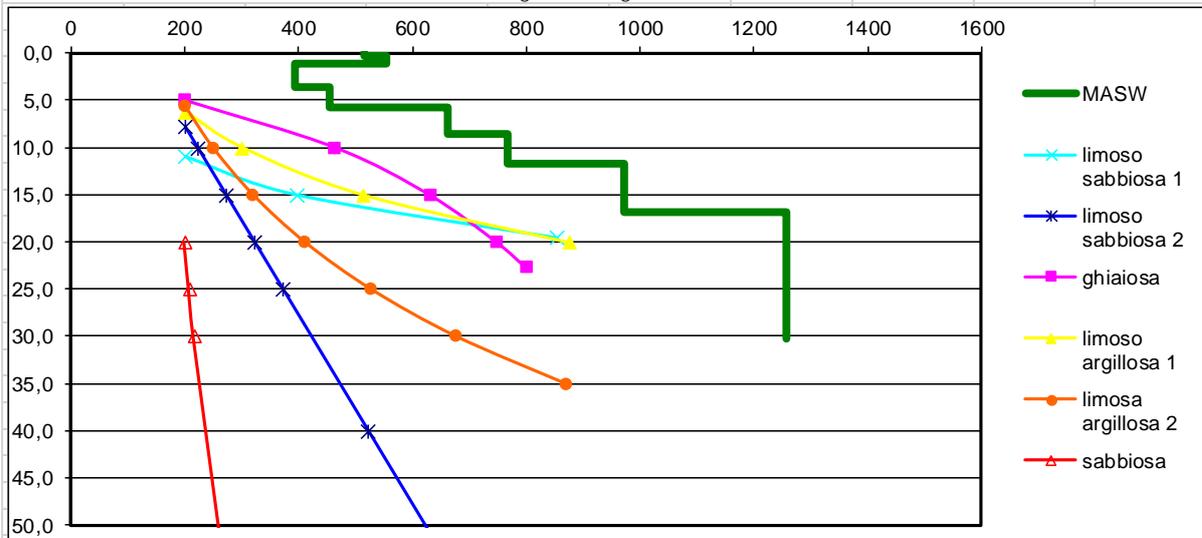
per $0,08 T \leq 0,80$ s

$$Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 1,04$$

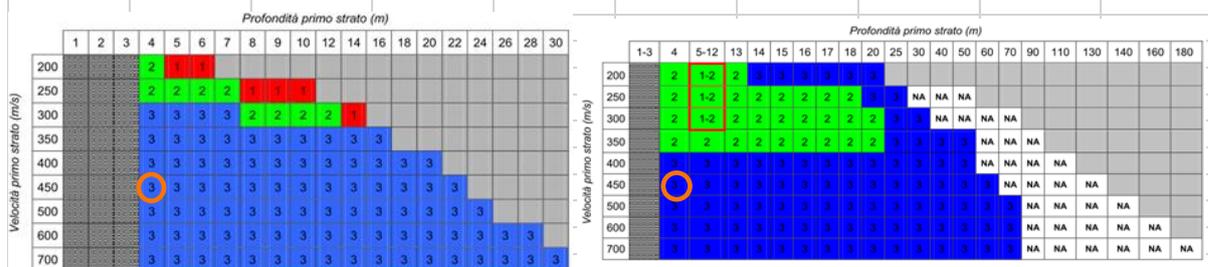
curva 2/3

S10 Marone, tra via Europa e via Guerini - Comune				Depositi di conoide alluvionale (Opolo)			
andamento della velocità da prova MASW				Calcolo della velocità equivalente:			
strato	da (m)	a (m)	spessore (m)	Vsi (m/s)	Vi hi	hi/Vsi	
1	0,000	0,300	0,300	514	154,2	0,00058366	
2	0,300	1,200	0,900	555	499,5	0,00162162	
3	1,200	3,600	2,400	393	943,2	0,00610687	
4	3,600	5,800	2,200	453	996,6	0,00485651	
5	5,800	8,600	2,800	663	1856,4	0,00422323	
6	8,600	11,700	3,100	768	2380,8	0,00403646	
7	11,700	16,800	5,100	973			
8	16,800	30,200	13,400	1256			
Vseq = $\Sigma h / \Sigma (hi / Vsi) =$				546,01	m/s	velocità equivalenti	categoria di sottosuolo B
Vs4 =				435,0	m/s	velocità nei primi 4 m	
T = $4 \Sigma h / (\Sigma (Vs h) / \Sigma h) =$				0,0802	s	periodo del sottosuolo	

Confronto andamento Vs con le schede di valutazione dell'Allegato 4 alla dgr 2008



Scelta della curva per la determinazione di Fa



Scheda litologica limoso-argillosa 2

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,05 < T \leq 0,40$ s

$$Fa = -10,6 T^2 + 7,6 T + 0,46 = 1,00$$

curva 3

Fa per periodo 0.5-1.5 s

$$Fa = -T^2 + 1,48 T + 0,88 = 1,01$$

curva unica

Scheda litologica Sabbiosa

Calcolo di Fa

Fa per periodo 0.1-0.5

per $0,03 < T \leq 0,40$ s

$$Fa = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86 = 1,18$$

curva 3

per $0,08 T \leq 0,80$ s

$$Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93 = 1,00$$

curva 2/3

8. Ubicazione delle indagini sismiche considerate

