



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia Romagna
Comune di Valmozzola (PR)



Regione	Soggetti realizzatori:	Data
Emilia Romagna	Dott. Geol. Domenico Bianco Dott. Geol. Gabriele Oppo Dott. Massimiliano Trauzzi	Settembre 2025

INDICE

1.	INTRODUZIONE	2
2.	BREVE DESCRIZIONE DELLO STUDIO	6
3.	INDAGINI ED ANALISI	8
4.	AGGIORNAMENTI ELABORATI CARTOGRAFICI DI I° E II° LIVELLO.....	11
4.1	Carta delle indagini	11
4.2	Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica	13
4.3	Carta delle frequenze naturali dei terreni	21
4.4	Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).....	27
4.1	Carte delle velocità delle onde di taglio S	32
5.	APPROFONDIMENTI DI TERZO LIVELLO	36
5.1	Analisi di risposta sismica locale	36
5.1.1.	Pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento	36
5.1.2.	Azioni sismiche di progetto	38
5.1.3.	Selezione dei segnali sismici di riferimento	40
5.1.4.	Modello stratigrafico e parametrizzazione sismica	44
5.1.5.	Grafici di output della RSL	47
5.1.6.	Risultati ottenuti dalla modellazione	48
5.1.7.	Considerazioni finali relative alle analisi di RSL effettuate	74
5.2	Verifiche di stabilità	74
5.2.1.	Metodo di Verifica	75
5.2.2.	Le ipotesi verificate	78
6.	CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA	81
6.1	Carte dei fattori di amplificazione	81
6.2	Carte dello scuotimento atteso in superficie.....	89
7.	BIBLIOGRAFIA	91
8.	ALLEGATI.....	93

1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro, redatto su incarico del Comune di Valmozzola, a seguito all'erogazione dei contributi, di cui all'*Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile n° 978/2023*, a favore degli enti locali, riguarda gli studi di Microzonazione Sismica con approfondimenti di III°.

Questa fase di studio si prefigge di valutare gli scenari di pericolosità sismica emersi nel corso dei precedenti approfondimenti di I° e II° livello elaborati dallo scrivente e validati dalla Commissione tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica, quindi di confermare ed eventualmente ridefinire le aree perimetrate sulla base della differente risposta sismica locale, anche attraverso l'impiego di metodologie di tipo numerico *1d*.

Nello specifico, in accordo con l'Amministrazione Comunale le nuove indagini in sito e le analisi di microzonazione sismica, in rapporto alle risorse economiche disponibili, sono state esclusivamente concentrate negli ambiti già interessati dagli studi di II° Livello, all'interno dei quali ricadono gli edifici di maggior interesse strategico, nonché le aree potenzialmente interessate da nuova edificazione.

In tali aree sono state riprodotte ed opportunamente modificate, le cartografie fondamentali del I° livello di approfondimento, in seguito all'aggiornamento degli standard di rappresentazione e alla realizzazione delle nuove indagini che hanno fatto emergere nuovi risultati, mentre quelle del II° livello sono state rielaborate e in alcuni casi sono state superate dalle corrispondenti di III° livello.

Oltre agli areali oggetto di approfondimento sopra menzionate, sono stati riproposti i risultati conseguiti nel corso degli studi di I° e II° Livello validati da specifica Commissione.

Il documento tecnico a supporto dello studio è stato svolto in conformità alle seguenti disposizioni normative:

- *Aggiornamento Atto di indirizzo e coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (D.G.R. n° 476 del 12/04/2021).*
- *Approvazione allegato A "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione simica per la pianificazione territoriale e urbanistica" – Integrazione della delibera n° 476 del 12/04/2024, attraverso il D.G.R. n° 564 del 26/04/2021.*
- *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" approvati dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome e successive modificazioni (da qui in avanti "ICMS").*
- *"Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" - Versione 4.2, Roma, Novembre 2020 - Elaborato e approvato nell'ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica (da qui in avanti "SRAI").*

Si è fatto altresì riferimento alle pubblicazioni scientifiche in materia ed in particolare:

- *Ingegneria sismica - Anno XXVIII - n. 2 - 2011 "Indirizzi di microzonazione sismica".*

- *“Microzonazione sismica” – uno strumento consolidato per la riduzione del rischio sismico. L’Esperienza della Regione Emilia-Romagna (a cura del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, 2012).*

Per “Microzonazione Sismica” si intende la valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l’individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo, ovvero nell’individuazione e caratterizzazione delle zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità. Risulta perciò estremamente importante sviluppare gli studi di microzonazione già in fase pianificatoria, per poter indirizzare al meglio le scelte urbanistiche dell’Amministrazione al di fuori delle aree contraddistinte da elevata pericolosità sismica e, successivamente, per esercitare una funzione di supporto ai tecnici nella progettazione di nuove opere.

Contestualmente alla scala di dettaglio degli studi (*PSC o PUG, POC, PUA* ed esecutivi) e alle problematiche geologiche da affrontare, sono stati definiti 3 livelli di approfondimento, di seguito ordinati, con complessità d’analisi e costi d’esecuzione via via crescenti:

- *I° Livello di approfondimento: riguarda la raccolta e l’analisi di dati esistenti e, se possibile, la realizzazione di nuove indagini in sito. L’obiettivo finale consiste nella realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), che suddivide il territorio in microzone sismicamente omogenee;*
- *II° livello di approfondimento: oltre a correggere gli studi di I° Livello, si assegna un fattore moltiplicativo di amplificazione a ciascuna zona, attraverso l’impiego di abachi regionalizzati e formule empiriche. Il documento finale prodotto è rappresentato dalla Carta di microzonazione sismica;*
- *III° Livello di Approfondimento: viene utilizzato nei casi in cui l’opera in progetto risulti particolarmente importante oppure, nei casi in cui le condizioni geologiche si presentino estremamente complesse. Vengono sviluppate analisi di tipo numerico 1d o 2d, studi paleosismici ed analisi dinamiche. Viene prodotta una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti.*

Facendo riferimento i risultati conseguiti nel corso della redazione degli studi di I° e II° livello (Cfr. Dott. Geol. Domenico Bianco, 2023) in corrispondenza delle località di “Mormorola” (Ambito A_1), delle frazioni di “Pieve di Gusaliggio” (Ambito A_2), Valmozzola Stazione (Ambito A_3) e del Campo Sportivo di Pieve di Gusaliggio (Ambito A_4), e ad eventuali obiettivi di carattere pianificatorio manifestati dall’Amministrazione Comunale, le analisi e gli approfondimenti di III° Livello hanno riguardato parte degli ambiti analizzati in precedenza.

Entrando nel dettaglio dello studio, in via preliminare, è stato condotto un esame bibliografico a scala comunale, per verificare la presenza di nuove indagini, rispetto a quanto già rilevato durante gli studi pregressi.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola (PR)

Successivamente, sono state realizzate indagini geognostiche "ex-novo" (prove sismiche di tipo puntuale e lineare), in corrispondenza delle aree che necessitavano di approfondimenti. Le informazioni raccolte hanno consentito di ricostruire il modello sismo-stratigrafico del sottosuolo, la cui definizione si colloca alla base degli studi di III° Livello.

A supporto delle indagini sono stati svolti sopralluoghi e rilievi di campagna, per evidenziare tutti gli aspetti che possono influire sul moto sismico di base o, dar luogo ad effetti indotti quali, instabilità dei versanti, cedimenti differenziali e/o liquefazione, aree di faglia ecc..

Una volta identificate le varie microzone presenti negli ambiti, numerate a partire da quelle già individuate negli studi di I° e II° Livello pregressi, si è proceduto al calcolo dei vari fattori di amplificazione, conseguiti per gran parte tramite analisi approfondite di III° Livello, con Risposta Sismica Locale, mentre in altri casi sono state impiegate procedure semplificate (utilizzo di abachi definiti dalla *DGR n° 476/2021*).

In corrispondenza dei principali corpi franosi situati all'interno degli ambiti di studio, oltre alla risposta sismica locale sono state effettuate delle verifiche di stabilità di versante.

Nel corso dello studio, oltre alla presente relazione, sono stati redatti gli elaborati elencati nel Capitolo 7. I dati cartografici sono stati predisposti, oltre che in versione cartacea, in formato digitale (pdf, con risoluzione 300 dpi), mentre i dati vettoriali sono forniti anche in formato *shapefile*.

Per l'archiviazione dei dati e l'*editing* dei documenti sono stati seguiti gli standard di riferimento contenuti nell'*Allegato D* della delibera regionale e dagli *SRAI*.

L'inserimento dei dati alfanumerici dei siti, delle indagini e dei parametri delle indagini è stato facilitato dall'utilizzo dell'apposito software: "*MS – SoftMS*" nella *versione 4.2*.

Quale base cartografica, si sono utilizzati gli stralci della *Carta Topografica Regionale* alla scala 1:5.000 elencati di seguito, georeferenziati con il sistema di riferimento *WGS84-UTM 33N*, seguendo le raccomandazioni fornite dagli "*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (versione 4.2)*".

- *Elementi 198141, 198142, 198151, 198152, 198153, 198154, 198163, 198164, 216021, 216022, 216031, 216032, 216033, 216034, 216044, 216061, 216071, 216074 e 216084.*

Il Comune di Valmozzola si colloca nel settore sud-occidentale della Provincia di Parma, occupando l'unità di paesaggio denominata "*Bassa Montagna Ovest*" individuata nella *Tav. C8 - "Ambiti di gestione unitaria del Paesaggio"* allegata al *P.T.C.P.*:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola (PR)

Da un punto di vista amministrativo, confina a sud con il Comune di Borgotaro a est con i comuni di Solignano e Berceto, a nord con i comuni di Varsi e Solignano e a ovest con i comuni di Varsi e Bardi (Cfr. Fig. 1).

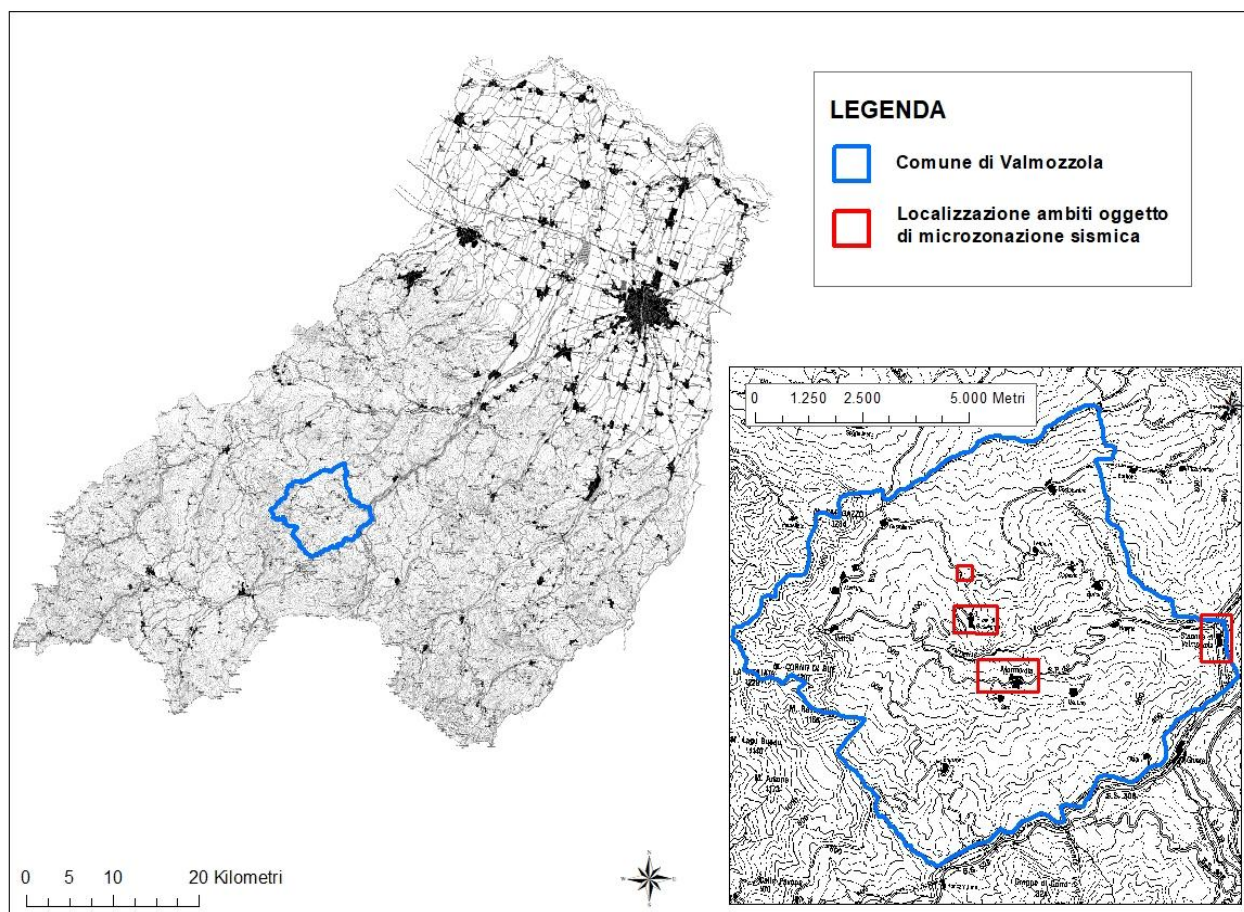


FIG. 1 – COLLOCAZIONE GEOGRAFICA DEL COMUNE DI VALMOZZOLA

Il comune in esame evidenzia molteplici condizioni morfologiche, con forti e marcati dislivelli; la zona più bassa corrisponde alla piana alluvionale solcata dal tracciato del F. Taro, mentre le vette più elevate (di poco inferiori a 1.300 m s.l.m.), si trovano verso ovest, lungo il crinale al confine con i Comuni di Varsi e Bardi (M. Barigazzo, M. La Tagliata, Monte Grosso).

Il F. Taro, che nasce dalle pendici sud del massiccio del M. Penna, attraversa la Valle omonima sino a bordare il confine orientale del Comune di Valmozzola. Tra gli affluenti più importanti, si segnala il T. Mozzola, il quale scorre in direzione circa est-ovest e separa il comune in due porzioni di dimensioni analoghe.

2. BREVE DESCRIZIONE DELLO STUDIO

Nel capitolo esposto di seguito verranno descritti in maniera sintetica le analisi condotte e i risultati raggiunti nel corso dello studio di Microzonazione Sismica di III° Livello.

Come già anticipato nelle premesse, in accordo con l'amministrazione comunale, le analisi e gli approfondimenti hanno riguardato le aree di maggior interesse edificatorio, interamente ricomprese all'interno degli ambiti di "Mormorola" (Ambito A_1), della frazione di "Pieve di Gusaliggio" (Ambito A_2), di Valmazzola Stazione (Ambito A_3) e del Campo Sportivo di Pieve di Gusaliggio (Ambito A_4).

Lo studio di microzonazione di terzo livello è consistito pertanto nelle seguenti fasi:

1. individuazione delle microzone omogenee definite nei precedenti studi di microzonazione di I° e II° Livello;
2. definizione di aree rappresentative di situazioni stratigrafiche tipo definite nell'analisi precedente sulle quali effettuare gli approfondimenti di III° Livello;
3. realizzazione di indagini di tipo indiretto (*MASW*, *HoliSurface* e *HVSR*), per ampliare le conoscenze sulla sismo-stratigrafia del sottosuolo degli ambiti in esame;
4. aggiornamento ed eventuale modifica delle cartografie di I° e II° livello elencate di seguito, con i dati delle nuove indagini, adottando per le aree oggetto di approfondimento gli standard più recenti:
 - a. Carta delle indagini
 - b. Carta geologico-tecnica
 - c. Carte delle Frequenze
 - d. Carta delle *MOPS*
 - e. Carta delle velocità delle onde di taglio *S* (*V_s*)
5. definizione delle curve di variazione dello smorzamento (*D*) e della rigidezza (*G/G₀*) in funzione della deformazione reperite in bibliografia, per le differenti tipologie di terreno;
6. valutazione della risposta sismica locale, in corrispondenza dei siti rappresentativi indagati, mediante il *software LSR 1D*, il quale calcola la risposta dinamica monodimensionale di una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà dinamiche del terreno (elastiche e smorzamento) variabili in funzione del livello deformativo;

7. calcolo dei fattori di amplificazione, attraverso procedure di III° Livello per i siti rappresentativi, in termini di picco di accelerazione (FA_{PGA}), definito come il rapporto tra l'accelerazione massima in superficie ed il valore di riferimento per il sito su suolo rigido;
8. calcolo del fattore di amplificazione di sito (FA), attraverso procedure di III° Livello, in termini di rapporto tra l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito (SA) e l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento (SA_0) negli intervalli $0.1\text{ s} - 0.5\text{ s}$; $0.4\text{ s} - 0.8\text{ s}$; $0.7\text{ s} - 1.1\text{ s}$;
9. calcolo del fattore di amplificazione di sito, attraverso procedure di III° Livello, in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in *pseudovelocità* (FH) calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido negli intervalli $0.1\text{ s} - 0.5\text{ s}$; $0.5\text{ s} - 1.0\text{ s}$;
10. stima dei fattori di amplificazione, mediante le ultime tabelle regionali per le aree a cui non è possibile assegnare i valori ottenuti mediante risposta sismica locale, a causa del differente assetto sismo-stratigrafico. L'assegnazione dei fattori di amplificazione ha riguardato le aree oggetto di approfondimento del presente studio; inoltre, si è proceduto a riassegnare i fattori di amplificazione a tutte quelle aree oggetto dei precedenti studi di I° e II° Livello realizzati nel 2022, adottando i più recenti abachi definiti dalla *DGR n° 476/2021*;
11. realizzazione delle analisi di stabilità di versante dinamica, in corrispondenza dei principali corpi franosi situati all'interno degli ambiti in esame, inserendo come input sismico gli accelerogrammi ottenuti dall'analisi di risposta sismica locale e conseguente stima degli spostamenti massimi attesi;
12. redazione delle cartografie di microzonazione sismica per i diversi FA :
 - F_{PGA}
 - $FA_{0.1s-0.5s} - FA_{0.4s-0.8s} - FA_{0.7s-1.1s}$
 - $FH_{0.1s-0.5s} - FH_{0.5s-1.0s}$

In aggiunta alle carte dei fattori amplificazione, sono state elaborate quelle che raffigurano lo scuotimento in accelerazione atteso in superficie, in valore assoluto (con accelerazione in "g").

Per le aree sottoposte ad approfondimenti di II° Livello è stato determinato unicamente il valore H_{SM} caratteristico del periodo $0.1s \leq T \leq 0.5s$.

Oltre al parametro H_{SM} , limitatamente alle aree con approfondimenti di III° Livello si è proceduto al calcolo del parametro H , nei seguenti periodi:

- $0,4s \leq T \leq 0,8s - H_{0,4-0,8s}$
- $0,7s \leq T \leq 1,1s - H_{0,7-1,1s}$

La rappresentazione delle carte di microzonazione in termini di H permette di analizzare in maniera più realistica e completa la pericolosità sismica del territorio, tenendo conto sia degli effetti di sito quantificati dai differenti fattori di amplificazione, sia della pericolosità di base. La combinazione tra queste due variabili si prefigura come elemento fondamentale per una valutazione più accurata del rischio sismico e quindi si pone alla base di scelte più consapevoli delle strategie per la mitigazione di tale rischio.

3. INDAGINI ED ANALISI

Lo studio in esame è orientato ad ampliare le conoscenze sulle caratteristiche sismostratigrafiche del sottosuolo, in un'area montana, come quella d'interesse, già contraddistinta dalla presenza di un discreto numero di indagini in sito. Per tale motivo, in accordo con l'Amministrazione Comunale, le prove di nuova esecuzione nonché la ridefinizione dei fattori di amplificazione utilizzando gli abachi regionalizzati o attraverso le analisi di *Risposta Sismica Locale (RSL)* previste per gli studi di III° Livello, sono stati concentrati all'interno del perimetro urbanizzato/urbanizzabile degli ambiti di *A_1. Mormorola - Sede Comunale*; *A_2. Pieve di Gusaliggio*; *A_3. Valmozzola Stazione*; *A_4. Campo Sportivo di Pieve di Gusaliggio*.

Tutte le prove di nuova esecuzione sono state localizzate come raffigurato nelle *Figg. 2, 3 e 4*.

Contestualmente, sono state ricomprese anche le aree e le relative analisi condotte durante i precedenti studi di I° e II° Livello (*Dott. Geol. Domenico Bianco, Maggio 2022*), non interessati da ulteriori approfondimenti.

La prima area oggetto di studi di III° Livello, è individuata all'interno dell'ambito "*A_1 Mormorola – sede comunale*", corrispondente al perimetro urbanizzato della frazione sede del centro comunale, dove sono state realizzate ed individuate il maggior numero di nuove indagini a supporto dello studio:

- N° 3 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (*CPT*).
- N° 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti.
- N° 2 trincee o pozzetti esplorativi.
- N° 1 misura di ascolto di microtremori a stazione singola (*HVSR*)
- N° 2 *MASW*.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola (PR)

Ad integrazione di tali dati, nella fase di II° Livello è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da N° 7 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (*HVSR*), N° 3 *MASW* e N° 5 *HS* (*SASW*), integrata in tale fase di approfondimento di III° Livello da N° 2 *HVSR* e N° 2 *HS* (*SASW*).

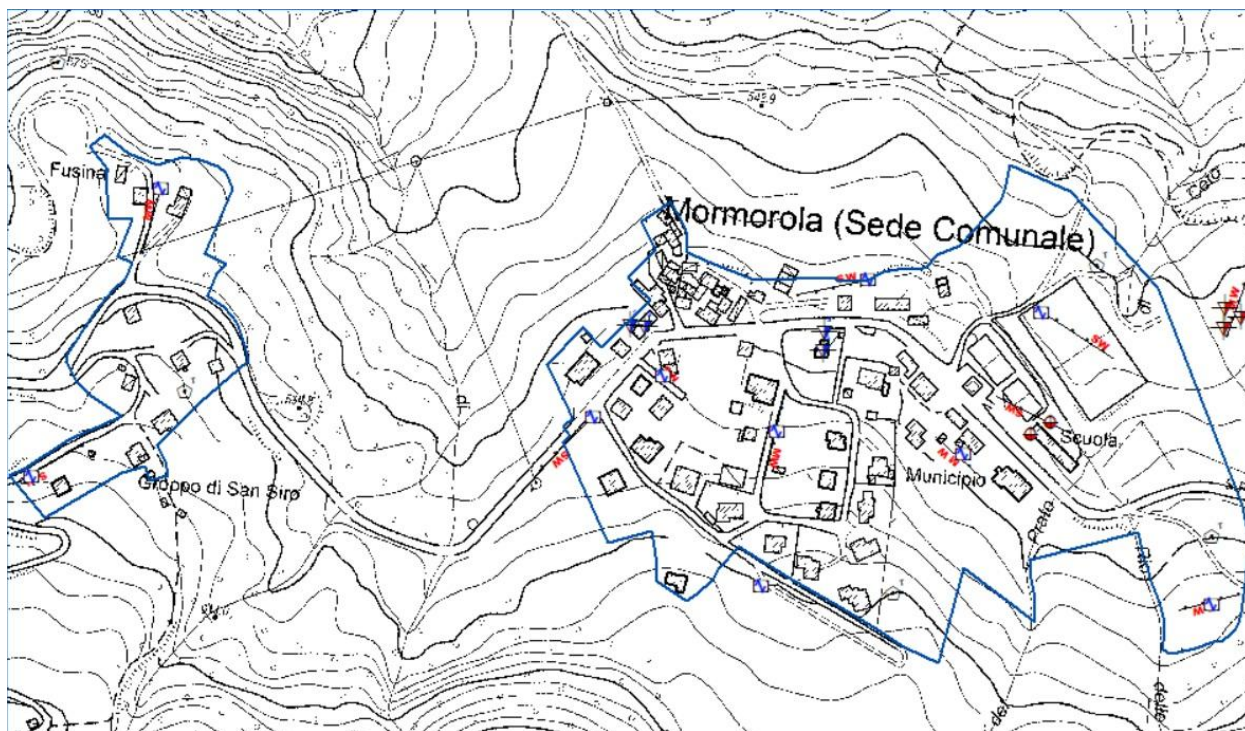


FIG. 2 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI NELL'AMBITO A_1. MORMOROLA - SEDE COMUNALE. IN COLORE BLU VIENE EVIDENZIATO IL PERIMETRO DELL'AMBITO

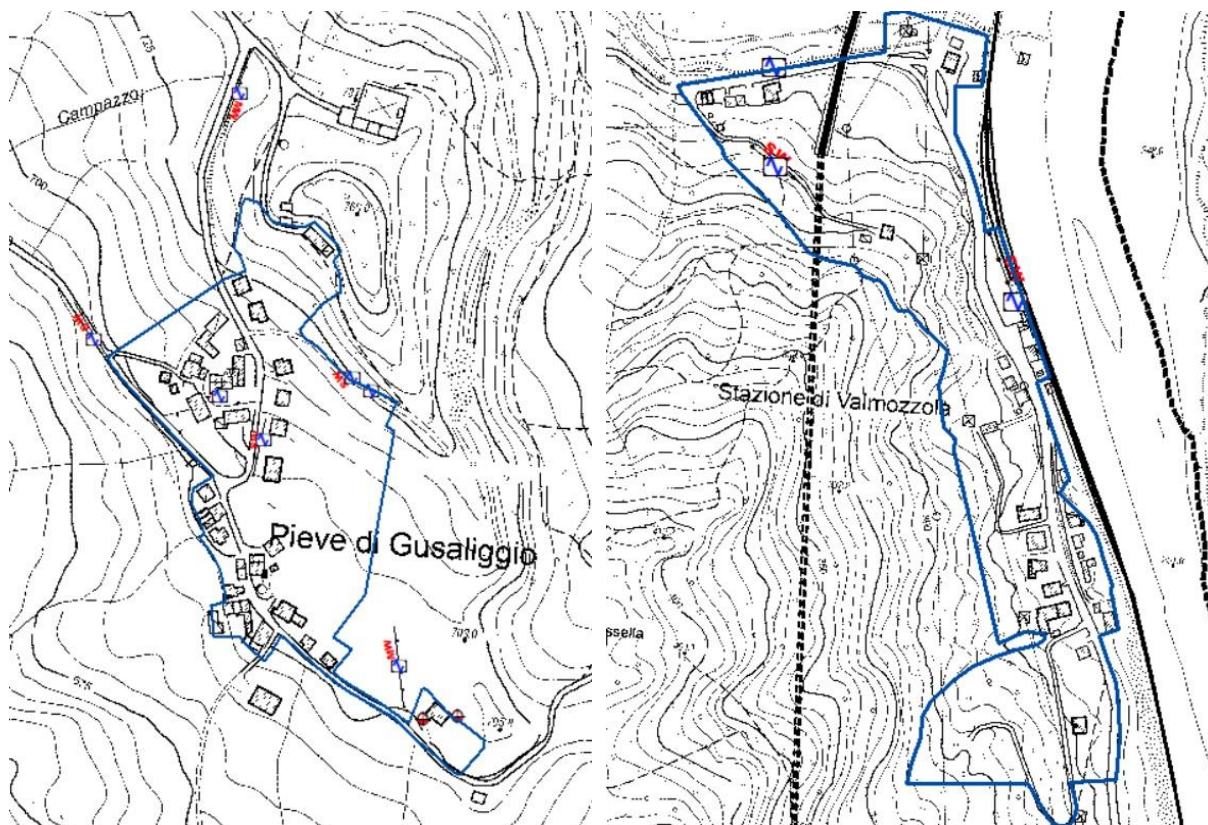
Nell'Ambito A_2 *Pieve di Gusaliggio*, le indagini reperite da studi pregressi sono le seguenti:

- N° 4 trincee o pozzetti esplorativi.

A completamento, contestualmente agli approfondimenti di II° Livello è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine contraddistinta da N° 5 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (*HVSR*), N° 2 *MASW* e N° 2 *HS* (*SASW*), completata nel III° Livello da N° 2 *HVSR* e N° 1 *HS* (*SASW*).

Le ricerche di archivio eseguite presso l'ufficio comunale, non ha condotto ad alcun esito sull'individuazione di prove esistenti all'interno dell'Ambito A_3 *Valmozzola Stazione*, conseguentemente in fase di elaborazione degli studi di II° Livello si è proceduto all'esecuzione di specifica campagna di indagine costituita da N° 1 misura di ascolto di microtremori a stazione singola (*HVSR*) e N° 1 *HS* (*SASW*).

Sono state inoltre realizzate N° 1 misura *HVSR* e N° 1 *HS* (*SASW*) nella vicina località di Bondi, per caratterizzare il corpo detritico di genesi gravitativa presente. In fase di III° Livello tali dati sono stati integrati con N° 1 misura *HVSR* e N° 1 *HS* (*SASW*).



FIGG. 3 E 4 – UBICAZIONE DELLE NUOVE INDAGINI NELL'AMBITO A_2. PIEVE DI GUSALIGGIO E A_3 VALMOZZOLA STAZIONE. IN COLORE BLU VIENE EVIDENZIATO IL PERIMETRO DEGLI AMBITI

Nell'ultima area di interesse, localizzata in corrispondenza del *Campo Sportivo di Pieve di Gusaliggio*, *Ambito A_4*, di particolare rilevanza in quanto area sensibile nell'ambito del Piano di Protezione Civile del Comune e allo stesso tempo come zona di interesse per le *CLE (Condizioni Limite per l'Emergenza)*, non sono state reperite indagini preesistenti, si è pertanto optato di confermare ed reimpiegare le prove riconducibili agli studi di II° Livello (Cfr. Fig. 5), costituite da N° 1 misura *HVSR* e N° 1 *HS (SASW)*.



FIG. 5 – UBICAZIONE DELLE NUOVE INDAGINI NELL'AMBITO A_4 CAMPO SPORTIVO DI PIEVE DI GUSALIGGIO, IN COLORE BLU VIENE EVIDENZIATO IL PERIMETRO DELL'AMBITO

Gli studi di *RSL* hanno inoltre interessato il principale corpo franoso che ricopre parte del versante collocato nel settore orientale dell'Ambito *Mormorola – sede comunale* ed influenza direttamente aree urbanizzate o di interesse urbanistico.

Le analisi di III° livello attivate sui fenomeni franosi con metodi di calcolo e approcci noti in letteratura scientifica, hanno dapprima riguardato la ricostruzione della sismo-stratigrafia del sottosuolo dalle informazioni raccolte dalle indagini geognostiche eseguite in sito, quindi l'individuazione delle proprietà dinamiche dei terreni coinvolti è avvenuta mediante l'utilizzo di curve reperite in bibliografia.

Nel dettaglio l'area sottoposta a Verifiche di stabilità è la seguente:

- Campo Sportivo; ampio fenomeno franoso quiescenti di tipo complesso che originandosi a monte della S. Provinciale si incanala nella depressione incisa dal Rio delle Lamelle, interessando parte del Campo Sportivo e confluire nell'ampio sistema franoso che caratterizza il versante a valle dell'abitato di Mormorola.

L'approccio di II° Livello che prevede, nella valutazione dei fattori di amplificazione l'impiego degli abachi regionalizzati definiti dalla *DGR n° 476/2021*, ha riguardato le restanti aree posizionate all'interno degli ambiti di studio. Si è cercato di analizzare congiuntamente i dati acquisiti dalle indagini geotecniche pregresse, con quelle di nuova esecuzione con l'intento di definire modelli stratigrafico-sismici il più possibile rappresentativi.

4. AGGIORNAMENTI ELABORATI CARTOGRAFICI DI I° E II° LIVELLO

4.1 Carta delle indagini

La redazione delle tavole alla scala 1:5.000, ha previsto l'utilizzo di tutte le prove raccolte a corredo degli studi di microzonazione sismica di I° e II° livello (*Dott. Geol. Domenico Bianco*, Maggio 2022) a cui ha fatto seguito una ulteriore ricerca negli archivi comunali ed in altri enti operanti sul territorio, per verificare se nell'intervallo di tempo intercorso tra lo studio citato e quello attuale fossero stati realizzati ulteriori lavori ed indagini da inserire nella banca dati.

Tutte le prove, sono state opportunamente codificate, analizzate ed elaborate, secondo gli ultimi standard di archiviazione (*software: "MS – SoftMS" nella versione 4.2*), per consentire una corretta ricostruzione del modello geologico e dei mutui rapporti tra il substrato e la copertura.

L'ulteriore ricerca non ha permesso di inserire nuove prove, ma grazie a quelle realizzate "*ex novo*" a corredo del presente studio, concentrate negli ambiti di interesse, è stato possibile acquisire una sufficiente conoscenza del modello simo-stratigrafico dell'areale in oggetto.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmazzola (PR)

Le indagini in sito di nuova realizzazione con le relative rappresentazioni grafiche, suddivise per tipologia sono contenute rispettivamente all'interno dell'*Allegato 1* e ubicate come descritto nelle precedenti *Figg. 2, 3, 4 e 5*.

All'interno degli elaborati grafici, sono state distinte le prove in base alla tipologia, in:

- Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT);
- Prova penetrometrica dinamica super pesante;
- Prova penetrometrica dinamica media;
- Prova penetrometrica dinamica in foro (SPT);
- sondaggio a carotaggio continuo (distinguendo se intercetta o meno il substrato);
- Trincea o pozzetto esplorativo;
- stazione microtremore a stazione singola
- MASW
- SASW

come raffigurato nella legenda riportata in *Fig. 6*.

Indagini

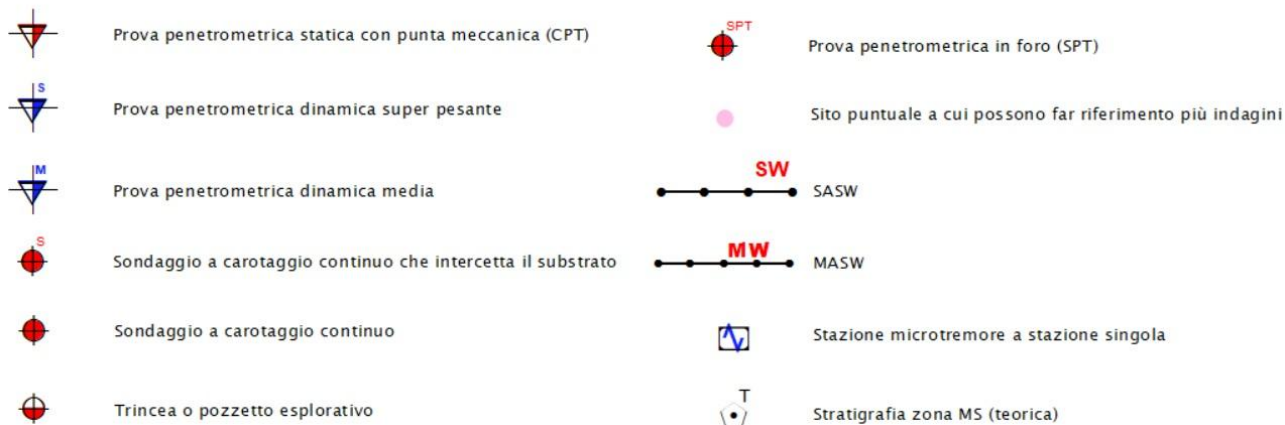


FIG. 6 – RAPPRESENTAZIONE DELLA LEGENDA DELLA CARTA DELLE INDAGINI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola (PR)

Oltre alle rappresentazioni suddette è stato inserito in carta un ulteriore simbolo che raggruppa tutti quei siti ai quali è associata più di un'indagine. Nelle carte allegate (*Cfr. Elaborato 1a e 1b*) sono indicate anche le indagini esterne al perimetro del territorio urbanizzato e urbanizzabile ricadente negli ambiti di studio, ove sono state concentrate le analisi, ma ugualmente utili a definirne le caratteristiche litostratigrafiche.

In *Tab. 1* vengono riportati il numero e la tipologia di indagini presenti sul territorio, acquisite mediante la ricerca condotta presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale o riprese dal database del Servizio Geologico Regionale e da altre fonti bibliografiche.

Tipologia di prova	Indagini provenienti da precedente studio di 2° livello	Indagini di nuova esecuzione o reperite in archivio a seguito dello Studio di I° e II° Livello	Totale
Prova penetrometrica con punta meccanica CPT	14	-	14
Prova penetrometrica dinamica pesante	18	3	21
Prova penetrometrica dinamica super - pesante	22	11	33
Sondaggio a carotaggio continuo	1	-	1
Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato	7	2	9
Trincea o pozzetto esplorativo	19	2	21
Misura microtremore a stazione singola	59	6	65
REMI	1	-	1
MASW	32	6	38
SASW	12	1	13

TAB. 1 – RIEPILOGO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESENTI SUL TERRITORIO COMUNALE

4.2 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica

Contiene le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche e idrogeologiche) derivate da elaborati esistenti, da indagini geognostiche pregresse e di nuova realizzazione.

Questi dati hanno consentito di definire il modello geologico del sottosuolo e sono risultate funzionali alla realizzazione delle carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica, che saranno esposte nel successivo *paragrafo 4.3*.

Per la stesura della Carta geologico-tecnica, si è fatto riferimento, in particolare, alla seguente documentazione, opportunamente verificata mediante sopralluoghi di campagna:

- *“Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna”. Sezione 215060 “Rezzoaglio” e Sezione 215100 “Monte Penna”, alla scala 1:10.000, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna*
- *“Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna”. Tavola n° 198SE, 198SO e 216NE e 216NW, alla scala 1:25.000, e Sezioni 198140, 198150, 198160, 216020, 216030, 216040, 216070 e 216080 alla scala 1:10.000, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna;*
- *“Carta del dissesto” da Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Parma”. Sezioni 198140, 198150, 198160, 216020, 216030, 216040, 216070 e 216080, alla scala 1:10.000. Servizio di Programmazione e Pianificazione Territoriale della Provincia di Parma;*
- *indagini puntuali, per la descrizione delle quali si rimanda al precedente paragrafo;*
- *Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica redatta a corredo dello Studio di Microzonazione Sismica (I° e II° Livello di approfondimento) del Comune di Valmozzola (Dott. Geol. Domenico Bianco, 2023).*

Gli elaborati in oggetto costituiscono un aggiornamento di quelli precedentemente realizzati per gli studi di microzonazione di I° e II° livello. La riproposizione di tale cartografia di analisi risulta necessaria, innanzitutto a seguito delle variazioni di codifica e classificazione di categorie descrittive del substrato geologico introdotti dai più recenti *standard*. Inoltre, è stata verificata la presenza di possibili aggiornamenti della Carta del dissesto della Provincia di Parma che possono aver interessato alcuni corpi detritici. Per quel che concerne le aree studiate, sono state inserite le codifiche contenute nei relativi *standard* versione 4.2, ai quali si rimanda per un'adeguata descrizione.

Ciascuna unità litotecnica è stata identificata da un codice unico nel caso del substrato, mentre per le coperture, ivi rappresentate esclusivamente da depositi alluvionali, è stato impiegato un codice multiplo che individua sia le caratteristiche tessiturali che l'ambiente genetico-deposizionale, come illustrato dai simboli e dai codici riportati in *Fig. 7*.

Sulla base delle fonti informative consultate, e in accordo con gli *standard* di rappresentazione definiti dagli *SRAI*, le unità geologico-litotecniche sono state distinte tra terreni di copertura (cartografati quando presentano uno spessore minimo maggiore di 3 m) e substrato geologico che, nelle zone di studio, risultano sia di tipo non rigido (caratterizzato da $V_s < 800$ m/s) sia di tipo rigido (caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s).

Diversamente, le coperture franose sono state raggruppate in diverse classi in relazione alla tipologia (scorrimento, colata, complessa e non definito) e al grado di attività (attiva e quiescente).

Per quel che concerne il substrato, è stato eseguito l'accorpamento di unità geologiche affini in categorie debitamente codificate, come descritto di seguito:

- **substrato lapideo (LP)**. All'interno di tale categoria è stata ricompresa l'unità *sigma - serpentiniti*.
- **alternanza di litotipi (AL)**. Includono le seguenti unità:
 - CCVb - *Complesso di Casanova - Litofacies a brecce mono e poligeniche a matrice pelitica*
 - SCBa - *Arenarie di Scabiazza - Litofacies a brecce argillose*
- **alternanza di litotipi stratificato (ALS)**. Sono presenti:
 - SCB - *Arenarie di Scabiazza*
 - CAO - *Flysch di Monte Caio*
 - RAN2 - *Formazione di Ranzano - Membro della Val Pessola*
 - MMP - *Marne di Monte Piano*
 - BEV - *Arenarie di Belvedere*
 - BARa - *Calcari e argille di Rio Baratta - Litofacies calcarenitica*
 - NIC - *Argilliti di Rio Nicola*
 - CGV - *Calcari di Groppo del Vescovo*
- **Granulare cementato (GRS)**. Comprende la formazione *ao - Arenarie ofiolitiche*
- **Coesivo sovraconsolidato fratturato/alterato (SFCO)**. Sono ricomprese:
 - SSI - *Argilliti di San Siro*
 - SSIC - *Argilliti di San Siro - litofacies marnoso calcarea*
 - APA - *Argille a Palombini*
 - BAR - *Calcari e argille di Rio Baratta*
 - AMT - *Argilliti di Mattogno*
 - NICa - *Argilliti di Rio Nicola - Litofacies pelitica*

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola (PR)

Legenda



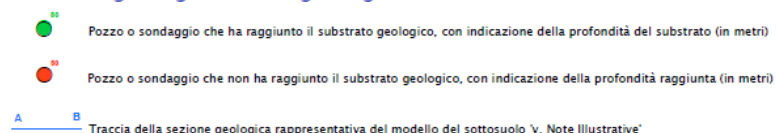
Terreni di copertura

	Terreni contenenti resti di attività antropica
	Coperture detritiche di natura eluvio-colluviale, costituite da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	Coperture detritiche di natura eluvio-colluviale costituite da argille inorganiche di media e bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	Depositi paludosi costituiti da argille inorganiche di media e bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	Depositi fluviali costituiti da ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaie e sabbie
	Depositi di conoide alluvionale costituiti da ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaie e sabbie
	Depositi di Till costituiti da ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaie e sabbie
	Depositi terrazzati costituiti da ghiaie limose, miscele di ghiaia, sabbia e limo
	Depositi detritici di falda costituiti da ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie

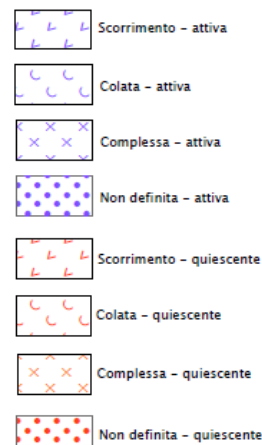
Substrato geologico

	Alternanza di litotipi, stratificato
	Alternanza di litotipi
	Lapideo
	Granulare cementato stratificato
	Coesivo sovraconsolidato fratturato o alterato

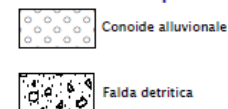
Elementi geologici ed idrogeologici



Instabilità di versante



Forme di superficie e sepolte



Elementi tettonico-strutturali

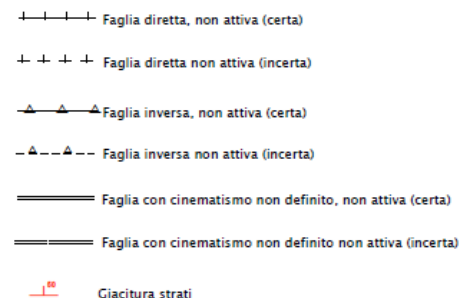


FIG. 7 – LEGENDA DELLE CARTE GEOLOGICO-TECNICHE PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nelle Carte geologico-tecniche per la microzonazione sismica (*Elaborati 2a e 2b*) sono stati indicati anche gli elementi tettonico-strutturali, quali giaciture degli strati e le forme di superficie (ad es.: conoide alluvionale), tutti fattori che possono modificare il moto sismico.

La scala di rilevamento e di rappresentazione è 1:10.000.

Nei successivi paragrafi verrà sinteticamente descritto l'assetto litostratimetrico che caratterizza gli ambiti oggetto di approfondimento.

A_1. Mormorola (Sede Comunale)

Il Capoluogo si colloca a mezza costa su di un versante in destra idrografica del torrente Mozzola. Sul medesimo pendio a breve distanza, si trova l'abitato di Groppo San Siro, ricompreso negli ambiti del presente studio.

Gran parte del pendio risulta ricoperto da coperture detritiche (detrito di versante, corpi franosi) in virtù dell'elevata componente argillosa delle formazioni rocciose presenti (*Cfr. Fig. 8*).

In particolare, l'areale del capoluogo ricade al di sopra di depositi detritici di versante codificati come *MLec*. I dati stratigrafici raccolti hanno consentito di stimare che, in tali zone, i depositi di copertura presentano spessori variabili da 5 a 10 metri.

Verso il confine orientale, l'ambito è lambito da fenomeni franosi prevalentemente di tipo quiescente, solo in parte riattivati, alimentati da diversi collettori laterali che si sviluppano sino a raggiungere il torrente Mozzola.

In alcune porzioni marginali dell'ambito poste nella porzione di valle, si evidenzia la presenza di un substrato geologico di tipo *Alternanze di Litotipi (AL)*.

La situazione dell'area di Groppo San Siro risulta più variegata: da monte verso valle si osserva il passaggio da un substrato di tipo *SFCO* (unità caratterizzate da un elevato grado di fratturazione e alterazione), a terreni con *Alternanze di Litotipi (AL)*, sino ad un substrato di tipo *lapideo (LP)*, costituito da rocce serpentinitiche, molto compatte e coerenti, come manifestato da scarpate d'erosione ad elevata acclività.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

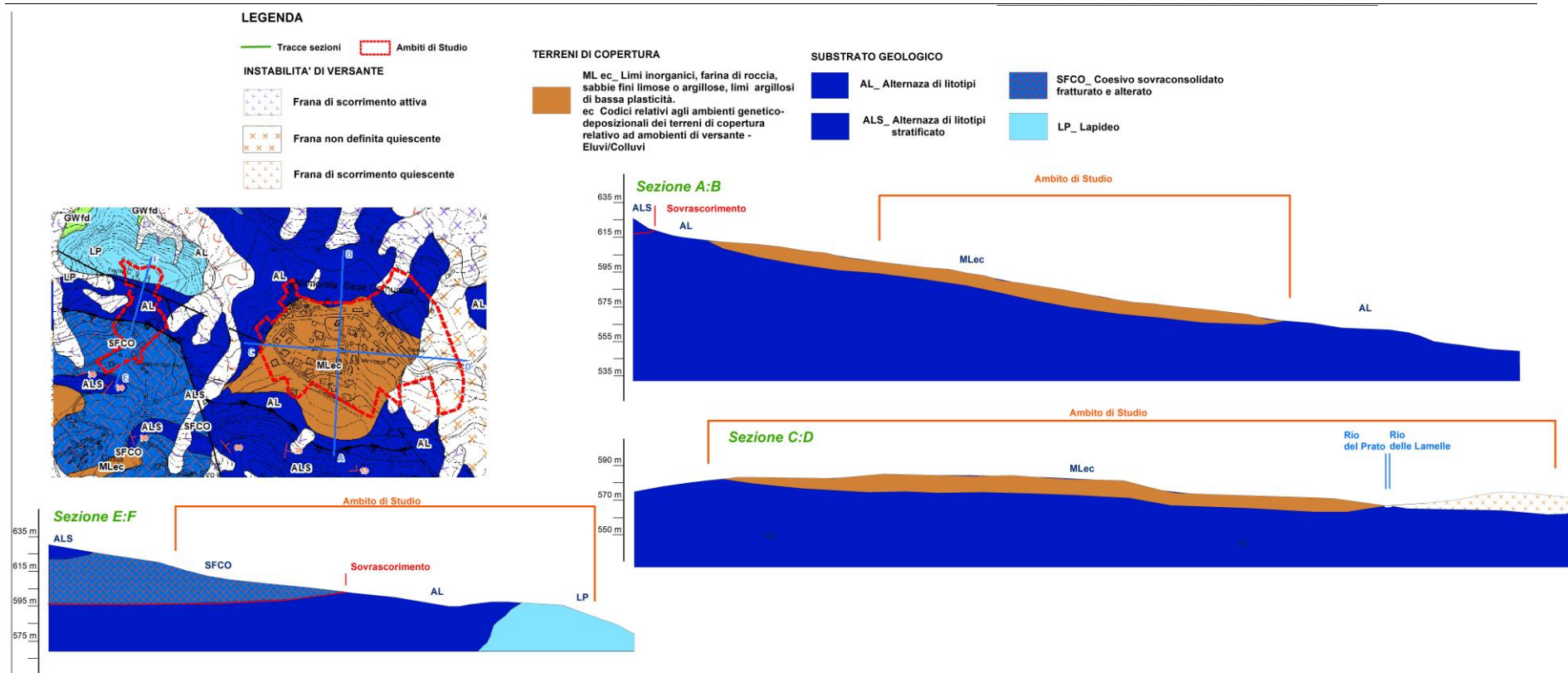


FIG. 8 – SEZIONI GEOLOGICHE A MORMOROLA (SEDE COMUNALE)

A_2. Pieve di Gusaliggio

Tale ambito, si localizza sul versante opposto rispetto al capoluogo comunale, al di sopra di una piccola dorsale morfologica.

Proprio a causa di tale posizionamento, l'area mostra il subaffioramento di un substrato del tipo ad *Alternanza di Litotipi (AL)*. Talora, laddove le pendenze del pendio tendono a diminuire, lo spessore delle coperture detritiche, prodotte in sito a causa di processi erosivi sulle unità rocciose, aumenta e conseguente si osserva la presenza di depositi di tipo *MLec*.

Da un punto di vista geomorfologico, le aree mostrano una certa stabilità, i fenomeni gravitativi si concentrano al di fuori dell'ambito, nelle aree immediatamente a ridosso dei corsi d'acqua principali.

La sezione riportata in *Fig. 9* raffigura parzialmente quanto sopradescritto.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

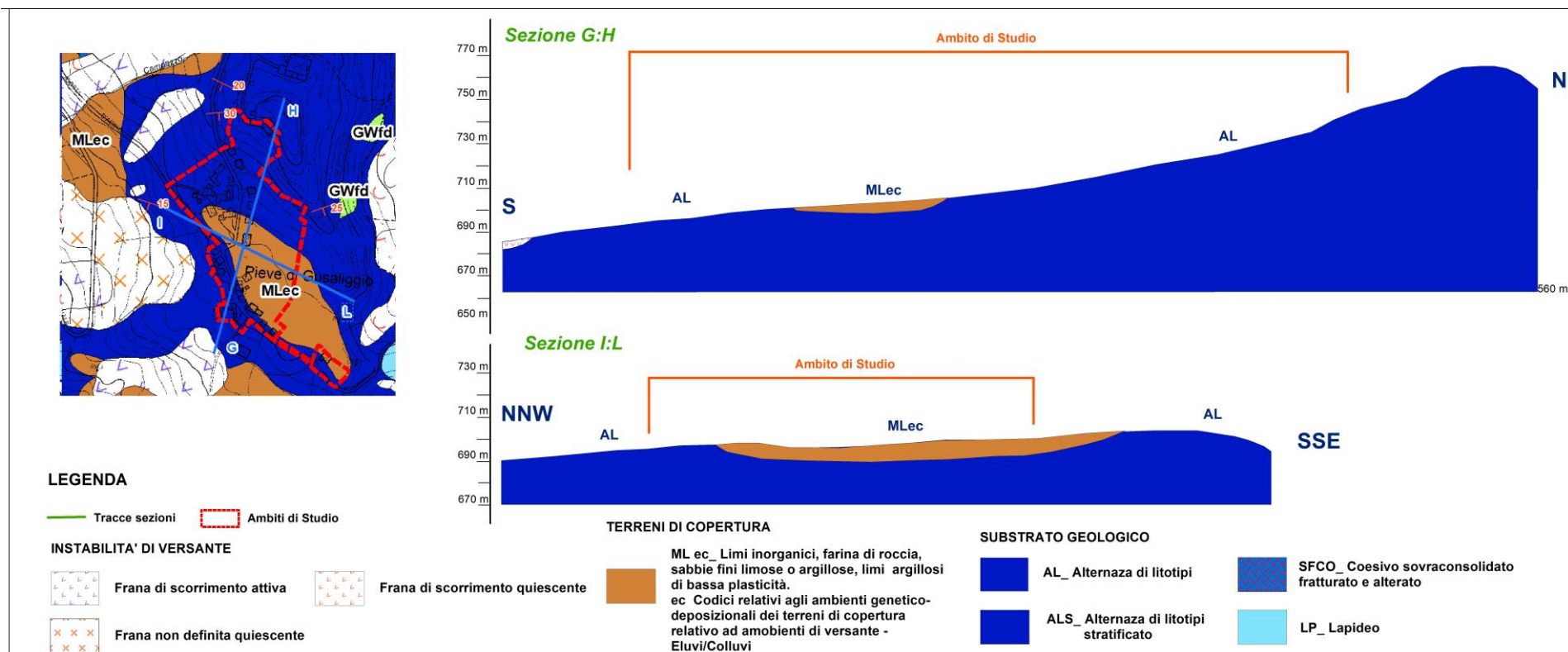


FIG. 9 – SEZIONE GEOLOGICA IN LOCALITÀ PIEVE DI GUSALIGGIO

A_3. Valmozzola Stazione

Il centro abitato di Valmozzola Stazione si localizza in vicinanza della zona di confluenza del T. Mozzola nel Fiume Taro.

La porzione di ambito prospiciente il F. Taro è contraddistinta da depositi di origine alluvionale terrazzati, costituiti da ghiaie prevalenti in matrice sabbioso-limosa in percentuale variabile.

Allontanandosi dal corso d'acqua, verso il confine settentrionale, a monte della strada provinciale, si denota il subaffioramento di un substrato di tipo ad Alternanza di Litotipi Stratificati (*ALS*). Talora, laddove le pendenze del pendio diminuiscono e contestualmente aumenta lo spessore delle coperture detritiche prodotte in sito a causa di processi erosivi sulle unità rocciose, si rilevano depositi di tipo *MLec*.

Verso sud si concentrano i principali fenomeni gravitativi, anche per effetto della maggiore azione erosiva esercitata dal F. Taro che non permette la costituzione di una zona di accumulo stabile, documentata dal restringimento o alla totale scomparsa dei depositi terrazzati.

A_4. Campo sportivo di Pieve di Gusaliggio

Il campo sportivo di Pieve di Gusaliggio è ricavato interamente all'interno di corpi rocciosi appartenenti a formazioni geologiche riconducibili alla classe di substrato *ALS* (*Alternanza di Litotipi Stratificati*).

In direzione sud-occidentale si osserva il passaggio a formazioni geologiche maggiormente fratturate ed alterate del tipo *SFCO*.

I corpi franosi si localizzano al di fuori del sito, più frequentemente in prossimità delle zone di contatto tra le diverse unità geologiche.

Nel complesso le due tavole cartografiche che hanno raffigurato l'assetto geologico-tecnico del Comune di Valmozzola non hanno subite modifiche sostanziali rispetto a quanto anticipato dagli studi di microzonazione sismica di I° e II° Livello di approfondimento.

4.3 Carta delle frequenze naturali dei terreni

Sulla base dei dati tomografici disponibili, sia pregressi, sia di nuova acquisizione, è stata redatta la Carta delle frequenze naturali dei terreni, sempre a scala 1:5.000. In questa carta, sono stati riportati tutti i punti di misura ricadenti negli ambiti oggetto di approfondimenti di III° Livello e nelle immediate vicinanze e comunque utili a definire il modello geologico sismico dell'area di studio, con associati i risultati delle singole prove. In particolare, per ogni punto di indagine sono stati indicati ed evidenziati il valore *F* del picco significativo con ampiezza massima a maggior frequenza e, se presenti, i picchi significativi secondari (*F1*, *F2*, ...), progressivamente meno evidenti del primo con frequenza caratteristica *F*. Sono stati tralasciati i picchi con frequenze superiori ai 20 Hz, in quanto di scarso significato ai fini del presente studio.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmazzola

Gli indirizzi tecnici a cui si è fatto riferimento per la redazione delle Carte delle frequenze prescrivono, per rendere graficamente più evidenti le variazioni in relazione alla posizione, di utilizzare colorazioni differenti per distinguere le prove a seconda della frequenza principale ottenuta, definendo le seguenti classi:

- $F \leq 0,6 \text{ Hz}$
- $0,6 \text{ Hz} < F \leq 1 \text{ Hz}$
- $1 \text{ Hz} < F \leq 2 \text{ Hz}$
- $2 \text{ Hz} < F \leq 8 \text{ Hz}$
- $F > 8 \text{ Hz}$

Inoltre, sono state utilizzate simbologie diverse a seconda che la prova sia caratterizzata, in corrispondenza della frequenza principale, da un contrasto di impedenza elevato ($H/V \geq 3$), moderato ($2 \leq H/V < 3$), basso ($1,5 \leq H/V < 2$) e assente ($H/V < 1,5$) (Cfr. Fig. 10).

Legenda



Area oggetto di studio



Confine comunale

FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI

Classi di frequenza (Hz)	
Nessun picco significativo	
$f \leq 0,6 \text{ Hz}$	
$0,6 \text{ Hz} < f \leq 1 \text{ Hz}$	
$1 \text{ Hz} < f \leq 2 \text{ Hz}$	
$2 \text{ Hz} < f \leq 8 \text{ Hz}$	
$f > 8 \text{ Hz}$	

FREQUENZA PRINCIPALE E RELATIVO VALORE (Hz)

- 8 Ampiezza picco $\text{HSVR} \geq 3$
Contrasto impedenza elevato
- 8 Ampiezza picco $2 \leq \text{HSVR} < 3$
Contrasto impedenza moderato
- 8 Ampiezza picco $1,5 \leq \text{HSVR} < 2$
Contrasto impedenza basso
- 8 Ampiezza picco $\text{HSVR} < 1,5$
Assenza significativi contrasti impedenza
- 8 FREQUENZA SECONDARIA (QUANDO PRESENTE)
E RELATIVO VALORE (Hz)

FIG. 10 - STRALCIO DA LEGENDA DELLA CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

A_1. Mormorola – Sede Comunale

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa dei risultati delle prove tromografiche eseguite nell'ambito Mormorola - Capoluogo, specificando, per ciascuna di esse, frequenza e ampiezza dei picchi principali e secondari, oltre all'ubicazione e le caratteristiche geologiche:

prova	ubicazione	caratteristiche geologico - stratigrafiche	picco principale F		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034044P52HVSR59	Mormorola sede comunale	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	0,6	5	5,4	3,2
034044P53HVSR60	Mormorola sede comunale	Substrato non rigido di tipo GRS, ALS e AL ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	0,5	5,6	2,8	3
034044P54HVSR61	Mormorola sede comunale	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	7,4	5,3		
034044P55HVSR62	Mormorola sede comunale	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	0,5	5,7	9,5	4
034044P56HVSR63	Mormorola sede comunale	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	0,6	3,7		
034044P59HVSR66	Mormorola sede comunale	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	1,3	3,4	7,9	3
034044P57HVSR64	Gropo S. Siro	substrato non rigido fratturato e alterato ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	1,5	3,9	0,7	3,9
034044P58HVSR65	Gropo S. Siro	Substrato lapideo affiorante	10,4	7,2	1,6	3,2

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

prova	ubicazione	caratteristiche geologico - stratigrafiche	picco principale F		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034044P80HVSR97	Mormorola sede comunale	Substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	4,1	3,7	0,7	2,9
034044P81HVSR98	Mormorola sede comunale	Corpo di frana, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri, costituito da elementi litoidi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, impostato su substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s)	0,6	2,5	8	2,4

A_2. Pieve di Gusaliggio

Allo stesso modo, anche per l'ambito Valmozzola Stazione sono state elencate le informazioni sulle caratteristiche delle frequenze desunte dalle prove HVSR:

prova	ubicazione	caratteristiche geologico - stratigrafiche	picco principale F		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034044P47HVSR54	Pieve di Gusaliggio	substrato non rigido di tipo GRS, ALS e AL ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	0,5	3,4		
034044P48HVSR55	Pieve di Gusaliggio	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	0,6	3,1		
034044P49HVSR56	Pieve di Gusaliggio	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	0,7	3,2		
034044P50HVSR57	Pieve di Gusaliggio	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri	0,6	3,1		
034044P51HVSR58	Pieve di Gusaliggio	substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) di tipo GRS, ALS e AL ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	0,7	2,7		

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

prova	ubicazione	caratteristiche geologico - stratigrafiche	picco principale F		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034044P82HVS99	Pieve di Gusaliggio	Substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) di tipo GRS, ALS e AL ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	8,5	2,6		
034044P83HVS910	Pieve di Gusaliggio	substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) di tipo GRS, ALS e AL ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	8,4	2,5	0,5	2,4

A_3. Valmozzola Stazione

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle frequenze per Valmozzola Stazione:

prova	ubicazione	caratteristiche geologico - stratigrafiche	picco principale F		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034044P75HVS92	Valmozzola Stazione	Substrato non rigido ricoperto da depositi di origine alluvionale, a granulometria prevalentemente ghiaiosa, di spessore medio pari a 10 metri	7,4	2,8		
034044P76HVS93	Bondi	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi franosi di spessore medio variabile pari a circa 5 metri	0,5	2,7		
034044P77HVS94	Valmozzola Stazione	Substrato non rigido ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio di circa 5 metri	0,6	2,5		
034044P79HVS96	Valmozzola Stazione	substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) di tipo GRS, ALS e AL ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	0,5	2,3	13,5	2,1

A_4. Campo Sportivo Pieve di Gusaliggio

Infine si riporta la tabella riepilogativa dell'Ambito Campo Sportivo Pieve di Gusaliggio, specificando, per ciascuna di esse, frequenza e ampiezza dei picchi principali e secondari, oltre all'ubicazione e le caratteristiche geologiche

prova	ubicazione	caratteristiche geologico - stratigrafiche	picco principale F		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034044P78HVSR95	Campo Sportivo Pieve di Gusaliggio	substrato non rigido di tipo GRS, ALS e AL ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3 metri	0,5	3,3		

L'esame dei valori di frequenza del picco principale non sempre evidenzia una buona correlazione con le caratteristiche stratigrafiche delle zone in cui è stato suddiviso l'areale oggetto di studio. Tali anomalie possono essere imputabili alla complessità litologica e strutturale dei terreni interessati e alla non sufficiente conoscenza degli stessi o a problematiche di acquisizione di tipo ambientale (traffico, vento ecc..), che hanno inquinato o alterato il dato.

Gli elaborati cartografici prodotti e proposti sono quindi una sintesi ragionata, ottenuta pesando e valutando il dato strumentale emerso dalle prove tromografiche e le conoscenze geologiche e stratigrafiche dell'area (derivate dalle indagini geognostiche raccolte e dall'esperienza acquisita sul territorio). In taluni casi quindi si è privilegiato il dato emerso dalle indagini HVSR, mentre in altri, dove esso appariva non reale e attendibile, si è preferito privilegiare l'interpretazione geologico – stratigrafica.

Sulla base dell'esame delle tabelle sopra esposte si possono formulare le seguenti osservazioni:

- mediamente si registrano picchi con elevati contrasti di impedenza ($H/V > di 3$); generalmente compresi tra 3 e 6, mentre solo in corrispondenza di una prova sono emersi valori < 3 ;
- indipendentemente dalle caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, la classe di frequenze che racchiude la maggior parte dei picchi, è quella tra i 0,6 e gli 1 Hz; unicamente nell'Ambito A2 di Pieve di Gusaliggio il picco principale di frequenza varia da 0,5 hz a 0,7 hz.

Nell'Elaborato 3, viene raffigurata la rappresentazione cartografica delle frequenze naturali dei terreni.

4.4 Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), rappresenta il documento fondamentale del primo livello di approfondimento. In relazione alle indicazioni fornite dagli indirizzi regionali, la copertura territoriale ha interessato tutto il comune.

In questa cartografia il territorio in esame viene distinto a seconda dell'appartenenza ad una delle seguenti 3 categorie:

- **zone stabili.** Si tratta di zone con affioramento di un substrato rigido e morfologia pianeggiante o poco acclive, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura e in cui non sono richiesti ulteriori approfondimenti.
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.** Si tratta di aree in cui sono attese amplificazioni del moto sismico, causate dall'assetto litostratigrafico e/o morfologico locale. In queste zone sono richiesti approfondimenti di secondo livello.
- **zone suscettibili di instabilità.** Si tratta di zone nelle quali effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, quali instabilità di versante (frane attive e quiescenti), liquefazioni e densificazione. In queste zone sono richiesti approfondimenti di terzo livello.

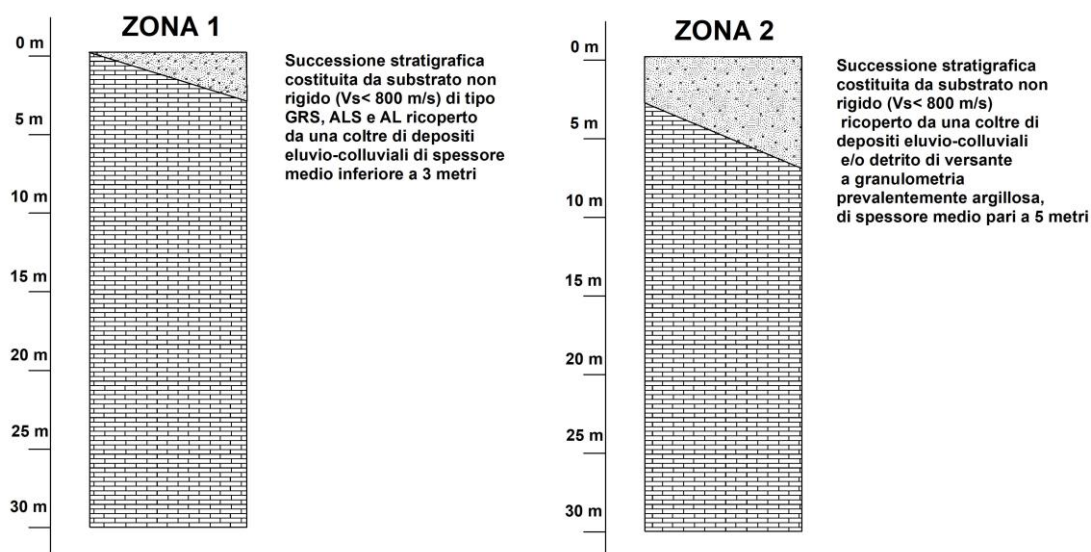
Dalla lettura delle Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (*Cfr. Elaborati 4a e 4b*) si osserva che, all'interno del Comune di Valmozzola, si individuano unicamente le Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali raggruppate nelle seguenti microzone omogenee in funzione del differente profilo stratigrafico, descritto di seguito e raffigurato nelle colonnine stratigrafiche di *Fig. 11*:

- **Zona 1** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) di tipo lapideo GRS, ALS e AI ricoperto da depositi eluvio-colluviali di spessore medio inferiore a 3,00 m.
- **Zona 2** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio pari a 5 metri.
- **Zona 3** - Successione stratigrafica costituita da substrato rigido ($V_s > 800$ m/s) ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio pari a 5 metri
- **Zona 4** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

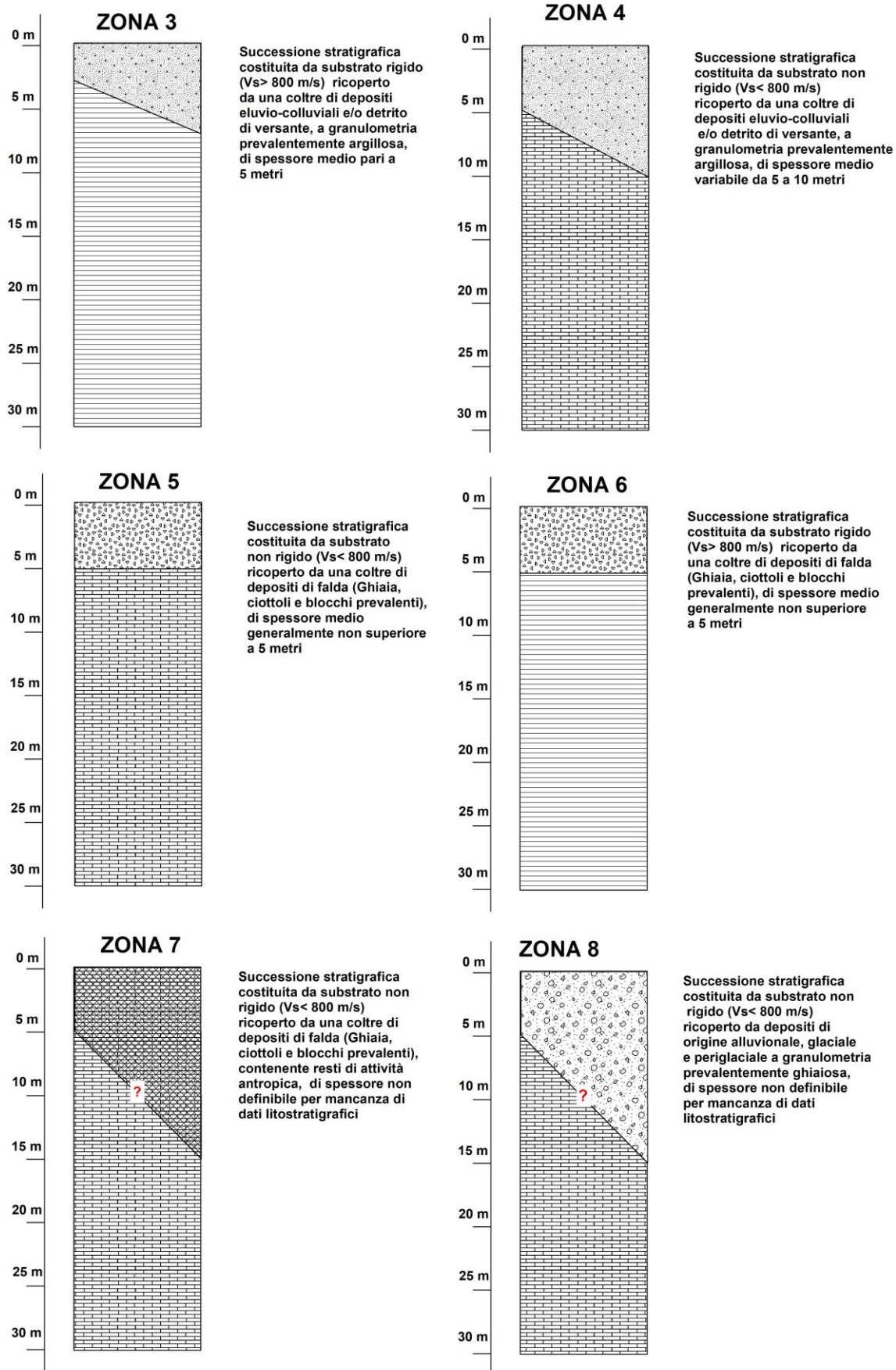
Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmazzola

- **Zona 5** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) ricoperto da una coltre di depositi di falda (Ghiaia, ciottoli e blocchi prevalenti), di spessore medio generalmente non superiore ai 5 metri.
- **Zona 6** - Successione stratigrafica costituita da substrato rigido ($V_s > 800$ m/s) ricoperto da una coltre di depositi di falda (Ghiaia, ciottoli e blocchi prevalenti), di spessore medio generalmente non superiore ai 5 metri.
- **Zona 7** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) ricoperto da una coltre di depositi di falda, contenenti resti di attività antropica, (Ghiaia, ciottoli e blocchi prevalenti), di spessore non definibile per mancanza di dati litostratigrafici
- **Zona 8** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) ricoperto da depositi di origine alluvionale, glaciale e periglaciale, a granulometria prevalentemente ghiaiosa, di spessore non definibile per mancanza di dati litostratigrafici
- **Zona 9** - Successione stratigrafica costituita da substrato rigido ($V_s > 800$ m/s) ricoperto da depositi di origine alluvionale, glaciale e periglaciale, a granulometria prevalentemente ghiaiosa, di spessore non definibile per mancanza di dati litostratigrafici
- **Zona 10** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s) ricoperto da depositi di origine palustre, a granulometria prevalentemente limosa e argillosa, di spessore non definibile per mancanza di dati litostratigrafici
- **Zona 11** - Successione stratigrafica costituita da substrato rigido ($V_s > 800$ m/s) ricoperto da depositi eluvio-colluviali, di spessore medio pari a 5 metri
- **Zona 99** - Successione stratigrafica costituita da substrato rigido ($V_s > 800$ m/s) fratturato e alterato ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali di spessore medio pari a 25 metri.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

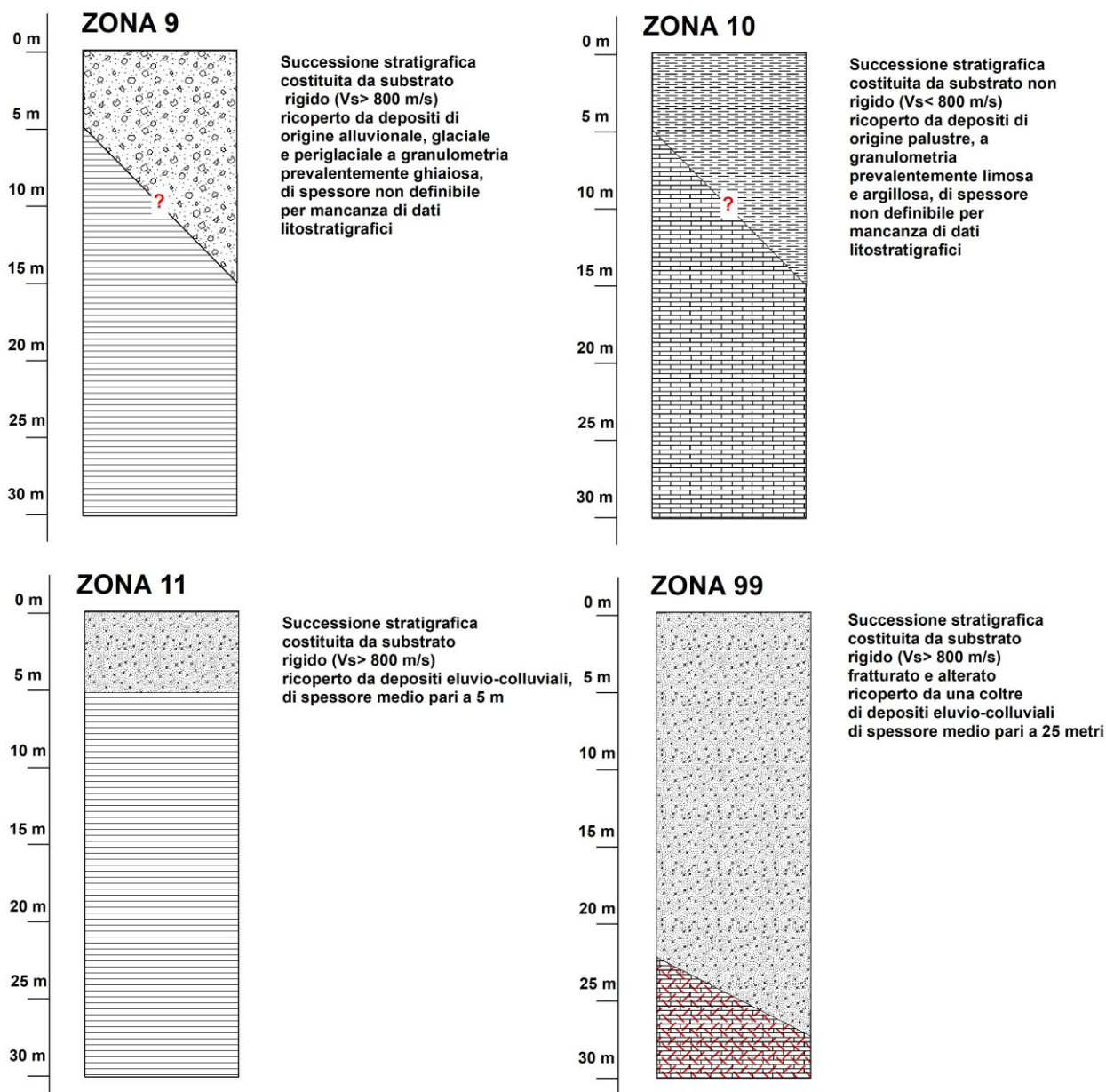


FIG. 11 – COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE SINTETICHE, RAPPRESENTATIVE DELLE MICROZONE INDIVIDUATE NELLO STUDIO

Sempre nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica sono state raffigurate anche tre Zone di attenzione per instabilità di versante (Cfr. Fig. 12):

- **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 12**, corrisponde a corpi di frana, di spessore medio variabile da 5 a 10 metri, costituito da elementi litoidi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, impostato su substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s).
- **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 13**, corpo di frana, di spessore non definibile per mancanza di dati litostratigrafici, impostato su substrato non rigido ($V_s < 800$ m/s).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmazzola

• **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 14**, corpo di frana, di spessore non definibile per mancanza di dati litostratigrafici, impostato su substrato rigido ($V_s > 800$ m/s).

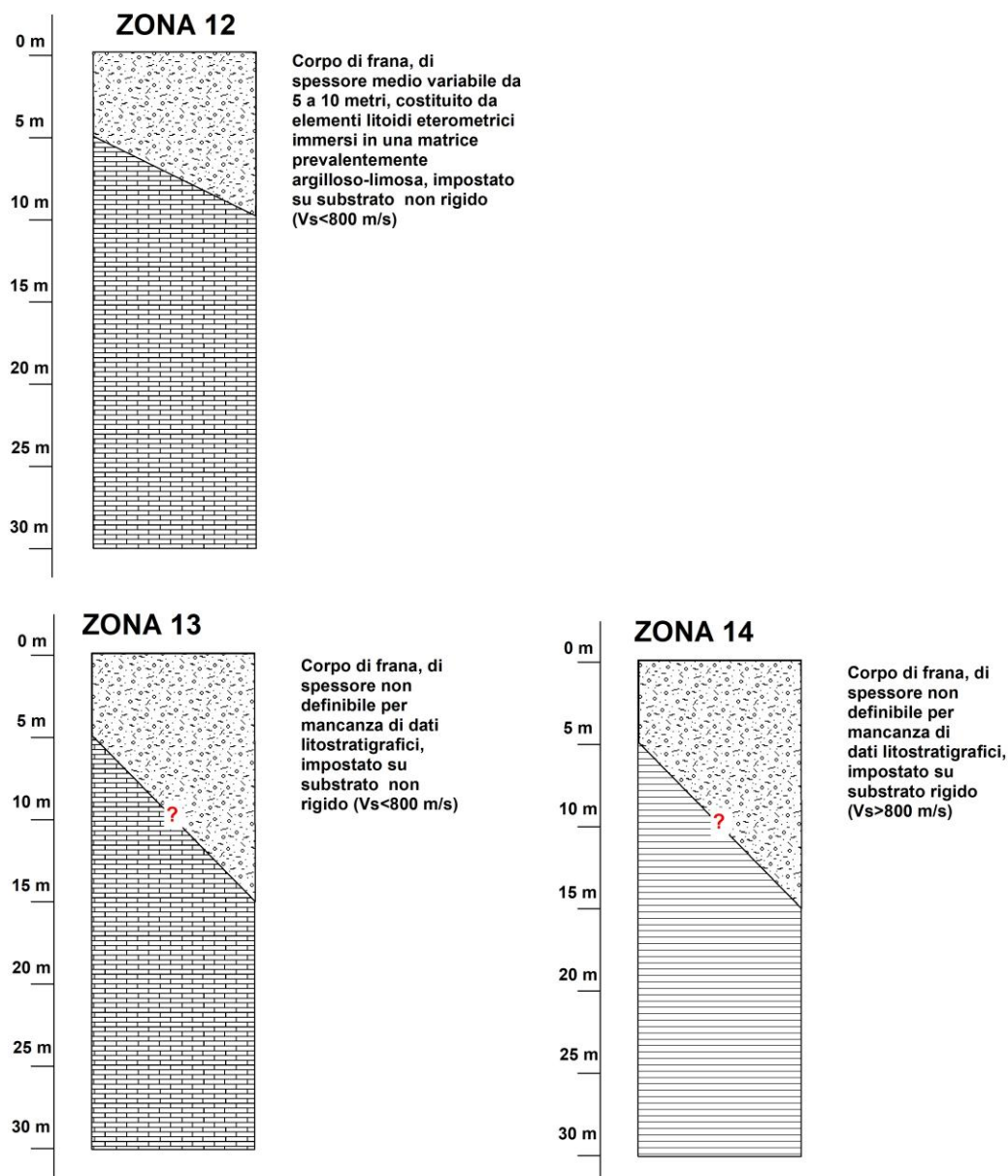


FIG. 12 – COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE SINTETICHE, RAPPRESENTATIVE DELLE MICROZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ DI VERSANTE

4.1 Carte delle velocità delle onde di taglio S

In ottemperanza ai riferimenti tecnici citati nelle premesse, sono state redatte per tutte le aree oggetto di studio delle *Carte delle velocità delle onde di taglio S* (V_s).

In tali elaborati sono ubicati tutti i punti di misura, distinguendoli a seconda della tipologia di prova effettuata (*prova tromografica, MASW e HS/SASW*) e indicando il corrispondente valore di V_{s30} o di V_{sH} (in m/s), dove:

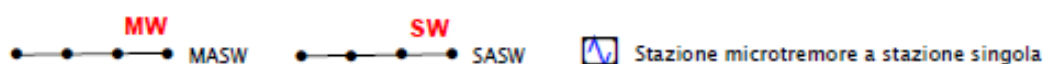
$$V_{sH} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

H = spessore totale (in metri) dei terreni di copertura o profondità del *bedrock*
 h_i = spessore (in metri) dello strato i -esimo (fino al *bedrock*)
 V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino al *bedrock*);

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

h_i = spessore (in metri) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m);
 V_{s_i} = velocità (in m/s) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m).

A riguardo, va chiarito che, si è indicato V_{sH} quando la profondità H da p.c. (anch'essa rappresentata nelle carte) del contrasto di velocità più significativo individuato dalle prove è risultata compresa tra 3 e 50 m, mentre, per profondità inferiori a 3 m o superiori a 50 m è stato riportato il valore di V_{s30} .



8	H	Profondità (m) da p.c. del contrasto di velocità più significativo, riconducibile all'interfaccia terreni di "copertura" / "substrato rigido" ($V_s \geq 800$ m/s) o "non rigido" ($V_s < 800$ m/s) sottostante.
250	VSH	Velocità V_s (m/s) delle onde di taglio S dei terreni di "copertura" sovrastanti al "substrato rigido" ($V_s \geq 800$ m/s) o "non rigido" ($V_s < 800$ m/s).
450	VS30	Velocità V_s (m/s) delle onde di taglio S nei primi 30 m di terreno

FIG. 13 – LEGENDA DELLE CARTE DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S (V_s)

Nei successivi paragrafi vengono riportati i risultati a cui si è pervenuti nei quattro ambiti oggetto di studio.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

A_1. Mormorola (Sede Comunale)

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S, relativamente all'Ambito A1_ Mormorola:

prova	V_{S_H} (m/s) - H (m)	V_{S₃₀} (m/s)
034044P52HVS59	248 – 10,3	-
034044P53HVS60	271 - 10	-
034044P54HVS61	273 – 11,3	-
034044P55HVS62	367 – 13,1	-
034044P57HVS64	385 - 7	-
034044P58HVS65	184 - 6	-
034044P59HVS66	251 – 7,1	-
034044L3MASW3	185 – 3,89	-
034044L14MASW14	248 – 10,3	-
034044L15SASW15	454 – 8,8	-
034044L16SASW16	271 - 10	-
034044L17SASW17	273 – 11,3	-
034044L18SASW18	367 – 13,1	-
034044L19SASW19	385 - 7	-
034044L20MASW20	184 - 6	-
034044L21MASW21	251 – 7,1	-
034044P80HVS97	298 – 11,9	-
034044P81HVS98	-	364
034044L26SASW26	298 – 11,9	-
034044L27SASW27		364

TAB. 2 – RISULTATI DELLE MISURE DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S. AMBITO A_1

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

A_2. Pieve di Gusaliggio

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio, per l'Ambito A_2 Pieve di Gusaliggio

prova	V _{sH} (m/s) - H (m)	V _{s30} (m/s)
034044P47HVS54	268 – 9,9	-
034044P48HVS55	311 – 14,6	-
034044P49HVS56	332 – 9,3	-
034044P51HVS58	283 – 5,4	-
034044L10MASW10	268 – 9,9	-
034044L11MASW11	311 – 14,6	-
034044L12SASW12	332 – 9,3	-
034044L13SASW13	283 – 5,4	-
034044L28SASW28	336 – 7,8	-
034044P83HVS100	336 – 7,8	-

TAB. 3 – RISULTATI DELLE MISURE DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S. AMBITO A_2

A_3. Valmozzola Stazione

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio, per l'abitato di Valmozzola Stazione:

prova	V _{sH} (m/s) - H (m)	V _{s30} (m/s)
034044P75HVS92	355 - 16	-
034044P76HVS93	289 – 5,5	-
034044P77HVS94	337 – 5,5	-
034044L22SASW22	355 – 16	-
034044L23SASW23	289 – 5,5	-

TAB. 4 – RISULTATI DELLE MISURE DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S. AMBITO A_3

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

A_4. Campo sportivo Pieve di Gusaliggio

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio, per l'Ambito A_4 Campo Sportivo di Pieve di Gusaliggio:

prova	V _{SH} (m/s) - H (m)	V _{S30} (m/s)
034044P78HVS95	-	637
034044L24SASW24	-	637
034044L25SASW25	315 – 5,8	-
034044P79HVS96	315 – 5,8	-

TAB. 5 – RISULTATI DELLE MISURE DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S. AMBITO A_4

I risultati sopraindicati, una volta mediati ed apportate limitate correzioni a favore di sicurezza, hanno consentito di definire dei valori di V_{S30} o di V_{SH} da assumere per calcolare i fattori di amplificazione sismica nel successivo paragrafo, limitatamente alle aree ricomprese all'interno degli ambiti dedicati ad approfondimento di II° Livello.

Di seguito viene proposta una tabella riepilogativa di tali valori:

ZONA	V _{S30} (m/s)	V _{SH} (m/s)	H (m)
Zona 1	500		< 3
Zona 2		300	10
Zona 11		200	5
Zona 99		400	5

TAB. 6 – TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S DEGLI AMBITI DEL COMUNE DI VALMOZZOLA

5. APPROFONDIMENTI DI TERZO LIVELLO

5.1 Analisi di risposta sismica locale

5.1.1. Pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento

La sismicità storica del Comune di Valmozzola è stata estrapolata dal *Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15, Locati et al., 2016)*, redatto nell'ambito delle attività del *Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici"*, in cui sono stati classificati e catalogati 122.701 dati di intensità per 3.212 terremoti. I dati derivano da 185 tra studi, database, rapporti e bollettini pubblicati fino al 2016. Il numero di terremoti supportati da dati di intensità è quasi raddoppiato rispetto alla precedente versione (DBMI11 - da 1681 a 3212, pari rispettivamente al 53% e al 70% dei terremoti in catalogo) che fanno parte del *"Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (CPTI15)*.

La sismicità del territorio comunale di Valmozzola è riassunta graficamente nel diagramma di *Fig. 14*. Nella tabella di riferimento sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Oltre alla stessa intensità al sito (*I_s*), sono indicati l'anno, il mese, il giorno e l'ora in cui si è verificato, il numero dei dati puntuali d'intensità disponibili (*N_p*), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (*I_o*), e la *Magnitudo momento (M_w)*.

Secondo la zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale redatta da INGV, il Comune di Valmozzola ricade a cavallo fra la:

- **"Zona Sismogenetica 915"**, caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa. La maggior parte dei terremoti che si verificano in questa zona, avvengono a profondità comprese **tra 8 e 12 km**;
- **"Zona Sismogenetica 913"**, dove la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po), caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa, che si verificano a profondità comprese **tra 12 e 20 km**.

Consultando il sito dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>) si può accedere ad un sistema che consente di visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°.

Le mappe riportano due distinti parametri dello scuotimento:

- ***a(g)*** (*accelerazione orizzontale massima del suolo*);
- ***Se(T)*** (*Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T, in accelerazione*).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

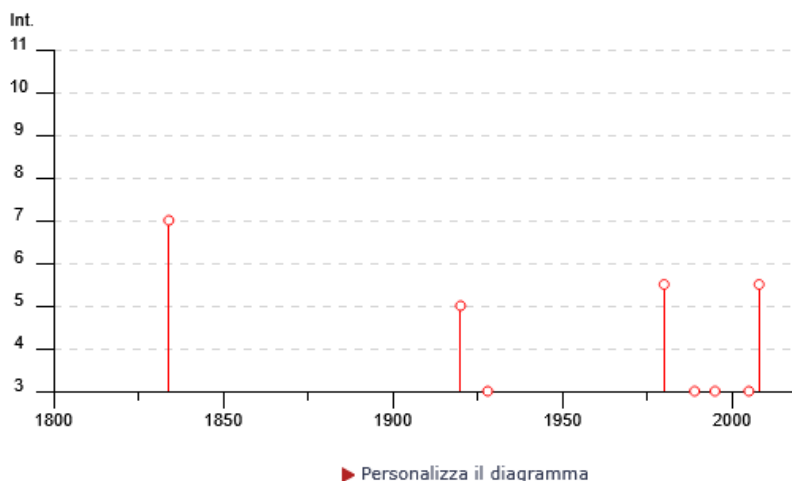
Relativamente al Comune di Valmozzola tali mappe (Cfr. Fig. 15) riportano valori congruenti con quelli di cui all'Allegato A4 della D.A.L. Regione Emilia-Romagna n° 112 del 02.05.2007, che attribuisce al Comune di Valmozzola un valore di accelerazione di picco al suolo (cioè per $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità a_{arefg} , con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) di $0.187 g$.

Dalla carta si evince che il territorio del Comune di Valmozzola ricade in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo (a_{max}) nell'intervallo compreso fra $0.150 \div 0.200 g$.

Valmozzola (Mormorola)



PlaceID IT_37000
Coordinate (lat, lon) 44.569, 9.882
Comune (ISTAT 2015) Valmozzola
Provincia Parma
Regione Emilia-Romagna
Numero di eventi riportati 12



► Personalizza il diagramma

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7		1834	02	14	13	15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5.96
5		1920	09	07	05	55 4	Garfagnana	750	10	6.53
3		1928	02	21	04	37	Alta Val di Taro	8	5	4.16
5-6		1980	12	23	12	01 0	Piacentino	69	6-7	4.57
NF		1986	12	06	17	07 1	Ferrarese	604	6	4.43
3		1989	10	03	09	41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
3		1995	03	03	16	16 4	Lunigiana	43	5	4.20
2-3		1995	10	10	06	54 2	Lunigiana	341	7	4.82
NF		2000	06	18	07	42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF		2002	11	13	10	48 0	Franciacorta	768	5	4.21
3		2005	04	18	10	59 1	Valle del Trebbia	284	4	3.97
5-6		2008	12	23	15	24 2	Parmense	291	6-7	5.36

FIG. 14. A - DIAGRAMMA DELLA STORIA SISMICA DI VALMOZZOLA, LIMITATAMENTE AI TERREMOTI CON INTENSITÀ EPICENTRALE UGUALE O SUPERIORE A 4-5; 14. B) ELENCO DEI TERREMOTI PIÙ FORTI RISENTITI NELL'AREA DI VALMOZZOLA TRA IL 1800 E IL 2011. FONTE DATI: INGV DATABASE MACROSISMICO ITALIANO 2015 - [HTTP://EMIDIUS.MI.INGV.IT/DBMI15/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/)

5.1.2. Azioni sismiche di progetto

Come richiesto da *NTC 2008* e successivo aggiornamento del 2018, per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, a partire dalla pericolosità sismica di base, si è utilizzato il software *GEOSTRU*, nella quale sono stati introdotti alcuni parametri di calcolo che solitamente sono stabiliti dal progettista strutturale.

Nel caso in esame, per ciascuna *RSL*, si è assunto:

- Classe d'uso: II;
- Coefficiente d'uso C_u : 1,0;
- Vita nominale dell'opera $V_N \geq 50$ anni;

quindi, il periodo di riferimento risulta pari a $V_R \geq 50$ anni

Il tempo di ritorno (T_R) viene determinato introducendo nell'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Dove:

V_R (definito sulla base delle caratteristiche dell'opera in progetto) è il periodo di riferimento della costruzione

P_{V_R} è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Il Periodo di riferimento della costruzione (V_R) è dato da:

$$V_R = V_N \times C_u = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni}$$

Vita nominale dell'Opera (V_N): La "Vita nominale" viene stimata in base al Tipo d'opera.

Nel caso in esame si è considerata $V_N \geq 50$ anni per "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" (come definito dalla Tab. 2.4.I del D.M. 17/01/2018 - *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*).

Coefficiente d'uso (C_u):

Il Coefficiente d'uso viene stimato in base alla Classe d'uso; con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. Le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame, per ciascuna valutazione si è considerata $C_U=1.00$ per Classe II

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per quanto riguarda le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , sono stati assunti i valori indicati nell' "Aggiornamento delle N.T.C. 2018" (Tab. 3.2.I del Paragrafo 3.2.1):

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, in funzione dei tre parametri definiti in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Vengono quindi valutate le diverse probabilità di superamento in 50 anni per periodi di ritorno variabili tra 30 e 2.475 anni.

Su ciascuna MOPS oggetto di valutazione della *Risposta Sismica Locale - RSL*, è stata determinata l'azione sismica allo "Stato Limite Ultimo di salvaguardia della Vita - SLV" con un *Tempo di Ritorno T_R di 475 Anni*, che è calcolato in funzione dei parametri sopra elencati (Classe d'uso: II; Coefficiente d'uso C_U : 1,0; Vita nominale dell'opera $V_n \geq 50$ anni).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Le microzone in approfondimento, non ricadono specificatamente nei nodi del reticolo di riferimento, pertanto i valori dei parametri a_g , F_0 , e TC^* sono stati ottenuti come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i quattro vertici.

5.1.3. Selezione dei segnali sismici di riferimento

Gli accelerogrammi utilizzati per uno studio di *RSL* dovrebbero essere rappresentativi della sismicità del sito, prendendo in considerazione alcuni parametri fondamentali quali:

- Caratteristiche sismogenetiche della sorgente (meccanismo focale);
- Magnitudo;
- Distanza epicentrale;
- Sito di registrazione (categoria di sottosuolo sismico di appartenenza, preferibilmente cat. A);
- Massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

In uno studio di *RSL* possono essere utilizzati accelerogrammi sintetici e/o accelerogrammi naturali; questi ultimi sono dotati di un più realistico contenuto in frequenze e numero di cicli, conservando le caratteristiche specifiche del sisma in termini di “*Intensità I*” nel sito di registrazione, “*Magnitudo M*” dell'evento, e “*Distanza d*” dal sito all'epicentro tramite la legge di attenuazione; per cui vengono generalmente preferiti ai primi. L'operazione che consente di stabilire quali sono i “*range*” caratteristici dei parametri sismici che concorrono alla definizione della pericolosità sismica (con metodo probabilistico) di un determinato sito, prende il nome di “*Disaggregazione*”.

Dal sito dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>), oltre alla “*Mappa di pericolosità sismica*” (Cfr. Fig. 15), per il territorio del Comune di Valmozzola, è possibile estrapolare il relativo grafico della “*Disaggregazione*” (Cfr. Fig. 16).

In particolare, dal grafico si evince che, la maggiore probabilità degli eventi, pari al 31,4% viene attribuita a terremoti di magnitudo $4,5 \div 5,0 M$, nel *range* di distanza tra 0-10 km.

Gli accelerogrammi naturali possono essere selezionati da archivi nazionali e internazionali, utilizzando:

- software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009);
- applicativi web-gis.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

I set di accelerogrammi spettro compatibili reperiti risultano in accordo con quanto indicato nelle “Norme Tecniche delle Costruzioni - NTC2008 e aggiornamento NTC2018”.

A corredo dello studio, sono stati utilizzati *n° 7 accelerogrammi* spettro compatibili estraendoli con l’ausilio dell’applicativo specifico della Regione Emilia Romagna, realizzato dalla *Fondazione EUCENTRE di Pavia* consultabile all’indirizzo <https://rer.eucentre.it/mainpage.jsp>

In Tab. 7 si riportano alcune informazioni relative agli accelerogrammi utilizzati.

Gli accelerogrammi sono quindi stati inseriti nel *software* di elaborazione per il calcolo della “LSR 2D” - Version 5.0.12 della STACEC) già opportunamente scalati rispetto al valore di *PGA* al *bedrock* attesa in sito, considerando un sottosuolo rigido affiorante di *Cat. A* e *TR* 475 anni (Fig. 17); in Fig. 18 si riportano gli spettri di *input* associati agli accelerogrammi selezionati.

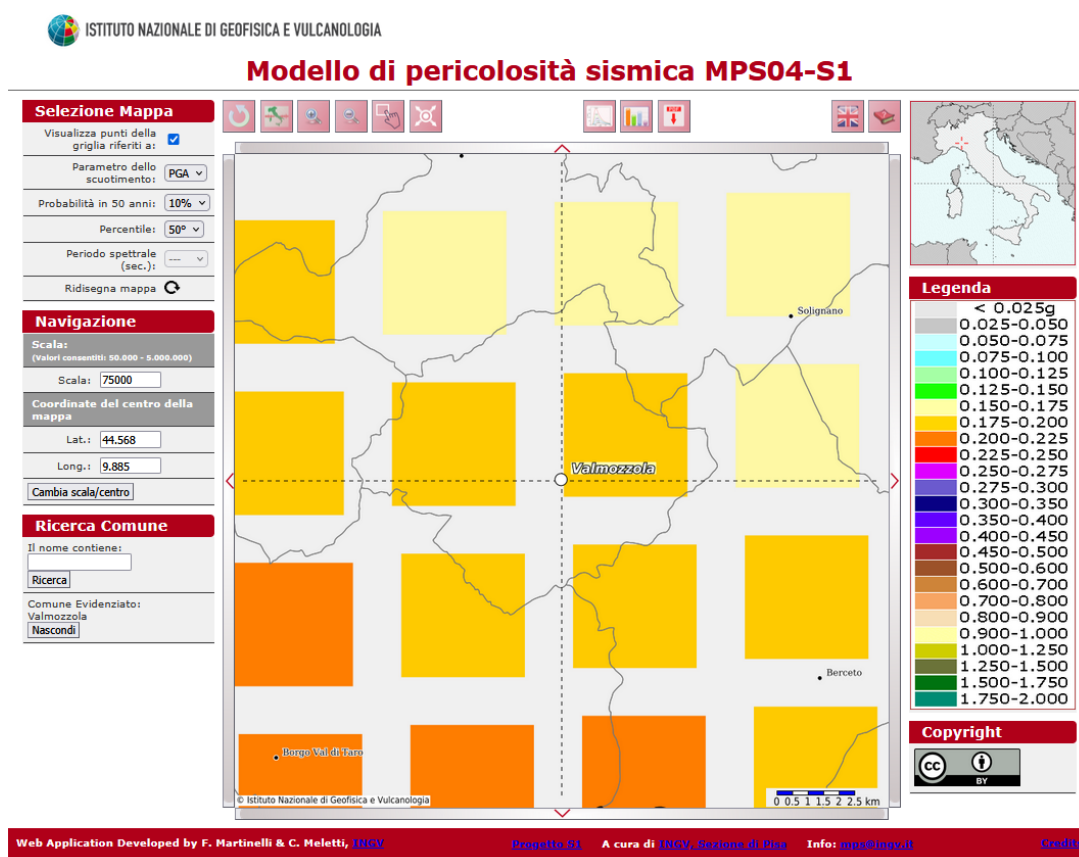


FIGURA 15 - MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA PER IL TERRITORIO DEL COMUNE DI VALMOZZOLA ESPRESSA IN TERMINI DI A(G) E PROBABILITÀ DI ECCEDENZA DEL 10% IN 50 ANNI (TR = 475 ANNI) (INGV); GLI ASSI SONO CENTRATI SUL SITO DI INTERESSE.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

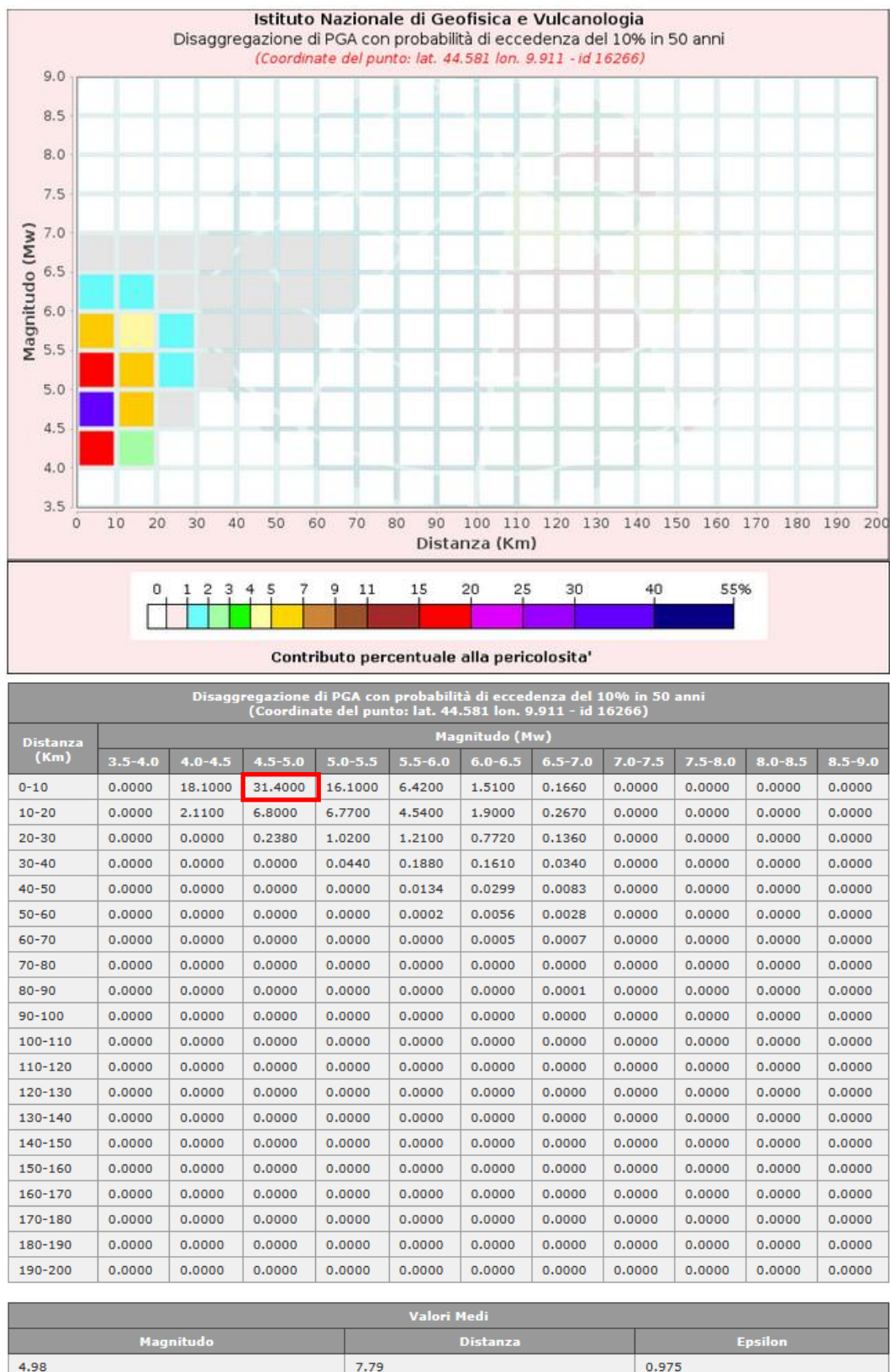


FIGURA 16: CONTRIBUTI ALLA PERICOLOSITÀ PER INTERVALLI DI MAGNITUDO E DISTANZA EPICENTRALE (INGV)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

ACCELEROGRAMMI DI INPUT ag/g = 0,187

N° progressivo accelerogramma	Magnitude (Mw)	Epic.Distance (km)	Scaling Factor %	Source	File_Name
1	6.2	29.9	2.3	ESM	EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
2	5.74	12.57	1.51	NGA	RSN146_COYOTELK_G01320.AT2
3	5.99	54.21	2.85	NGA	RSN703_WHITTIER.A_A-VAS000.AT2
4	6.93	83.53	1.68	NGA	RSN804_LOMAP_SSF205.AT2
5	6.69	38.07	1.27	NGA	RSN1091_NORTHR_VAS090.AT2
6	6.6	31	0.71	KiKnet	SMNH100010061330.EW2
7	5.9	14.4	3	ESM	IT.SLO..HGE.D.20161026.191806.C.ACC.ASC

TAB. 7 - DATASET INFORMATIVO RELATIVO AI 7 ACCELEROGRAMMI UTILIZZATI NELLO STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

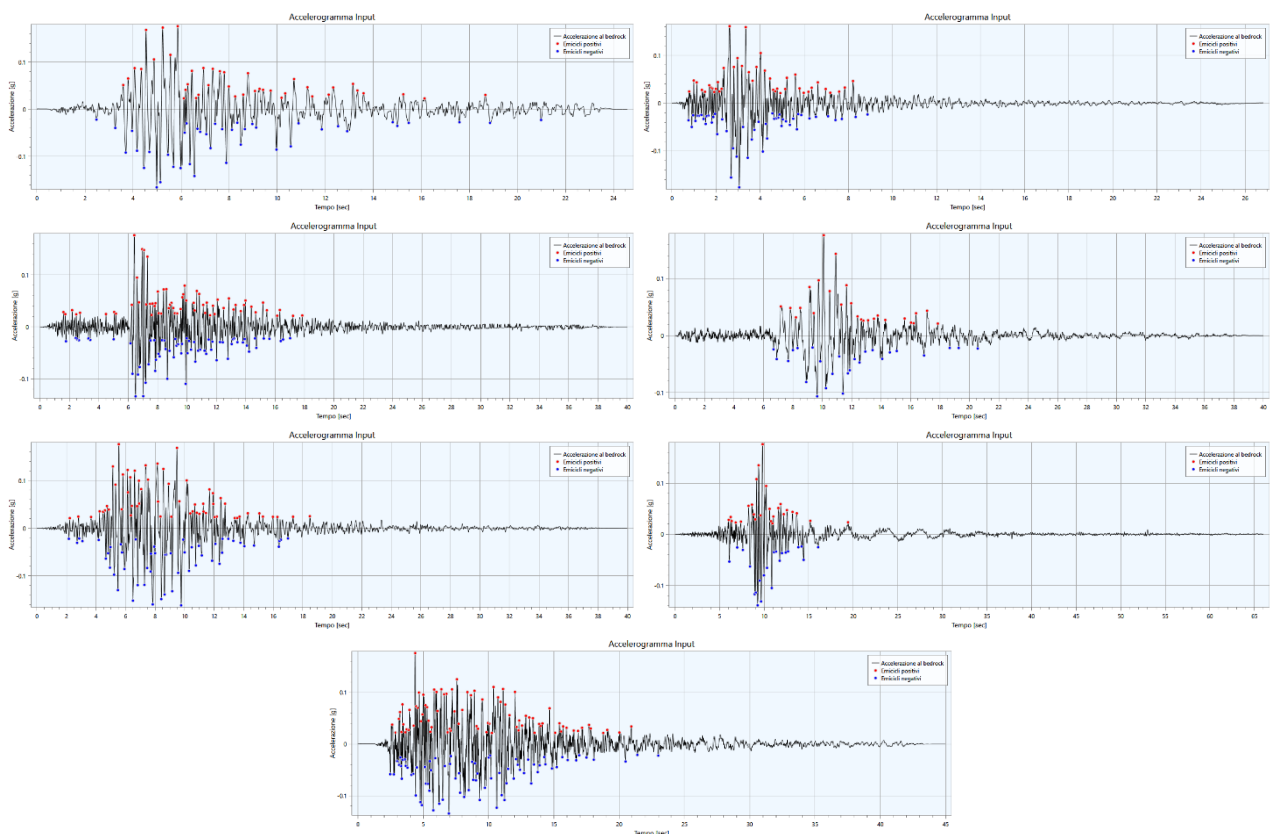


FIG. 17 - SERIE TEMPORALI ACQUISITE E RISCALATE IN FUNZIONE DELLA P.G.A. ATTESA AL BEDROCK SISMICO (SOTTOSUOLO DI CAT. A).

SPETTRI DI INPUT

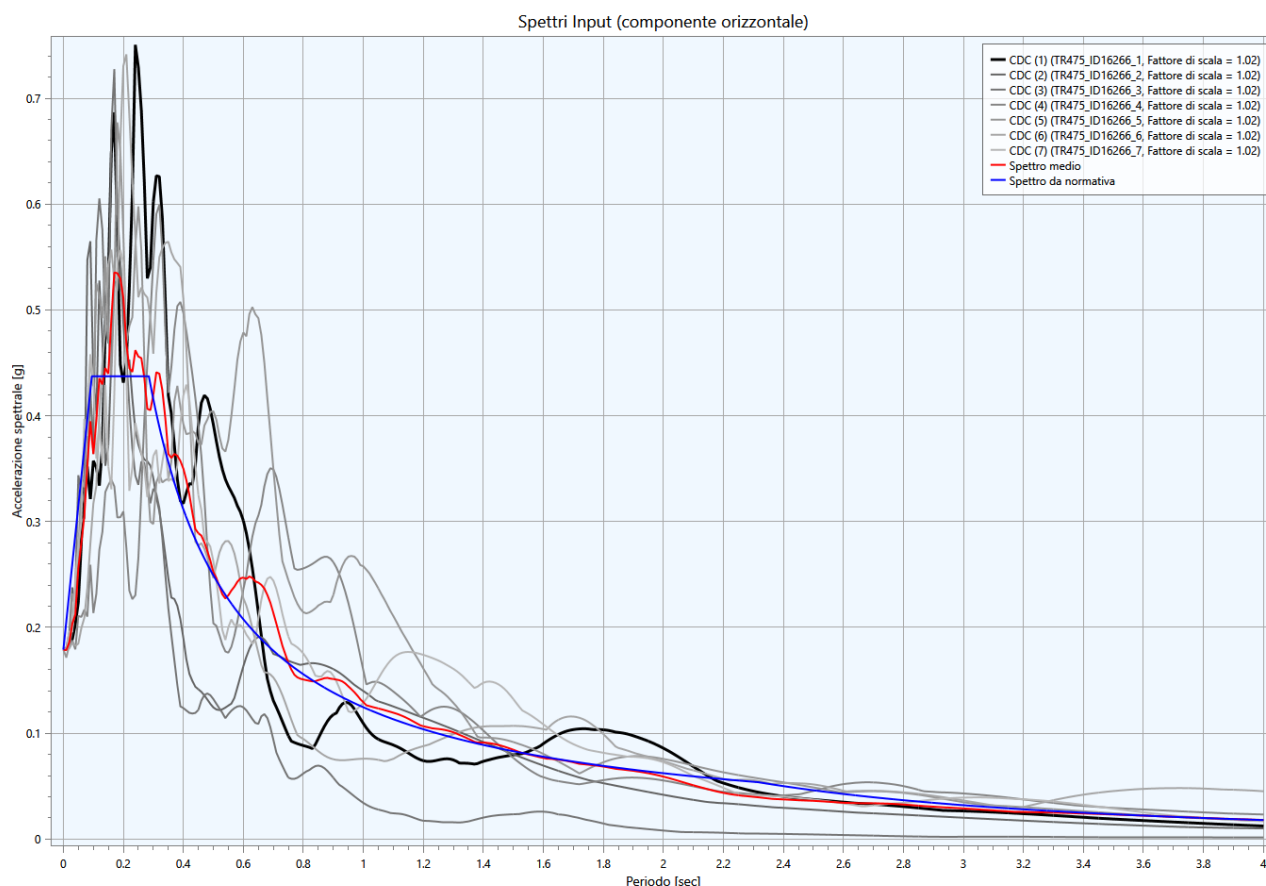


FIGURA 18 - SPETTRI DI INPUT CHE FANNO RIFERIMENTO ALLE SERIE TEMPORALI DEGLI ACCELEROGRAMMI PRESENTATE IN TAB. 5, ESTRAPOLATE CON I SOFTWARE DI RIFERIMENTO O CON GLI APPLICATIVI WEBGIS SOPRA INDICATI.

5.1.4. Modello stratigrafico e parametrizzazione sismica

Attraverso un'attenta analisi delle informazioni estrapolate dalle indagini geognostiche pregresse e di nuova realizzazione eseguite in ambito comunale, consultabili nel *data-base* a corredo di questo studio, si è valutato di ricostruire un modello sismo-stratigrafico semplificato e rappresentativo di ciascuna *MOPS* di interesse.

E' stata quindi calcolata la risposta dinamica monodimensionale (*1D*), optando per una analisi equivalente lineare (*EQL*), basata su un modello di propagazione lineare delle onde in cui le proprietà dinamiche del terreno, quali "*Modulo di taglio G*" e "*Rapporto di smorzamento D*", vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Pertanto, a ciascuno strato, come definito nel modello, è stato attribuito un valore rappresentativo del peso di volume, delle *Vs* e del *Coefficiente di Poisson Ni*. Si è poi proceduto assegnando al medesimo strato una coppia di curve che definisce il comportamento non lineare del terreno in funzione di un aumento percentuale della deformazione di taglio:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

- la curva di decadimento del *Modulo di rigidezza al taglio G* alle basse deformazioni, espresso come rapporto G/G_0 (Fig. 19.a);
- la curva di variazione dello smorzamento D (Fig. 19.b).

Le curve sono state desunte da prove in bibliografia, attingendo al portale *WEB-GIS* sviluppato dalla Regione Toscana con la collaborazione tecnica del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, nell'ambito del “*Programma VEL*” (*Valutazione Effetti Locali*) consultabile al link: <http://150.217.76.22/BancaDatiVEL/>

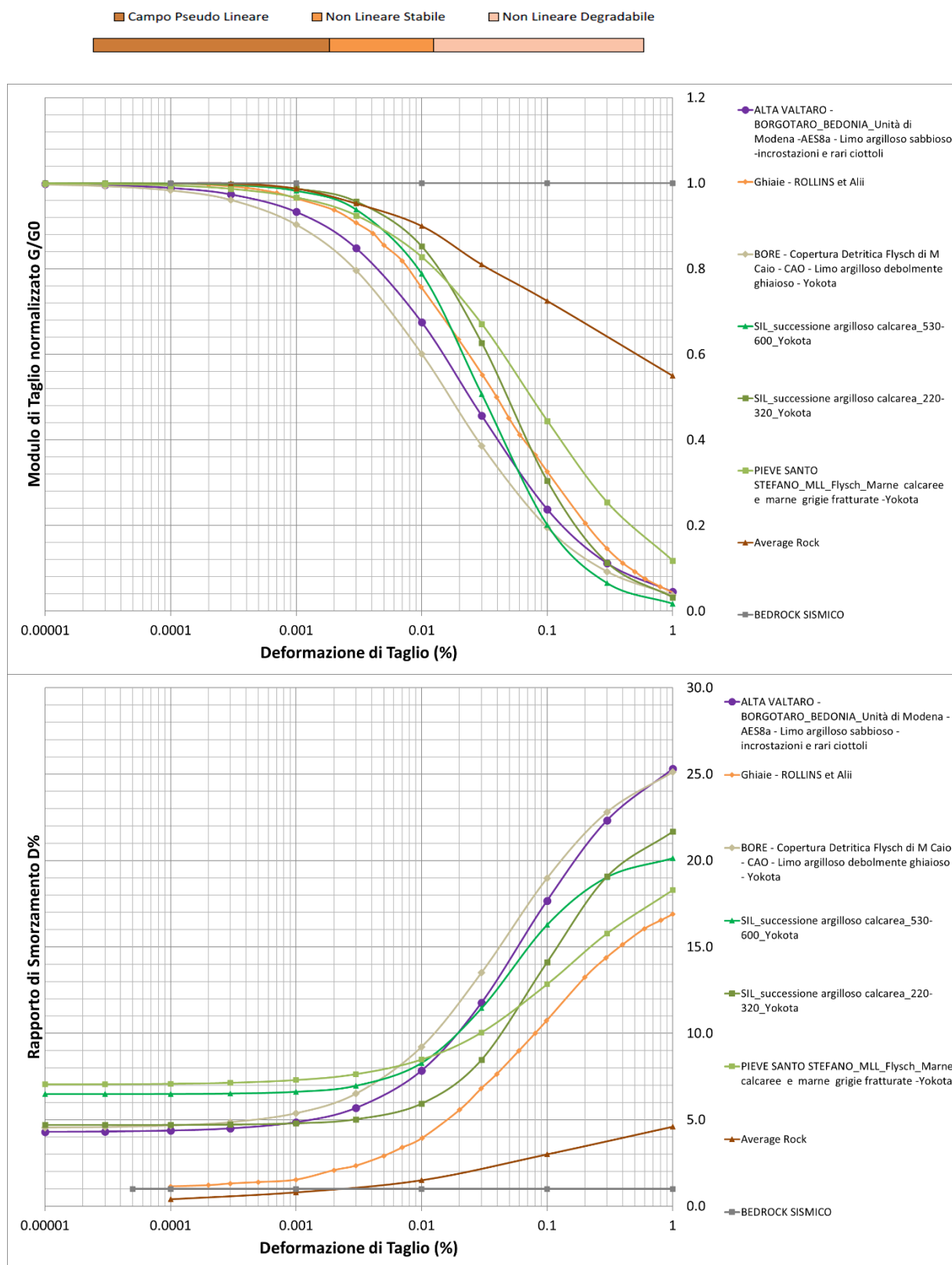
I risultati sperimentali contenuti nella banca dati *VEL* possono essere selezionati secondo numerosi criteri (geografico, per litologia, per formazione geologica, etc..) e direttamente tradotti in curve di decadimento scegliendo i parametri delle equazioni di *Yokota* che meglio approssimano i dati sperimentali.

Nel dettaglio, si è cercato di optare per quelle curve relative a campioni che presentavano maggiori affinità sia dal punto di vista stratigrafico, che da un punto di vista litologico con le formazioni geologiche caratterizzanti l'area di studio.

Così facendo è stato possibile valutare in maniera più accurata il comportamento deformativo dei terreni superficiali analizzati.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmazzola



FIGG. 19.A E 19.B - CURVE DI DECADIMENTO ESPRESSE COME RAPPORTO G/G_0 E CURVE DELLO SMORZAMENTO $D(\%)$ ENTRAMBE IN FUNZIONE DELLO SFORZO DI TAGLIO APPLICATO, ASSOCIATE AD OGNI SINGOLO STRATO CHE DEFINISCE IL MODELLO STRATIGRAFICO-SISMICO DI INPUT

5.1.5. Grafici di output della RSL

A seguito della modellazione numerica e dell'ottenimento dei grafici di output dalla simulazione in *LSR 2D*, possono essere ricavate diverse informazioni, che permettono di descrivere in maniera dettagliata il comportamento sismico della colonna stratigrafica soprastante il *bedrock* di riferimento.

Sono state prese in considerazione soltanto alcune delle informazioni ricavate dallo studio di *RSL*, in particolare quelle che solitamente vengono richiesti in uno studio microzonazione sismica di terzo livello e che possono avere un impiego ai fini progettuali delle opere ingegneristiche.

1) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Rappresenta l'elaborato fondamentale richiesto per i calcoli strutturali e in "*LSR 2D*" può essere calcolato sia in superficie che per una profondità di interesse.

Nei casi in esame (è stato calcolato per gli *SLV* a piano campagna, con un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del 5%). Resta compito dello strutturista definire il valore del periodo proprio e dello smorzamento, andando a modificare lo "spettro di progetto" in funzione del "Fattore di struttura q ".

2) Housner Intensity - Intensità di Housner

L'intensità spettrale è definita come:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \xi) dT_0$$

dove *PSV* è lo spettro di risposta di pseudo-velocità, T e ξ sono rispettivamente il periodo e lo smorzamento strutturale.

Questo parametro di severità del moto sismico è correlato al danno potenziale atteso per effetto del terremoto in oggetto, dal momento che la maggior parte delle strutture hanno un periodo fondamentale di vibrazione nell'intervallo compreso tra 0,1 e 2,5 secondi. Dimensionalmente l'intensità di *Housner* è uno spostamento (cm).

Si ritiene opportuno valutare il valore di "*Intensità di Housner*" per i seguenti intervalli di riferimento:

- 0,1<SI<0,5 significativo per le strutture più rigide, a basso periodo proprio;
- 0,5<SI<1,0 significativo per le strutture più flessibili, ad elevato periodo proprio;
- 0,5<SI<1,5.

3) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Definisce la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità. Consente di valutare l'entità dell'amplificazione locale, intesa come rapporto fra il valore della *P.G.A.* in superficie e il valore della *P.G.A.* al bedrock (sottosuolo di categoria A). Gli esiti mostrano le variazioni fra le risposte del modello di sottosuolo in relazione ai diversi *input* sismici assegnati.

5.1.6. Risultati ottenuti dalla modellazione

Nel presente studio sono stati elaborati i modelli di input riguardanti le seguenti microzone:

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 2001 (substrato subaffiorante costituito da *Arenarie di Scabiazza SCB*);

Zona 2004 (copertura di depositi eluvio colluviali *a₃* su *Arenarie di Scabiazza SCB*);

Zona 2001 (substrato subaffiorante costituito da *Flysch di M. Caio - CAO*);

Zona 2008 (copertura di terreni riconducibili all'*Unità di Modena - AES8a* su *Flysch di M. Caio - CAO*).

ZONE SUSCETTIBILI D'INSTABILITÀ

Zona 11 → corpo di frana quiescente.

Nelle pagine seguenti si riportano le risultanze per ogni modello sismo-stratigrafico considerato.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmazzola

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 2001 (su Arenarie di Scabiazza SCB)

A supporto delle elaborazioni sono state analizzate ed elaborate le seguenti indagini:

- Indagine n° 034044L10MASW10; 034044P47HVSR54.

Nella Fig. 20 sono rappresentati i dati di ingresso al software *LSR 2D* impiegato per le elaborazioni di III° Livello, sulla base del modello sismico-stratigrafico ipotizzato.

The screenshot shows the 'Generale' (General) tab of the LSR 2D software interface. It contains two main sections: 'Varie' (Various) and 'Strati' (Stratigraphy).

Varie Section:

- Larghezza base stratigrafia [m]: 1.00
- q [kN/m²]: 0.00
- Caratteristiche bedrock:**
 - ρ [Kg/m³]: 2400.00
 - Vs [m/s]: 1600.00
 - Vp [m/s]: 2650.00

Strati Section:

A table with 10 rows representing stratigraphic layers. The columns are: Nome, Spessore [m], ρ [Kg/m³], Vs [m/s], Ni, Modello geotecnico, Modello resistenza al taglio, and Colore.

	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	Strato (1)	0.70	1650.00	90.00	0.31	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Yellow]
2	Strato (2)	0.40	1800.00	190.00	0.46	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Yellow]
3	Strato (3)	2.80	1880.00	270.00	0.35	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Orange]
4	Strato (4)	6.00	1950.00	350.00	0.41	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Orange]
5	Strato (5)	3.80	2080.00	480.00	0.37	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
6	Strato (6)	4.80	2110.00	540.00	0.47	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
7	Strato (7)	6.40	2140.00	600.00	0.34	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
8	Strato (8)	20.10	2170.00	690.00	0.37	SIL_succezione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
9	Strato (9)	70.00	2250.00	920.00	0.27	Average Rock	Loose sand	[Grey]
10	Strato (10)	72.00	2330.00	1230.00	0.20	Bedrock - Substrato Rigido	Loose sand	[Grey]

At the bottom of the window are 'OK' and 'Annulla' buttons.

FIG. 20 - SCHERMATA DI INPUT TRATTE DAL SOFTWARE “*LSR 2D*”, DOVE VIENE DEFINITO IL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO DEL SITO DI INTERESSE: ZONA 2001 (SUBSTRATO SUBAFFIORANTE COSTITUITO DA ARENARIE DI SCABIAZZA SCB)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

1A) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, è stato calcolato un valore di V_{s30} di 415 m/s, con $H= 30$ m da p.c. per il quale viene attribuita ai terreni in esame la “**Categoria B**”. Osservando in dettaglio il grafico (Cfr. Fig. 21) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare al di sotto di quello semplificato di **categoria B**; pertanto i dati emersi dallo studio di RSL risultano meno cautelativi. Lo spettro medio è stato poi adattato alla tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della “media” .

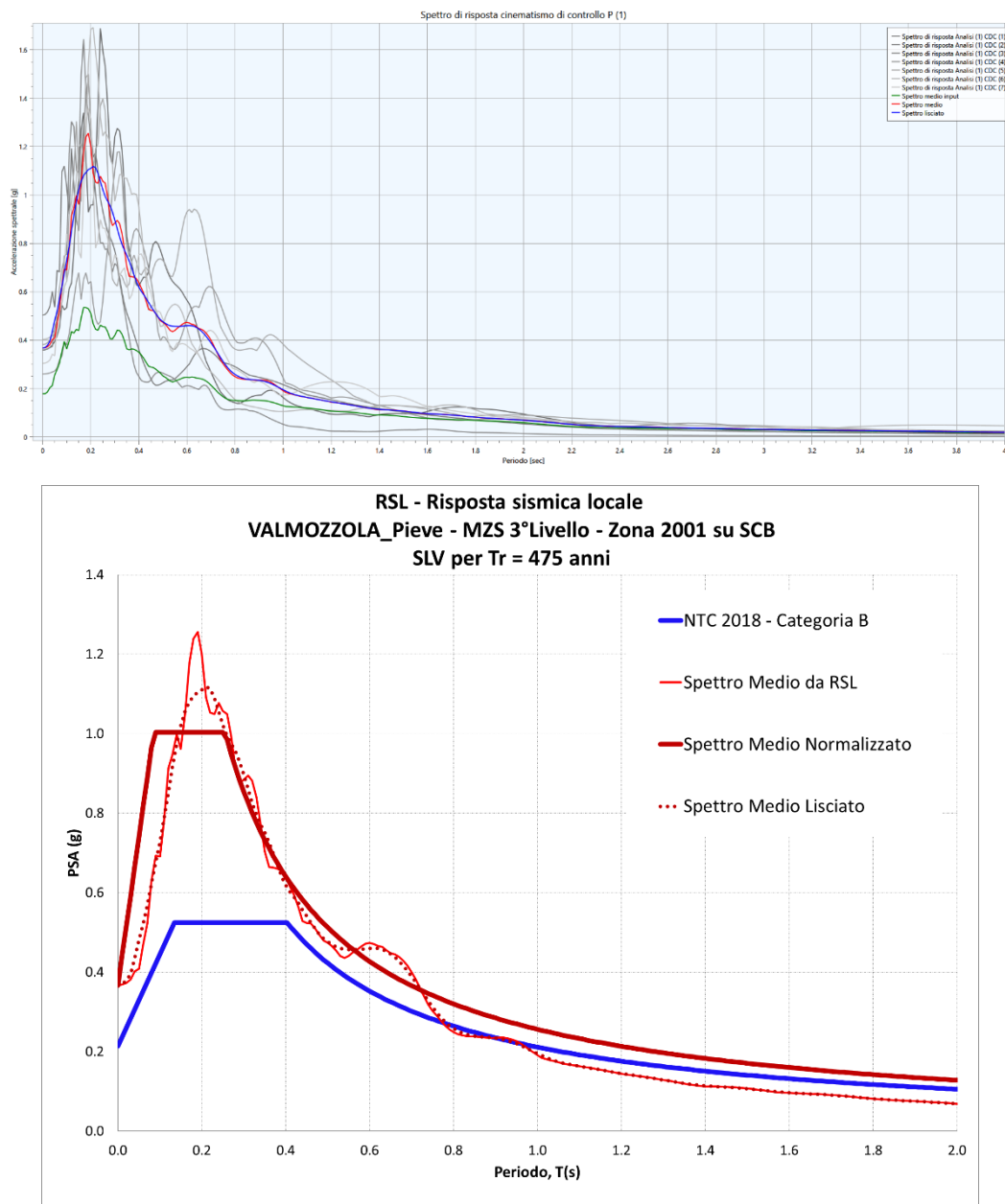


FIG. 21 - SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE E RELATIVO SPETTRO MEDIO DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE, CALCOLATO PER GLI SLV CON SMORZAMENTO DEL 5% (IN ALTO). SEGUE IL GRAFICO CHE SI METTE A CONFRONTO LO SPETTRO MEDIO PARAMETRIZZATO SECONDO NORMATIVA CON LO SPETTRO RICAVATO DALL' APPROCCIO SEMPLIFICATO SECONDO NTC2018, CHE FA RIFERIMENTO ALLA “CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO” (CATEGORIA B) DETERMINATA SULLA BASE DELLE INDAGINI GEOFISICHE IN SITO (LINEA BLU)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

2A) Housner Intensity – Intensità di Housner

Nei grafici raffigurati di seguito vengono rappresentati gli spettri relativi all'intensità di *Housner* negli intervalli di riferimento : $0,1 < SI < 0,5$ (Fig. 22a), $0,5 < SI < 1,0$ (Fig. 22b) e $0,5 < SI < 1,5$ (Fig. 22c).

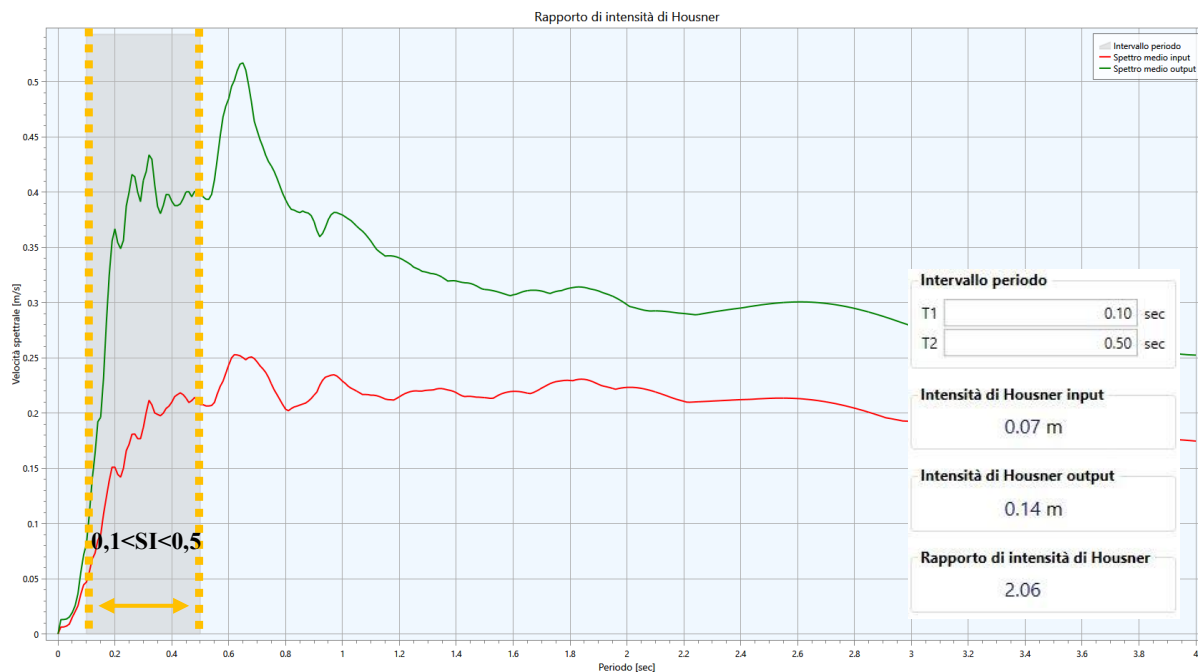


FIG.22A - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,1 < SI < 0,5$

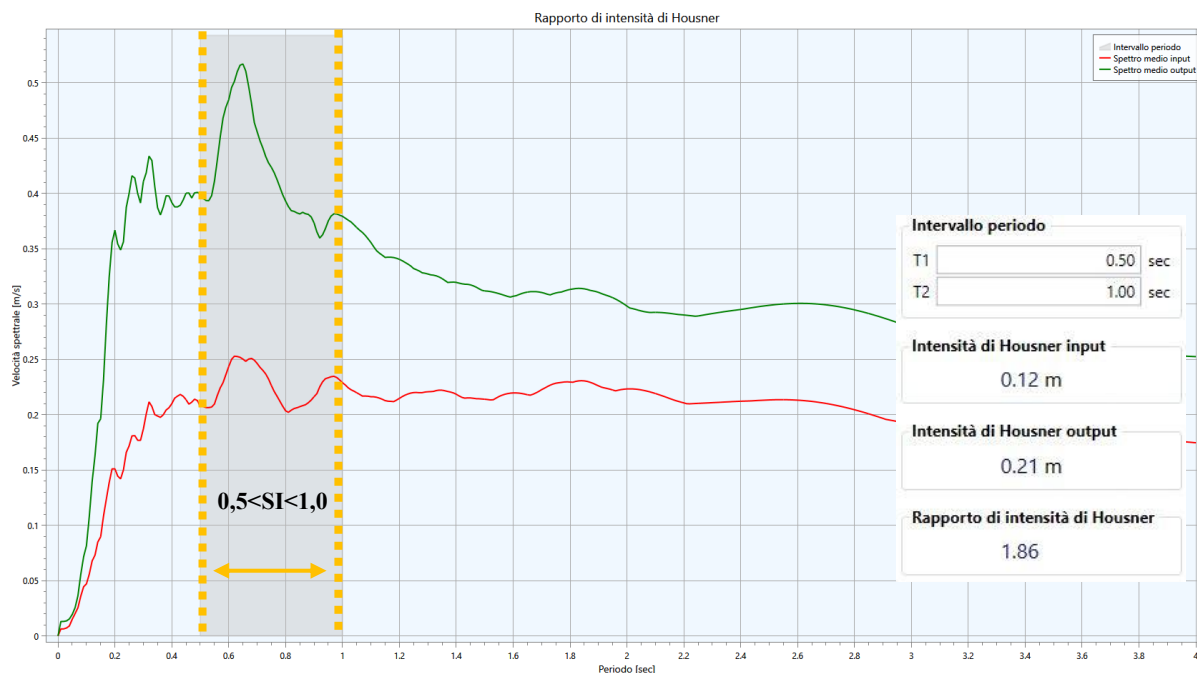


FIG. 22B - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,0$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

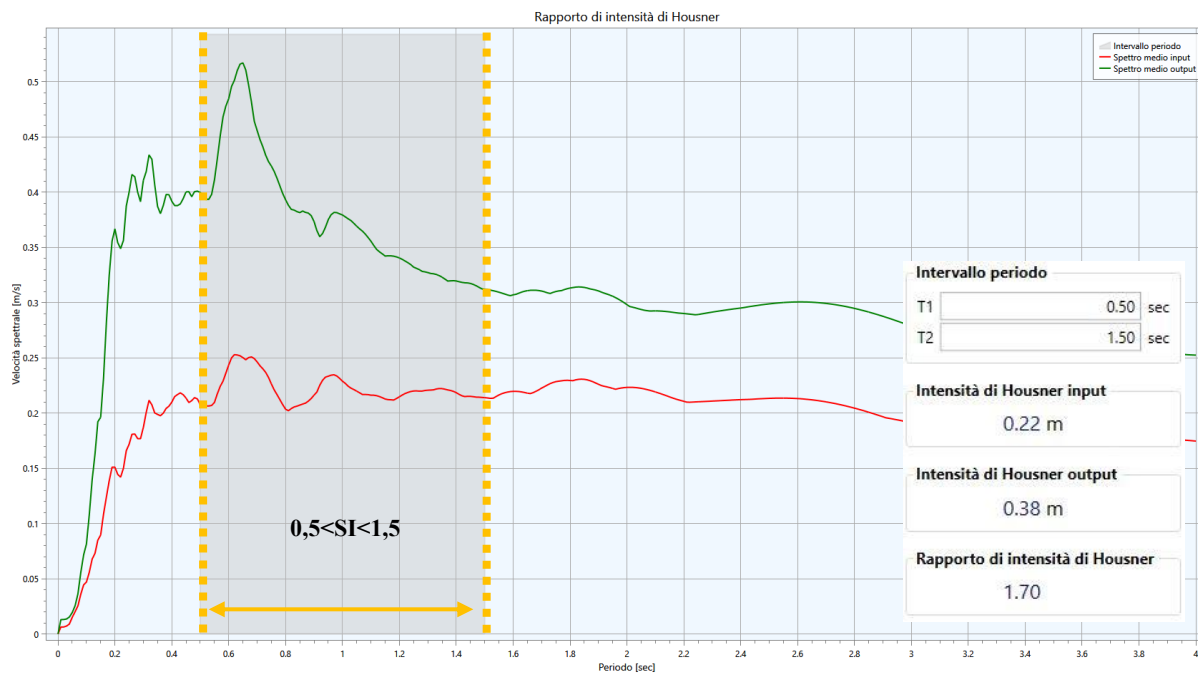


FIG. 22c - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,5$

3A) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Nella Fig. 23 viene rappresentata la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità (rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.₀ al *bedrock*).

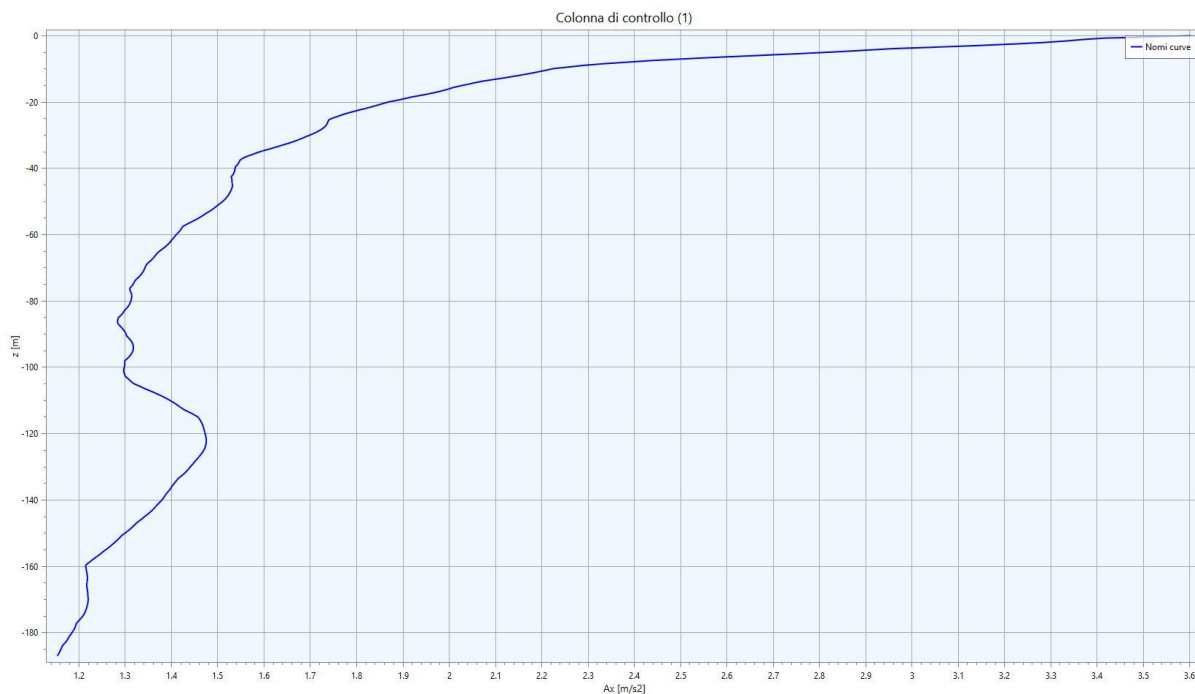


FIG. 23 - P.G.A. *PROFILE*: SI PUÒ NOTARE UNA MAGGIORE INCIDENZA DEI FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE A PARTIRE DAGLI ORIZZONTI PIÙ SUPERFICIALI AVENTI VS INFERIORE (DA 0 A 10M)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 1 (substrato subaffiorante costituito da Arenarie di Scabiazza SCB)	
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	2.019
F.A. SA1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2.094
F.A. SA2 ($0.4s < T_0 < 0.8s$)	1.857
F.A. SA3 ($0.7s < T_0 < 1.1s$)	1.611
F.A. SI1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2.075
F.A. SI2 ($0.5s < T_0 < 1.0s$)	1.879
F.A. SI3 ($0.5s < T_0 < 1.5s$)	1.738

TAB. 8 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DELLA "ZONA 2001 SUBSTRATO SUBAFFIORANTE RICONDUCEBILE A SCB"

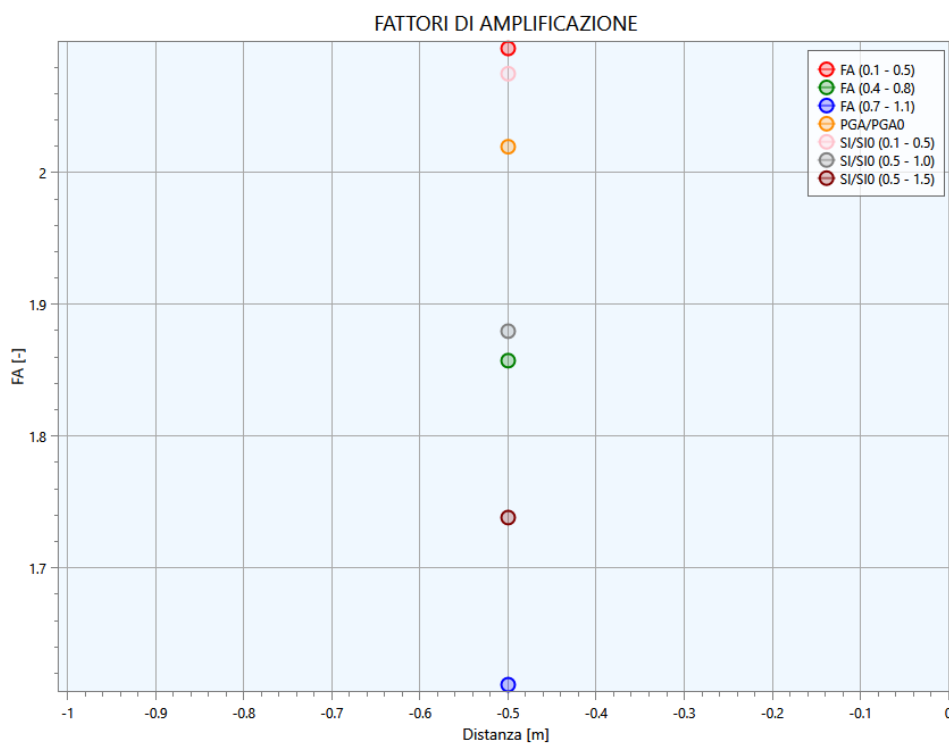


FIG. 24 - GRAFICO DI SINTESI CHE RAPPRESENTA I VALORI DEI FA CALCOLATI PER GLI INTERVALLI CONSIDERATI.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 2004 (depositi eluvio colluviali a₃ su Arenarie di Scabiazza SCB)

L'elaborazione ha interessato le seguenti indagini:

- Indagine n° 034044L11MASW11; 034044P48HVS55.

Nella Fig. 25 sono rappresentati i dati di ingresso al software **LSR 2D** impiegato per le elaborazioni di III° Livello, sulla base del modello sismico-stratigrafico ipotizzato.

The screenshot displays the 'Generale' (General) tab of the LSR 2D software interface. It contains two main sections: 'Varie' (Various) and 'Caratteristiche bedrock' (Bedrock characteristics).

Varie

Larghezza base stratigrafia [m]	1.00
q [kN/m ²]	0.00

Caratteristiche bedrock

ρ [Kg/m ³]	2400.00
Vs [m/s]	1600.00
Vp [m/s]	2650.00

Strati

	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m ³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	Strato (1)	0.30	1600.00	75.00	0.43	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Yellow]
2	Strato (2)	0.40	1800.00	175.00	0.40	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Yellow]
3	Strato (3)	4.00	1900.00	265.00	0.37	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Orange]
4	Strato (4)	5.00	1940.00	300.00	0.37	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Orange]
5	Strato (5)	4.80	1980.00	340.00	0.37	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Orange]
6	Strato (6)	10.40	2090.00	500.00	0.46	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
7	Strato (7)	6.00	2110.00	540.00	0.35	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
8	Strato (8)	20.10	2140.00	600.00	0.30	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
9	Strato (9)	21.00	2180.00	700.00	0.30	SIL_successione argilloso calca...	Loose sand	[Grey]
10	Strato (10)	42.00	2220.00	800.00	0.20	Average Rock	Loose sand	[Grey]
11	Strato (11)	73.00	2300.00	1100.00	0.20	Bedrock - Substrato Rigido	Loose sand	[Grey]

Buttons: OK, Annulla

FIG. 25 - SCHERMATA DI INPUT TRATTE DAL SOFTWARE "LSR 2D", DOVE VIENE DEFINITO IL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO DEL SITO DI INTERESSE: ZONA 2004 (DEPOSITI ELUVIO COLLUVIALI A3 SU ARENARIE DI SCABIAZZA SCB).

1B) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, è stato calcolato un valore di V_{s30} di 390 m/s, con $H= 30$ m da p.c. per il quale viene attribuita ai terreni in esame la “**Categoria B**”. Osservando in dettaglio il grafico (Cfr. Fig. 26) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare al di sotto di quello semplificato di **categoria B**; pertanto i dati emersi dallo studio di *RSL* risultano meno cautelativi. Lo spettro medio è stato poi adattato alla tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della “media” .

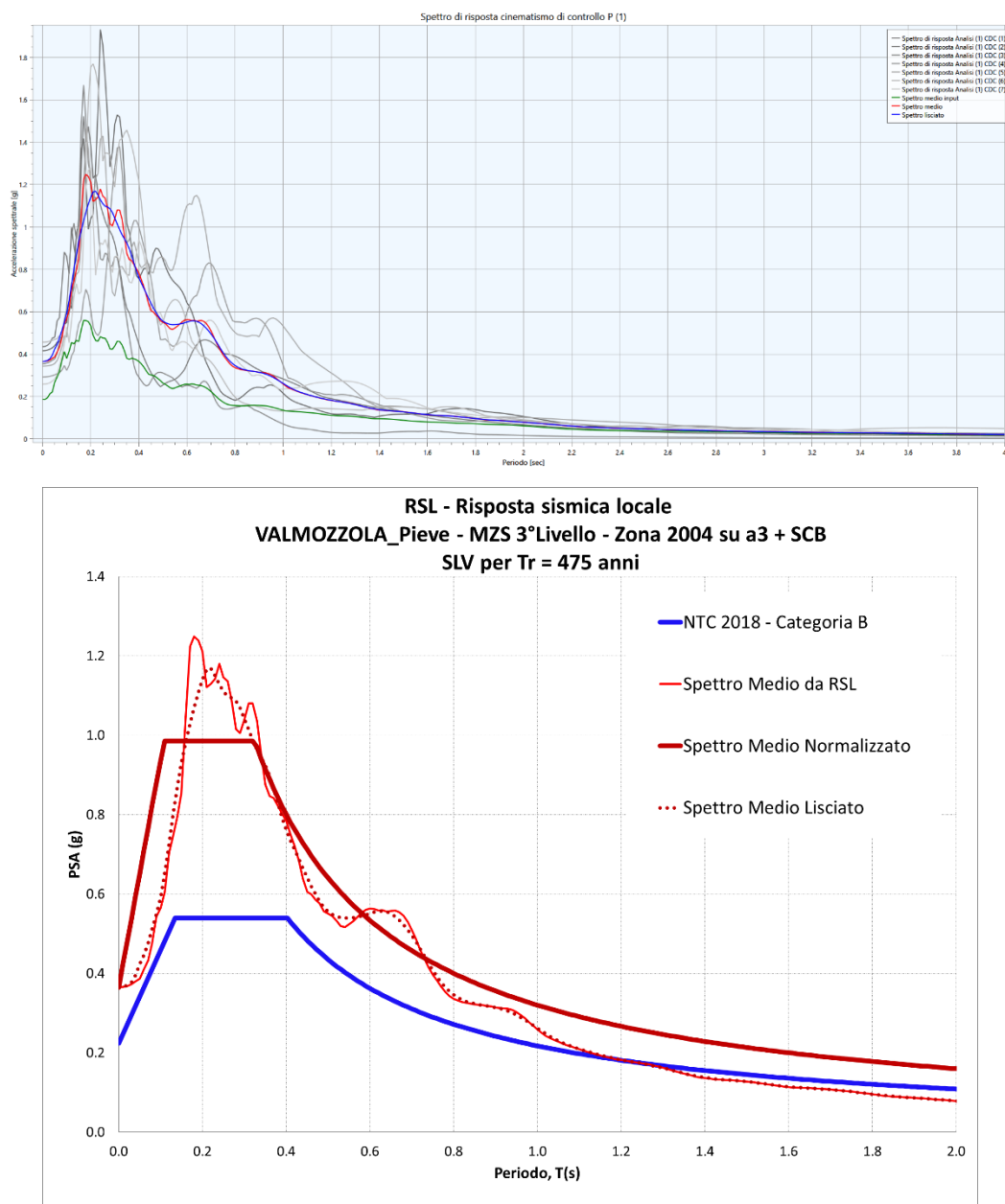


FIG. 26 - SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE E RELATIVO SPETTRO MEDIO DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE, CALCOLATO PER GLI SLV CON SMORZAMENTO DEL 5% (IN ALTO). SEGUE IL GRAFICO CHE SI METTE A CONFRONTO LO SPETTRO MEDIO PARAMETRIZZATO SECONDO NORMATIVA CON LO SPETTRO RICAVATO DALL' APPROCCIO SEMPLIFICATO SECONDO NTC2018, CHE FA RIFERIMENTO ALLA “CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO” (CATEGORIA B) DETERMINATA SULLA BASE DELLE INDAGINI GEOFISICHE IN SITO (LINEA BLU)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

2B) Housner Intensity – Intensità di Housner

Nei grafici raffigurati di seguito vengono rappresentati gli spettri relativi all'intensità di *Housner* negli intervalli di riferimento : $0,1 < SI < 0,5$ (Fig. 27a), $0,5 < SI < 1,0$ (Fig. 27b) e $0,5 < SI < 1,5$ (Fig. 27c).

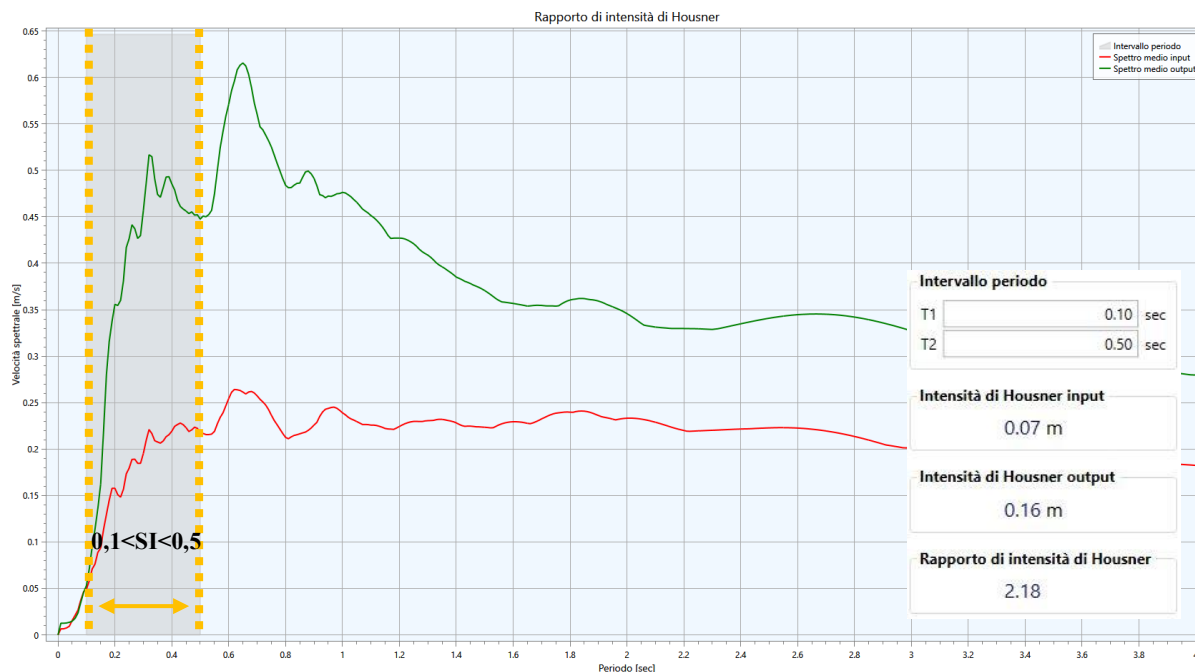


FIG. 27A - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,1 < SI < 0,5$

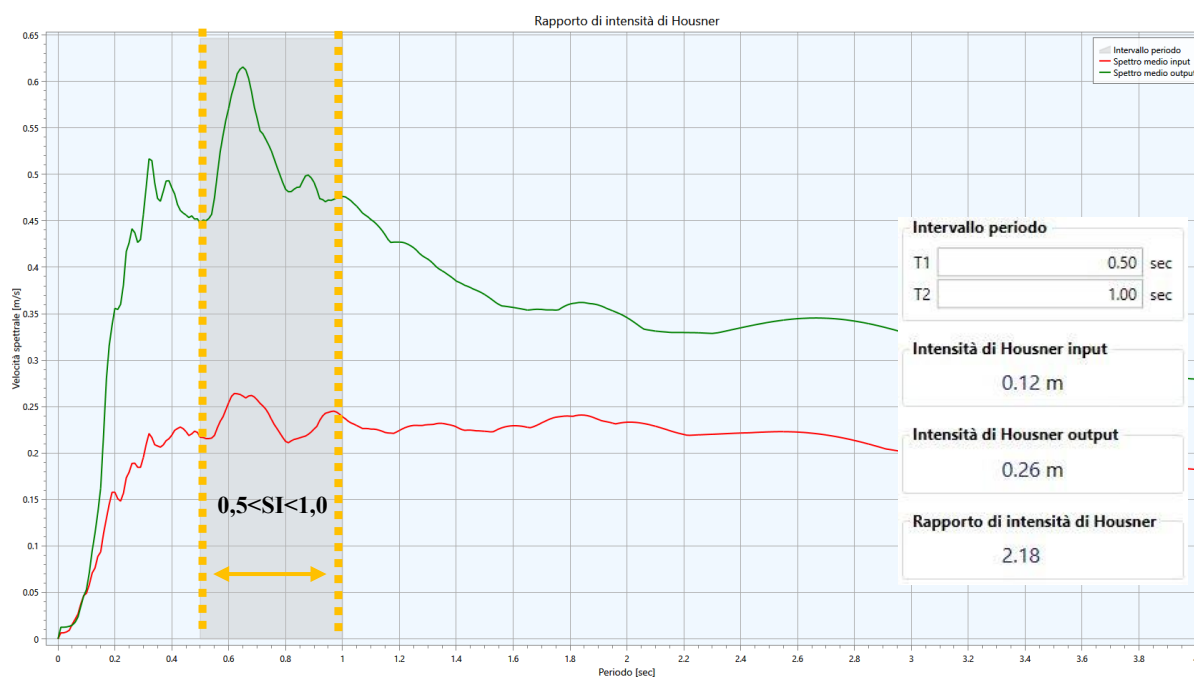


FIG. 27B - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,0$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

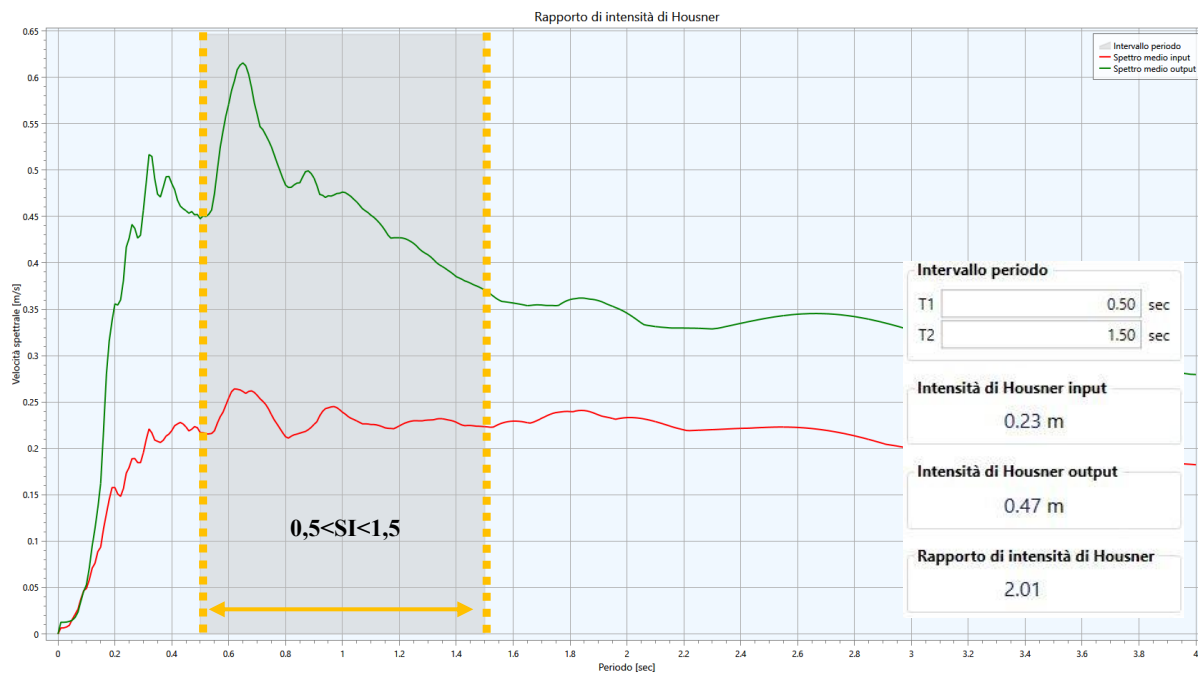


FIG. 27C - INTENSITÀ DI HOUSNER FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,5$

3B) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Nella Fig. 28 viene rappresentata la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità (rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A. al bedrock).

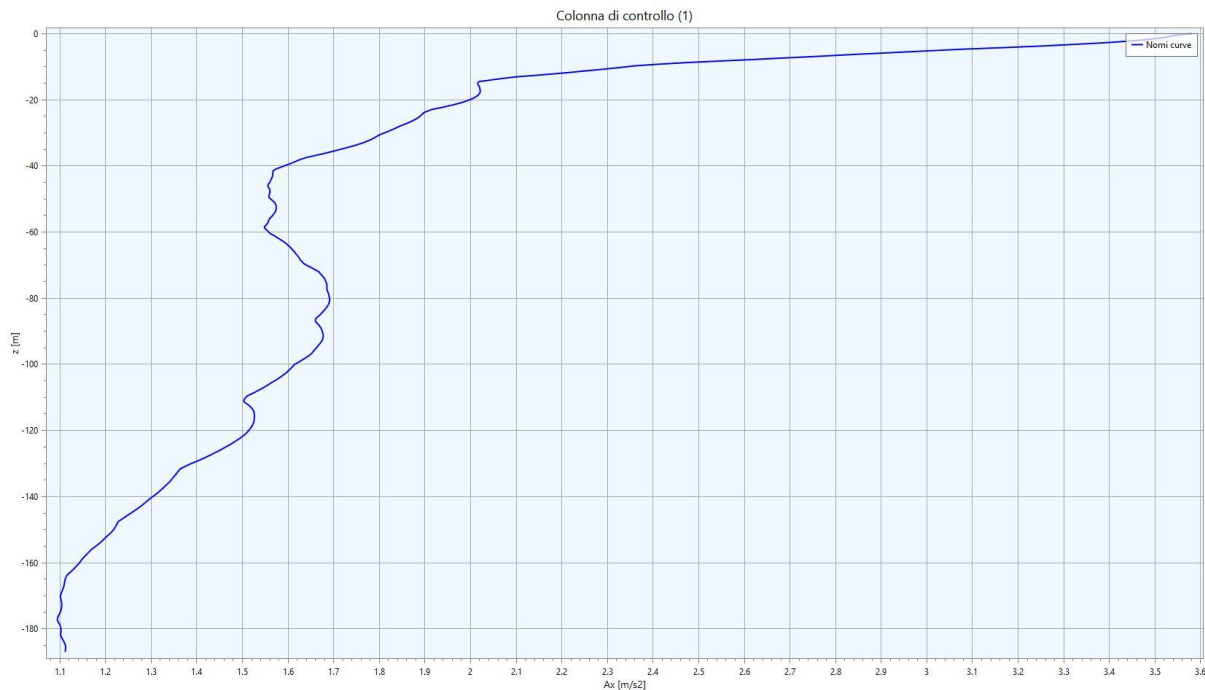


FIG. 28 - P.G.A. PROFILE: SI PUÒ NOTARE UNA MAGGIORE INCIDENZA DEI FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE A PARTIRE DAGLI ORIZZONTI PIÙ SUPERFICIALI AVENTI VS INFERIORE (DA 0 A 15M)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 2004 (depositi eluvio colluviali a_3 su Arenarie di Scabiazza SCB)	
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	1.919
F.A. SA1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2.162
F.A. SA2 ($0.4s < T_0 < 0.8s$)	2.166
F.A. SA3 ($0.7s < T_0 < 1.1s$)	2.033
F.A. SI1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2.181
F.A. SI2 ($0.5s < T_0 < 1.0s$)	2.188
F.A. SI3 ($0.5s < T_0 < 1.5s$)	2.026

TAB. 9 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DELLA "ZONA 2004 A3 SU SCB"

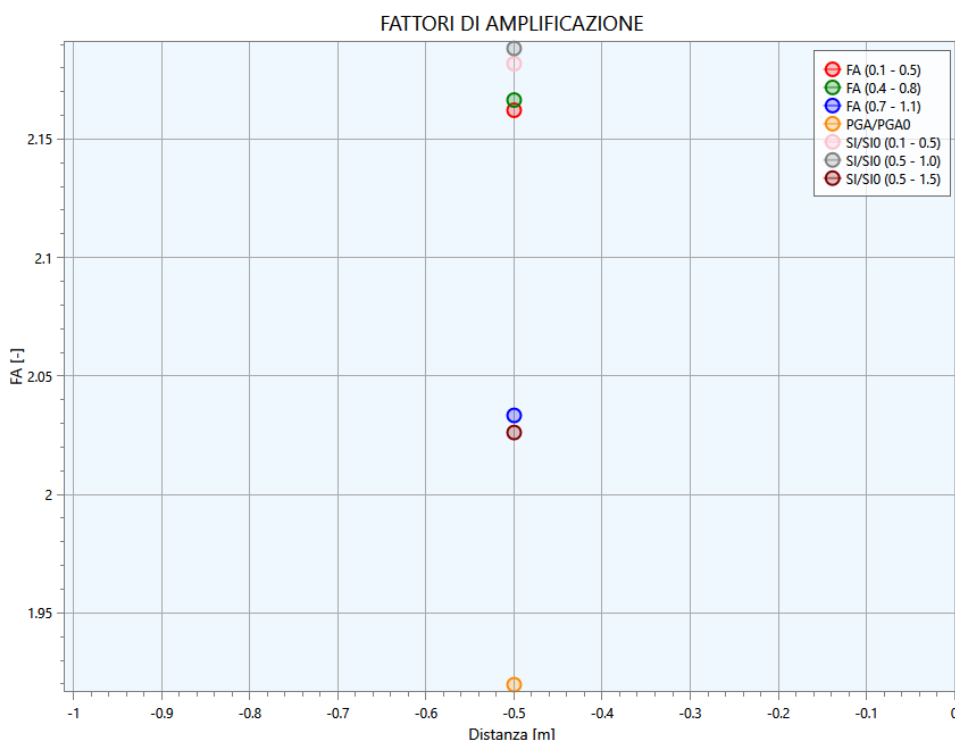


FIG. 29 - GRAFICO DI SINTESI CHE RAPPRESENTA I VALORI DEI FA CALCOLATI PER GLI INTERVALLI CONSIDERATI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 2001 (substrato subaffiorante costituito da Flysch di M. Caio - CAO)

Sono state considerate le seguenti indagini:

- Indagine n° 034044L27SASW25; 034044P79HVS96.

Nella Fig. 30 sono rappresentati i dati di ingresso al software **LSR 2D** impiegato per le elaborazioni di III° Livello, sulla base del modello sismico-stratigrafico ipotizzato.

The screenshot shows the 'Generale' (General) tab of the LSR 2D software. It contains two main sections: 'Varie' (Various) and 'Caratteristiche bedrock' (Bedrock characteristics). Below these is a table for 'Strati' (Strata) with 10 rows. The table columns are: Nome, Spessore [m], ρ [Kg/m³], Vs [m/s], Ni, Modello geotecnico, Modello resistenza al taglio, and Colore. The first row is highlighted in blue. Below the table are 'OK' and 'Annulla' buttons.

Generale								
Varie								
Larghezza base stratigrafia [m]	1.00							
q	[kN/m ²]	0.00						
Caratteristiche bedrock								
ρ	[Kg/m ³]	2400.00						
Vs	[m/s]	1400.00						
Vp	[m/s]	2350.00						
Strati								
	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m ³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	Strato (1)	0.20	1800.00	145.00	0.35	BORE -S2SH1 - Copertura De...	Loose sand	
2	Strato (2)	0.30	1800.00	150.00	0.35	BORE -S2SH1 - Copertura Detr...	Loose sand	
3	Strato (3)	0.50	1850.00	230.00	0.35	BORE -S2SH1 - Copertura Detr...	Loose sand	
4	Strato (4)	0.80	1900.00	300.00	0.35	BORE -S2SH1 - Copertura Detr...	Loose sand	
5	Strato (5)	4.00	1950.00	390.00	0.35	PIEVE SANTO STEFANO_MLL_5...	Loose sand	
6	Strato (6)	4.50	2150.00	560.00	0.30	PIEVE SANTO STEFANO_MLL_5...	Loose sand	
7	Strato (7)	7.70	2200.00	650.00	0.30	PIEVE SANTO STEFANO_MLL_5...	Loose sand	
8	Strato (8)	32.00	2200.00	550.00	0.30	PIEVE SANTO STEFANO_MLL_5...	Loose sand	
9	Strato (9)	60.00	2300.00	860.00	0.20	Average Rock	Loose sand	
10	Strato (10)	62.00	2350.00	930.00	0.20	Average Rock	Loose sand	

FIG. 30 - SCHERMATA DI INPUT TRATTE DAL SOFTWARE "LSR 2D", DOVE VIENE DEFINITO IL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO DEL SITO DI INTERESSE: **ZONA 2001 SUBSTRATO SUBAFFIORANTE COSTITUITO DA FLYSCH DI MONTE CAIO**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

1C) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, è stato calcolato un valore di V_{s30} di 499 m/s, con $H=30$ m da p.c. per il quale viene attribuita ai terreni in esame la “**Categoria B**”. Osservando in dettaglio il grafico (Cfr. Fig. 31) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare al di sopra di quello semplificato di **categoria B**; pertanto i dati emersi dallo studio di RSL risultano più cautelativi. Lo spettro medio è stato poi adattato alla tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della “media”.

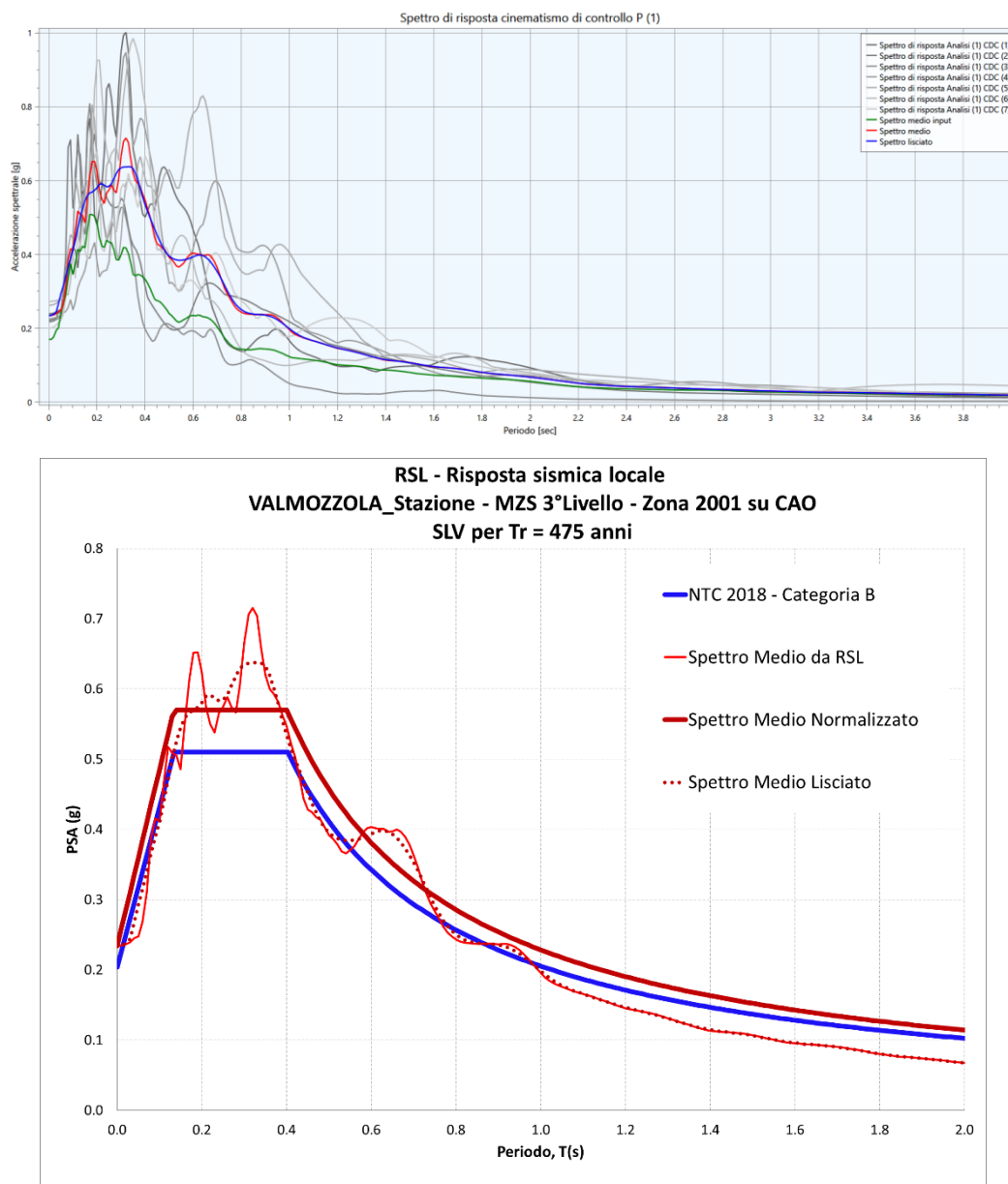


FIG. 31 - SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE E RELATIVO SPETTRO MEDIO DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE, CALCOLATO PER GLI SLV CON SMORZAMENTO DEL 5% (IN ALTO). SEGUE IL GRAFICO CHE SI METTE A CONFRONTO LO SPETTRO MEDIO PARAMETRIZZATO SECONDO NORMATIVA CON LO SPETTRO RICAVATO DALL' APPROCCIO SEMPLIFICATO SECONDO NTC2018, CHE FA RIFERIMENTO ALLA “CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO” (CATEGORIA B) DETERMINATA SULLA BASE DELLE INDAGINI GEOFISICHE IN SITO (LINEA BLU)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

2C) Housner Intensity – Intensità di Housner

Nei grafici raffigurati di seguito vengono rappresentati gli spettri relativi all'intensità di *Housner* negli intervalli di riferimento : $0,1 < SI < 0,5$ (Fig. 32a), $0,5 < SI < 1,0$ (Fig. 32b) e $0,5 < SI < 1,5$ (Fig. 32c).

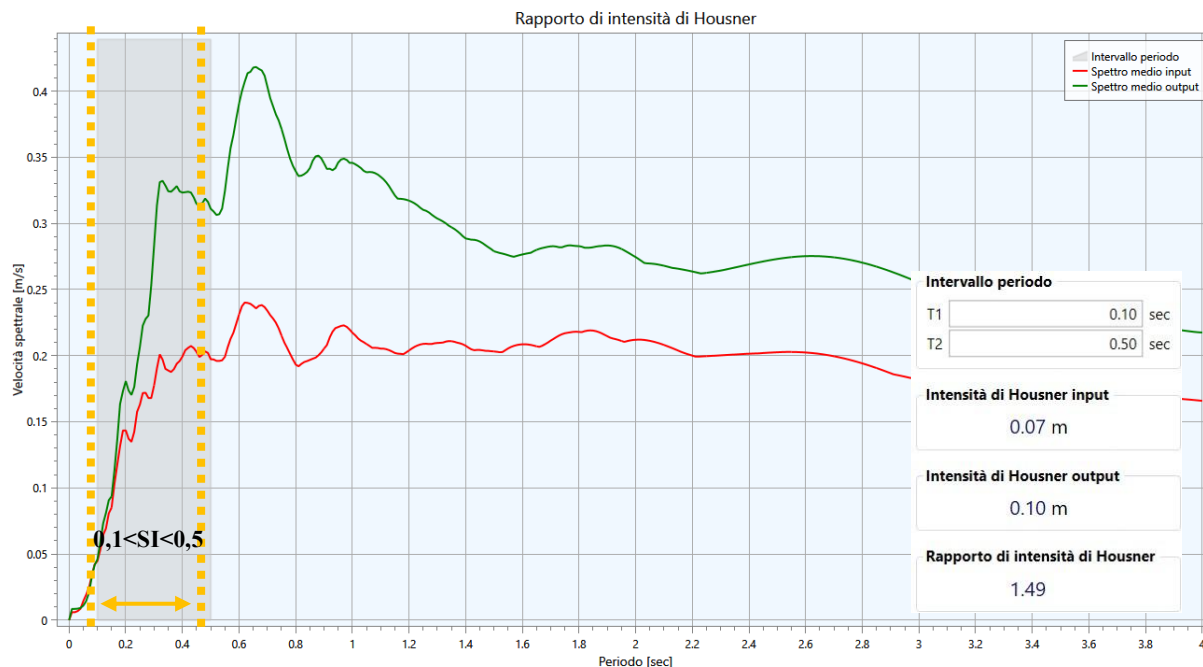


FIG. 32A - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,1 < SI < 0,5$

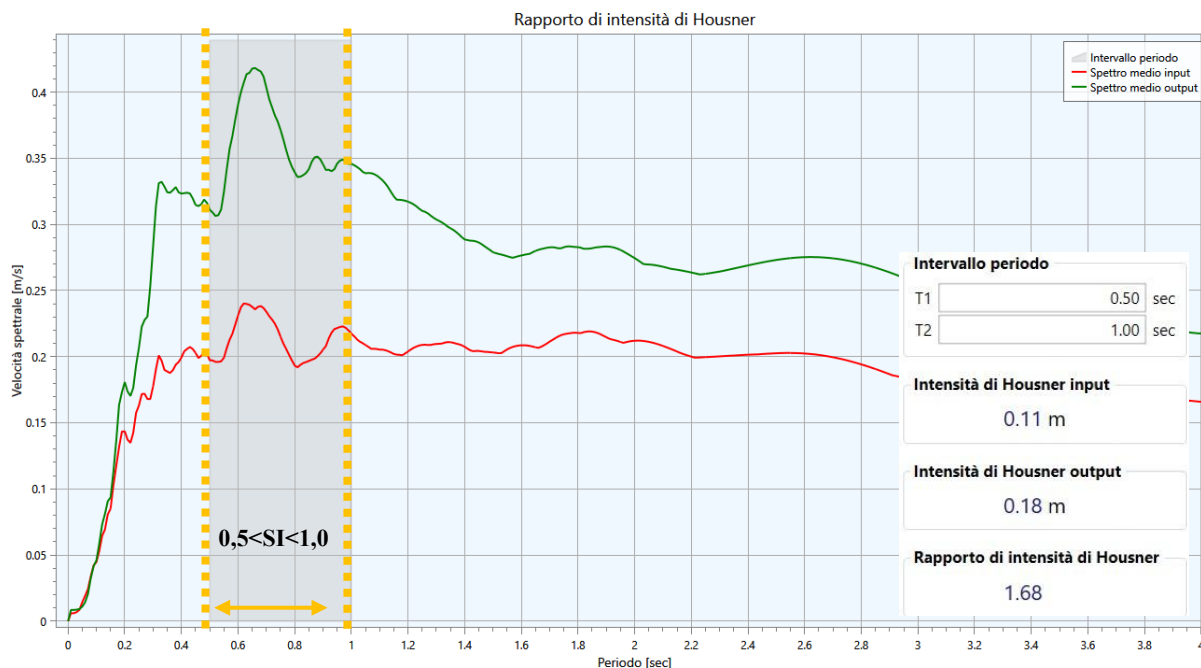


FIG. 32B - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,0$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

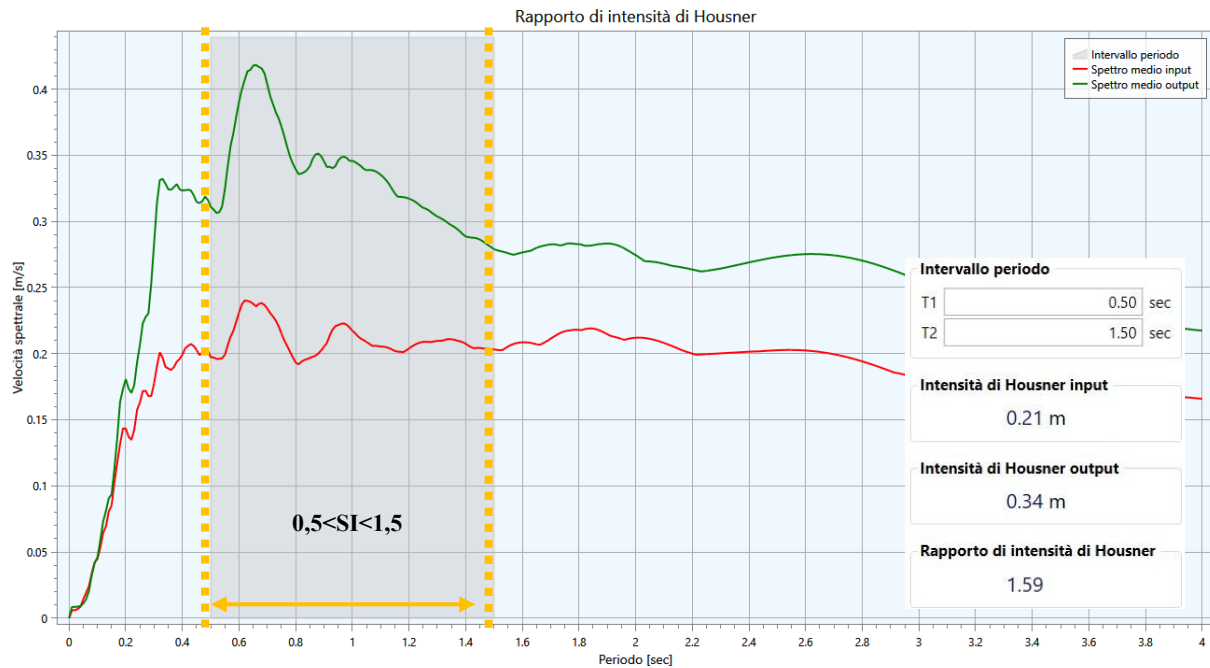


FIG. 32C - INTENSITÀ DI HOUSNER FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,5$

3C) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Nella Fig. 33 viene rappresentata la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità (rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.₀ al bedrock).

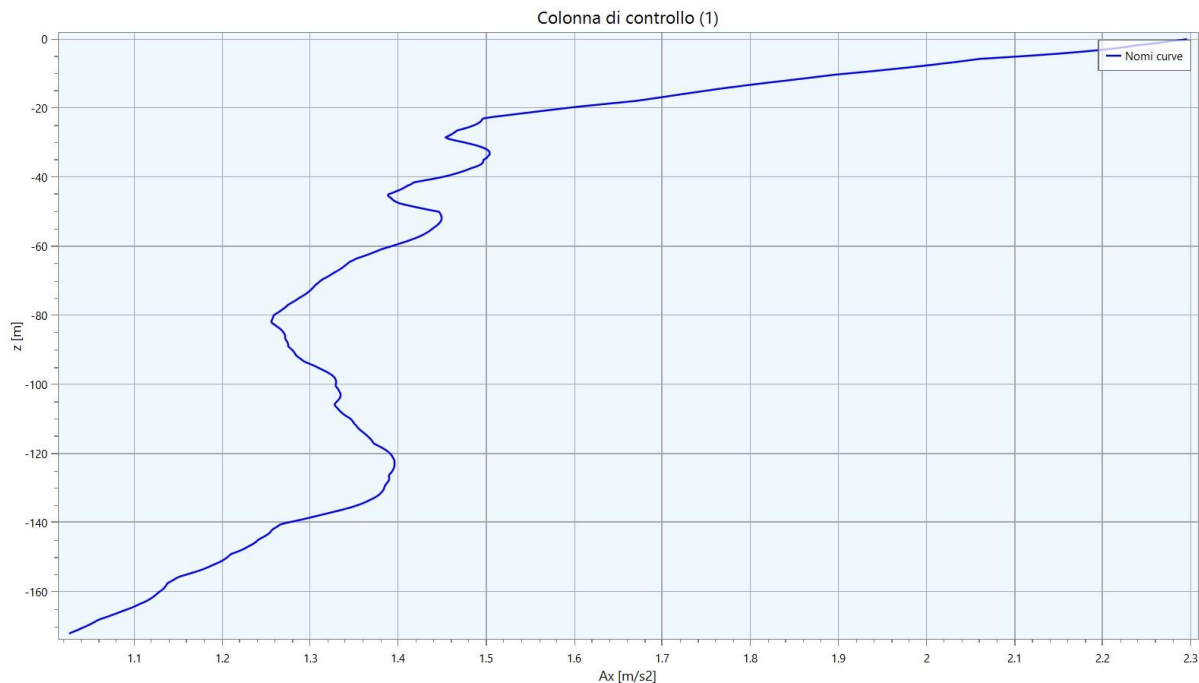


FIG. 33 - P.G.A. PROFILE: SI PUÒ NOTARE UNA MAGGIORE INCIDENZA DEI FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE A PARTIRE DAGLI ORIZZONTI PIÙ SUPERFICIALI AVENTI VS INFERIORE (DA 0 A 18M E IN PARTICOLARE DA 0 A 6M CIRCA)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 2001 (substrato subaffiorante costituito da Flysch di M. Caio - CAO)	
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	1.372
F.A. SA1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	1.458
F.A. SA2 ($0.4s < T_0 < 0.8s$)	1.690
F.A. SA3 ($0.7s < T_0 < 1.1s$)	1.652
F.A. SI1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	1.483
F.A. SI2 ($0.5s < T_0 < 1.0s$)	1.673
F.A. SI3 ($0.5s < T_0 < 1.5s$)	1.584

TAB. 10 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DELLA "ZONA 2001 SUBSTRATO SUBAFFIORANTE COSTITUITO DA TERRENI DEL FLYSCH DI MONTE CAIO - CAO"

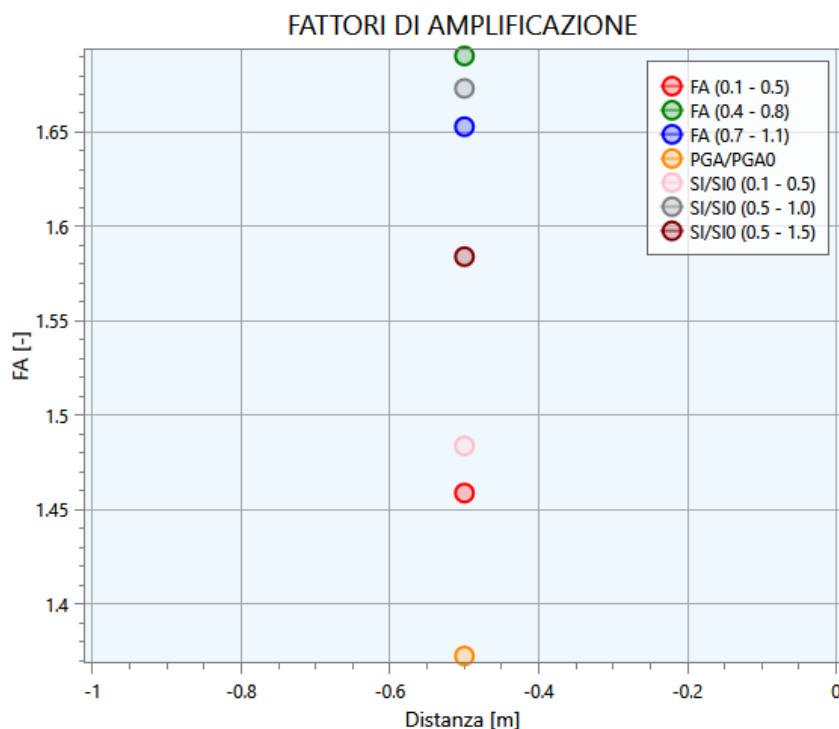


FIG. 34 - GRAFICO DI SINTESI CHE RAPPRESENTA I VALORI DEI FA CALCOLATI PER GLI INTERVALLI CONSIDERATI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 2008 (Terreni riconducibili alla formazione dell'Unità di Modena-AES8a su Flysch di M. Caio-CAO)

Le elaborazioni sono state condotte sulle seguenti indagini:

- Indagine n° 034044L22SASW22; 034044P75HVSR92.

Nella Fig. 35 sono rappresentati i dati di ingresso al software **LSR 2D** impiegato per le elaborazioni di III° Livello, sulla base del modello sismico-stratigrafico ipotizzato.

The screenshot shows the 'Generale' (General) window of the LSR 2D software. It contains two main sections: 'Varie' (Various) and 'Caratteristiche bedrock' (Bedrock characteristics). Below these is a 'Strati' (Strata) table with 9 rows of data. The table columns are: Nome, Spessore [m], ρ [Kg/m³], V_s [m/s], N_i , Modello geotecnico, Modello resistenza al taglio, and Colore. The first row is highlighted in blue. At the bottom of the window are 'OK' and 'Annulla' buttons.

Generale								
▲ Varie								
Larghezza base stratigrafia [m]	1.00							
q [kN/m²]	0.00							
▲ Caratteristiche bedrock								
ρ [Kg/m³]	2400.00							
V_s [m/s]	1250.00							
V_p [m/s]	2050.00							
Strati								
	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	V_s [m/s]	N_i	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	Strato (1)	0.20	1800.00	180.00	0.35	ALTA VALTARO - BORGOTAR...	Loose sand	
2	Strato (2)	0.80	1930.00	280.00	0.40	Ghiaie - ROLLINS et Alti	Loose sand	
3	Strato (3)	2.60	1950.00	310.00	0.40	Ghiaie - ROLLINS et Alti	Loose sand	
4	Strato (4)	3.50	1950.00	305.00	0.35	Ghiaie - ROLLINS et Alti	Loose sand	
5	Strato (5)	4.30	1980.00	335.00	0.40	Ghiaie - ROLLINS et Alti	Loose sand	
6	Strato (6)	4.60	2150.00	750.00	0.25	PIEVE SANTO STEFANO_MLL_5...	Loose sand	
7	Strato (7)	28.80	2200.00	800.00	0.25	PIEVE SANTO STEFANO_MLL_5...	Loose sand	
8	Strato (8)	52.00	2200.00	750.00	0.25	PIEVE SANTO STEFANO_MLL_5...	Loose sand	
9	Strato (9)	60.00	2300.00	1000.00	0.20	Bedrock - Substrato Rigido	Loose sand	

FIG. 35 - SCHERMATA DI INPUT TRATTE DAL SOFTWARE "LSR 2D", DOVE VIENE DEFINITO IL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO DEL SITO DI INTERESSE: **ZONA 2008 (AES8A SU CAO)**

1D) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, è stato calcolato un valore di V_{sH} di 355 m/s, con $H=16$ m da p.c. per il quale viene attribuita ai terreni in esame la “**Categoria E**”. Osservando in dettaglio il grafico (Cfr. Fig. 36) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare al di sopra di quello semplificato di **categoria E**; pertanto i dati emersi dallo studio di *RSL* risultano più cautelativi. Lo spettro medio è stato poi adattato alla tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della “media”.

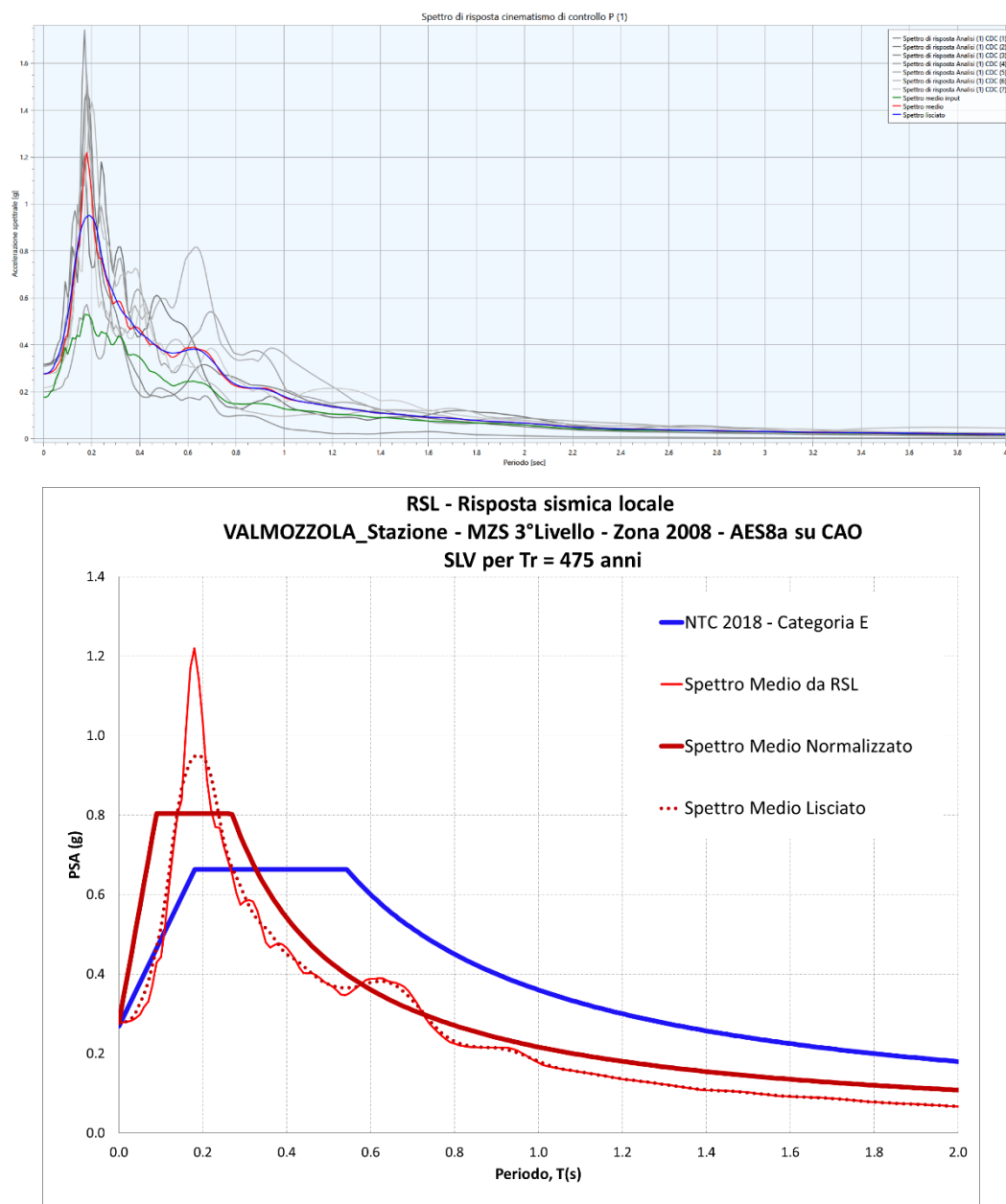


FIG. 36 - SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE E RELATIVO SPETTRO MEDIO DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE, CALCOLATO PER GLI SLV CON SMORZAMENTO DEL 5% (IN ALTO). SEGUE IL GRAFICO CHE SI METTE A CONFRONTO LO SPETTRO MEDIO PARAMETRIZZATO SECONDO NORMATIVA CON LO SPETTRO RICAVATO DALL' APPROCCIO SEMPLIFICATO SECONDO NTC2018, CHE FA RIFERIMENTO ALLA “CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO” (CATEGORIA E) DETERMINATA SULLA BASE DELLE INDAGINI GEOFISICHE IN SITO (LINEA BLU)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

2D) Housner Intensity – Intensità di Housner

Nei grafici raffigurati di seguito vengono rappresentati gli spettri relativi all'intensità di *Housner* negli intervalli di riferimento : $0,1 < SI < 0,5$ (Fig. 37a), $0,5 < SI < 1,0$ (Fig. 37b) e $0,5 < SI < 1,5$ (Fig. 37c).

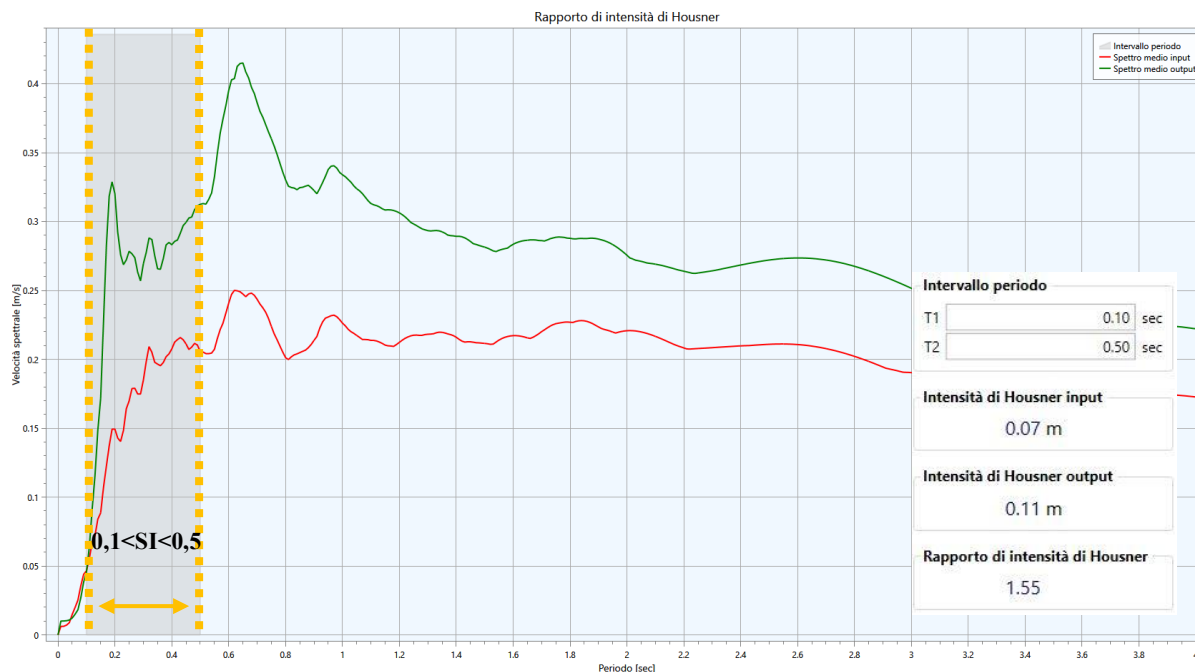


FIG. 37A - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,1 < SI < 0,5$

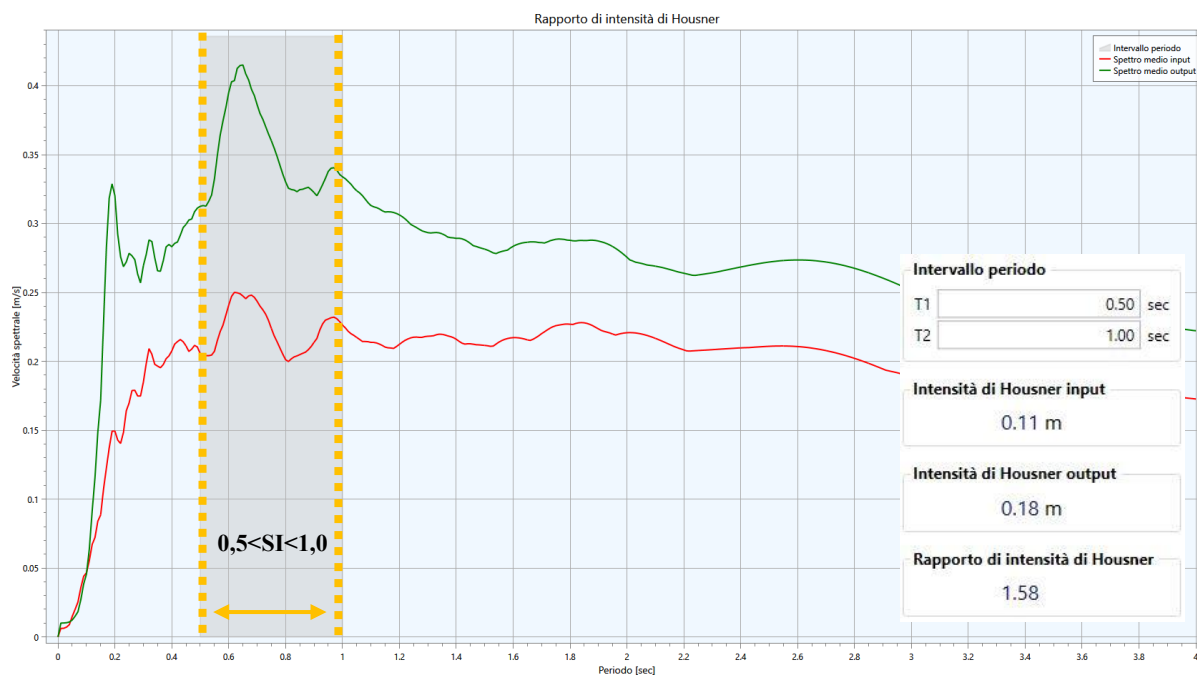


FIG. 37B - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,0$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

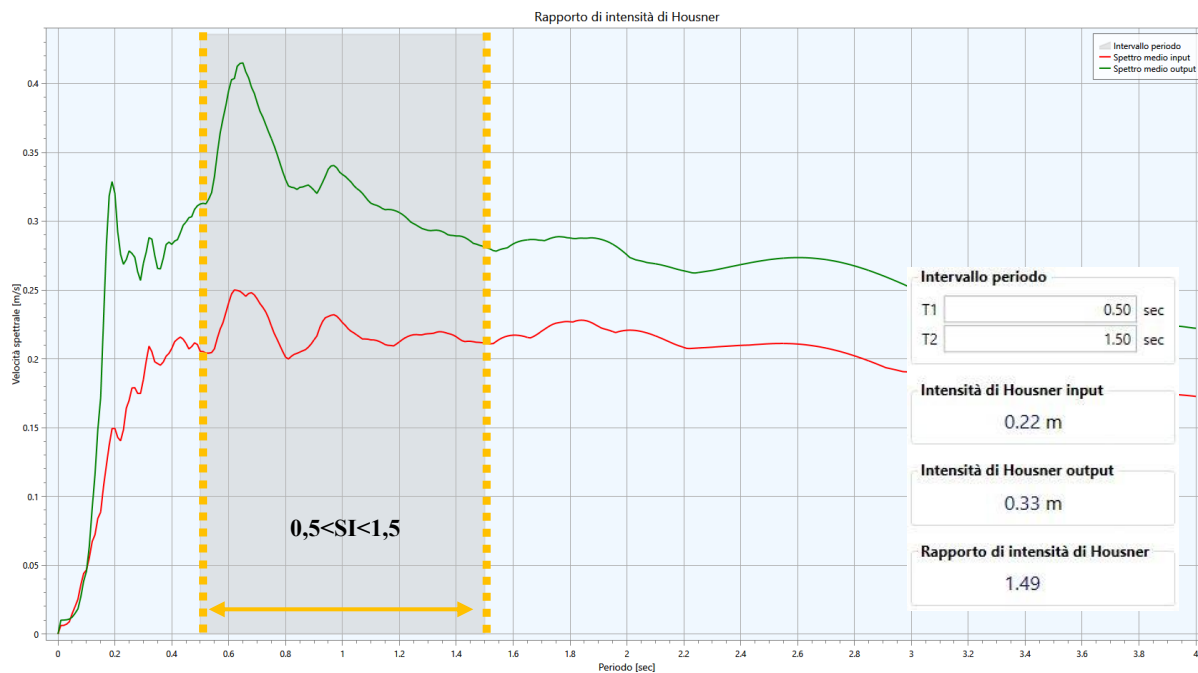


FIG. 37C - INTENSITÀ DI *HOUSNER* FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,5$

3D) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Nella Fig. 38 viene rappresentata la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità (rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A. al *bedrock*).

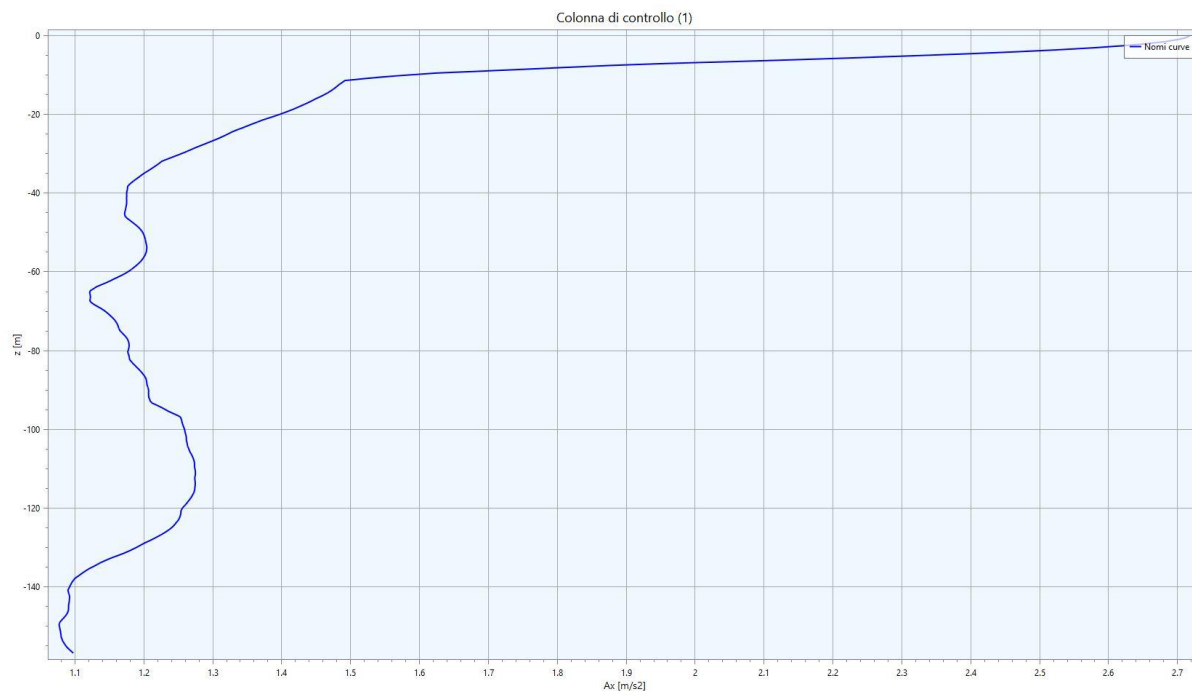


FIG. 38 - *P.G.A. PROFILE*: SI PUÒ NOTARE UNA MAGGIORE INCIDENZA DEI FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE A PARTIRE DAGLI ORIZZONTI PIÙ SUPERFICIALI AVENTI VS INFERIORE (DA 0 A 11 M CIRCA)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 2008 (Terreni di copertura riconducibili alla formazione AES8a su substrato del Flysch di Monte Caio)	
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	1.545
F.A. SA1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	1.610
F.A. SA2 ($0.4s < T_0 < 0.8s$)	1.522
F.A. SA3 ($0.7s < T_0 < 1.1s$)	1.464
F.A. SI1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	1.564
F.A. SI2 ($0.5s < T_0 < 1.0s$)	1.585
F.A. SI3 ($0.5s < T_0 < 1.5s$)	1.506

TAB. 11 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DELLA "ZONA 2008 (AES8A SU CAO)"

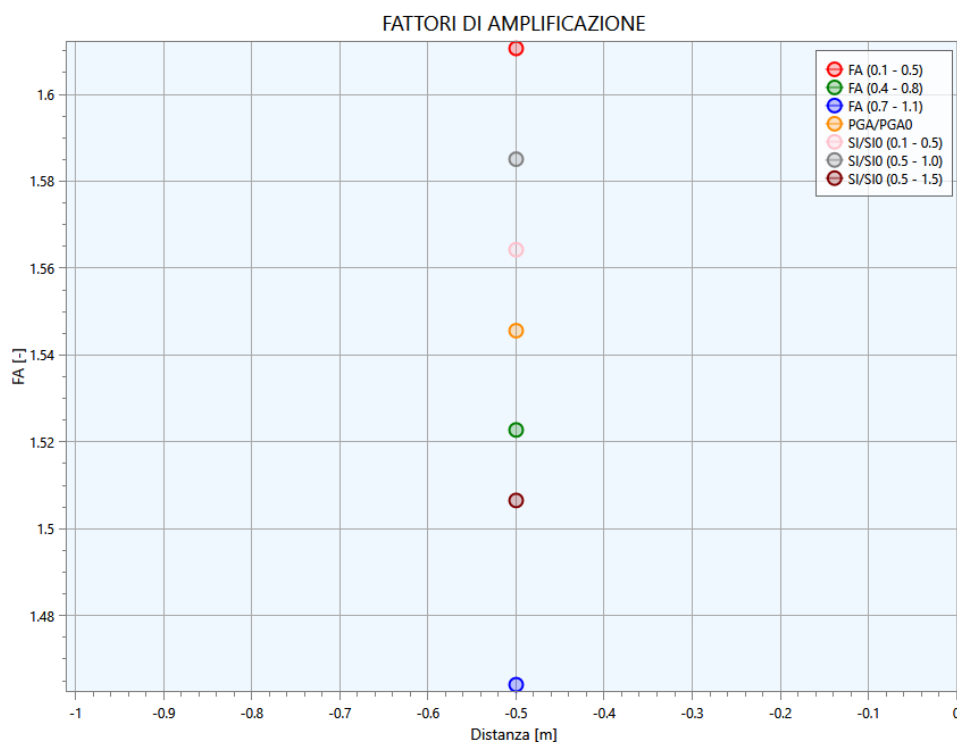


FIG. 39 - GRAFICO DI SINTESI CHE RAPPRESENTA I VALORI DEI FA CALCOLATI PER GLI INTERVALLI CONSIDERATI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

ZONE SUSCETTIBILI D'INSTABILITÀ

Zona 11 → corpo di frana

Nel caso in esame sono state analizzate ed elaborate le seguenti indagini:

- Indagine n° 034044L27SASW27; 034044P81HVS98.

Nella Fig. 40 sono rappresentati i dati di ingresso al software **LSR 2D** impiegato per le elaborazioni di III° Livello, sulla base del modello sismico-stratigrafico ipotizzato.

The screenshot displays the 'Generale' (General) tab of the LSR 2D software interface. It contains two main sections: 'Varie' (Various) and 'Strati' (Stratigraphy).

Varie Section:

- Larghezza base stratigrafia [m]: 1.00
- q [kN/m²]: 0.00
- Caratteristiche bedrock:**
 - ρ [Kg/m³]: 2400.00
 - Vs [m/s]: 1200.00
 - Vp [m/s]: 2000.00

Strati Section:

A table with 10 rows representing stratigraphic layers. The columns are: Nome, Spessore [m], ρ [Kg/m³], Vs [m/s], Ni, Modello geotecnico, Modello resistenza al taglio, and Colore.

	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m³]	Vs [m/s]	Ni	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	Strato (1)	0.30	1650.00	100.00	0.32	BORE -S2SH1 - Copertura De...	Loose sand	[Yellow]
2	Strato (2)	0.70	1680.00	110.00	0.34	BORE -S2SH1 - Copertura Detr...	Loose sand	[Yellow]
3	Strato (3)	2.00	1790.00	170.00	0.33	BORE -S2SH1 - Copertura Detr...	Loose sand	[Orange]
4	Strato (4)	2.00	1850.00	270.00	0.30	SIL_succeSSIONE argilloso calca...	Loose sand	[Light Grey]
5	Strato (5)	3.00	1900.00	340.00	0.34	SIL_succeSSIONE argilloso calca...	Loose sand	[Light Grey]
6	Strato (6)	3.00	1950.00	410.00	0.40	SIL_succeSSIONE argilloso calca...	Loose sand	[Light Grey]
7	Strato (7)	15.00	2100.00	480.00	0.45	SIL_succeSSIONE argilloso calca...	Loose sand	[Blue-Gray]
8	Strato (8)	40.00	2150.00	640.00	0.26	SIL_succeSSIONE argilloso calca...	Loose sand	[Blue-Gray]
9	Strato (9)	85.00	2200.00	760.00	0.33	Average Rock	Loose sand	[Dark Grey]
10	Strato (10)	83.00	2250.00	970.00	0.35	Bedrock - Substrato Rigido	Loose sand	[Dark Grey]

At the bottom of the window are 'OK' and 'Annulla' buttons.

FIG. 40 - SCHERMATA DI INPUT TRATTE DAL SOFTWARE "LSR 2D", DOVE VIENE DEFINITO IL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO DEL SITO DI INTERESSE: **ZONA 11**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

1E) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, è stato calcolato un valore di V_{s30} di 364 m/s, con $H=30$ m da p.c. per il quale viene attribuita ai terreni in esame la “**Categoria B**”. Osservando in dettaglio il grafico (Cfr. Fig. 41) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare al di sopra di quello semplificato di **categoria C**; pertanto i dati emersi dallo studio di RSL risultano più cautelativi. Lo spettro medio è stato poi adattato alla tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della “media”.

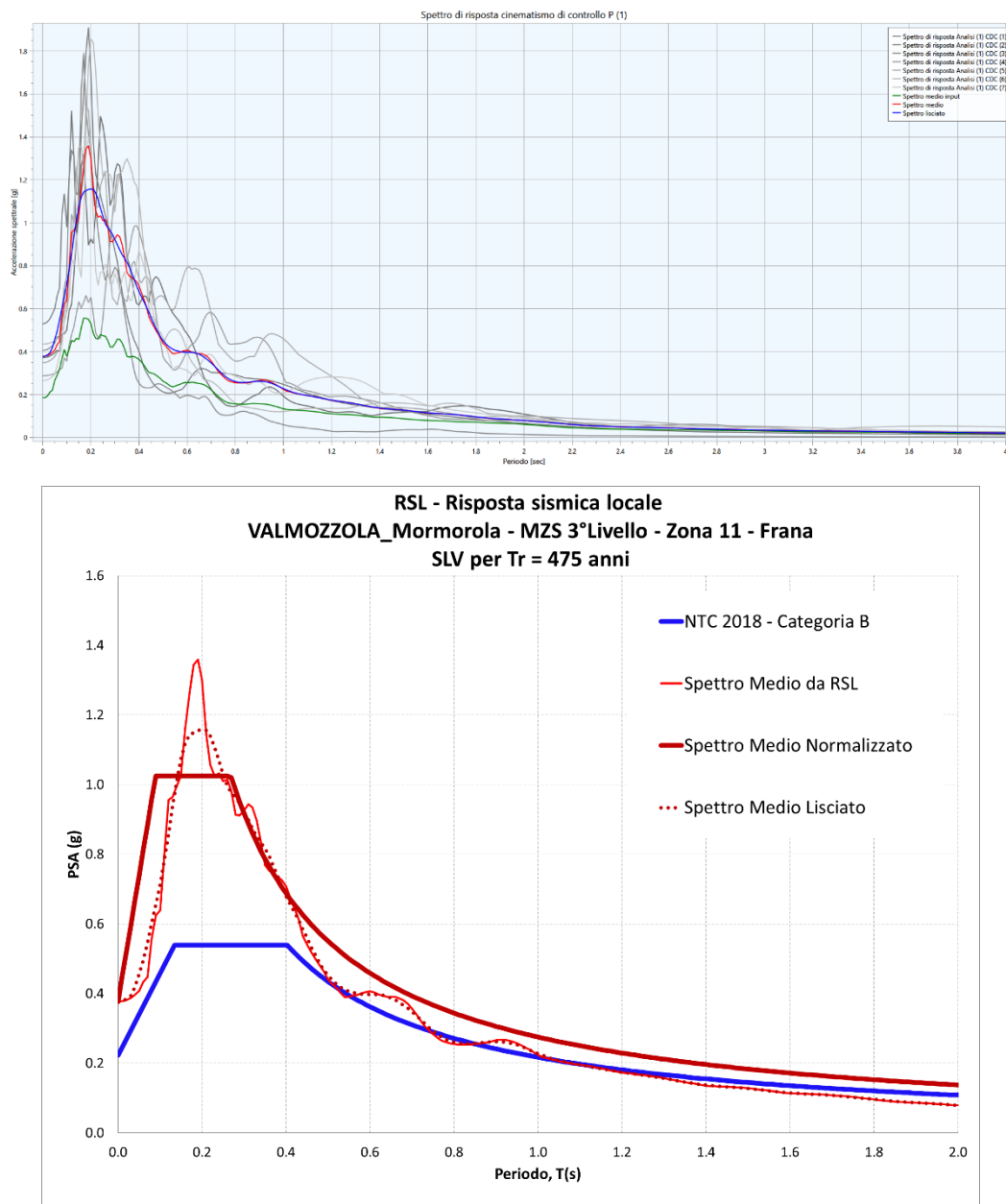


FIG. 41 - SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE E RELATIVO SPETTRO MEDIO DI RISPOSTA ELASTICA IN SUPERFICIE, CALCOLATO PER GLI SLV CON SMORZAMENTO DEL 5% (IN ALTO). SEGUE IL GRAFICO CHE SI METTE A CONFRONTO LO SPETTRO MEDIO PARAMETRIZZATO SECONDO NORMATIVA CON LO SPETTRO RICAVATO DALL' APPROCCIO SEMPLIFICATO SECONDO NTC2018, CHE FA RIFERIMENTO ALLA “CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO” (CATEGORIA B) DETERMINATA SULLA BASE DELLE INDAGINI GEOFISICHE IN SITO (LINEA BLU)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

2E) Housner Intensity – Intensità di Housner

Nei grafici raffigurati di seguito vengono rappresentati gli spettri relativi all'intensità di Housner negli intervalli di riferimento : $0,1 < SI < 0,5$ (Fig. 42a), $0,5 < SI < 1,0$ (Fig. 42b) e $0,5 < SI < 1,5$ (Fig. 42c).

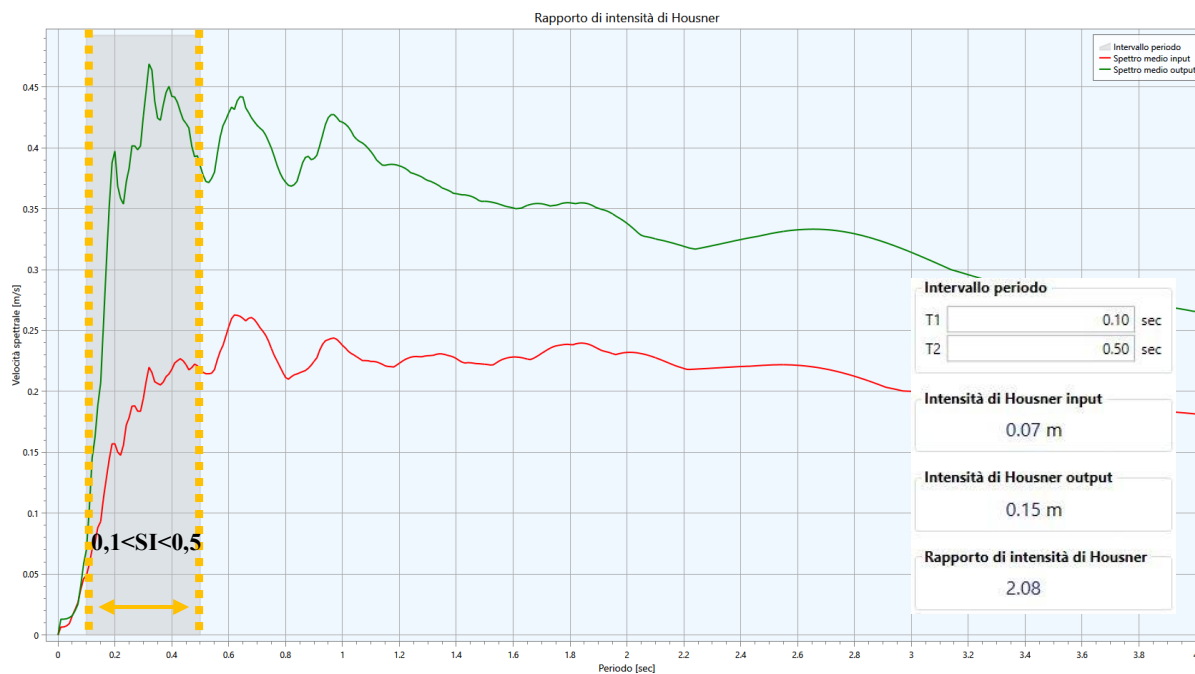


FIG. 42A - INTENSITÀ DI HOUSNER FRA GLI INTERVALLI $0,1 < SI < 0,5$

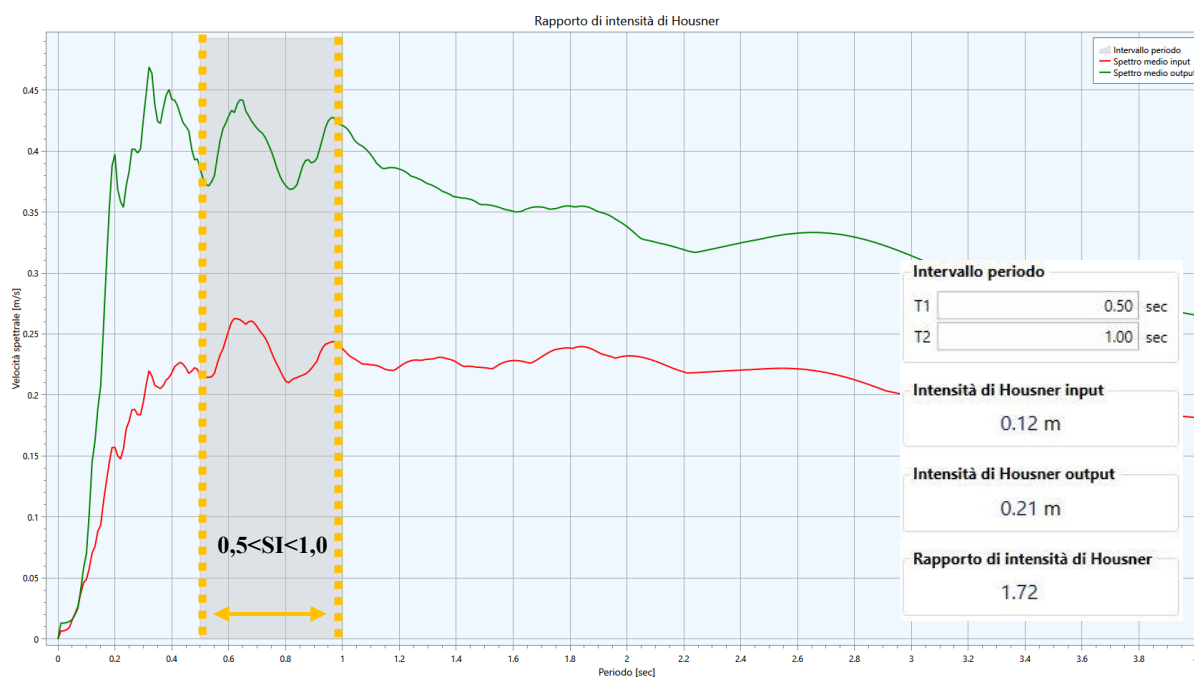


FIG. 42B - INTENSITÀ DI HOUSNER FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,0$

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

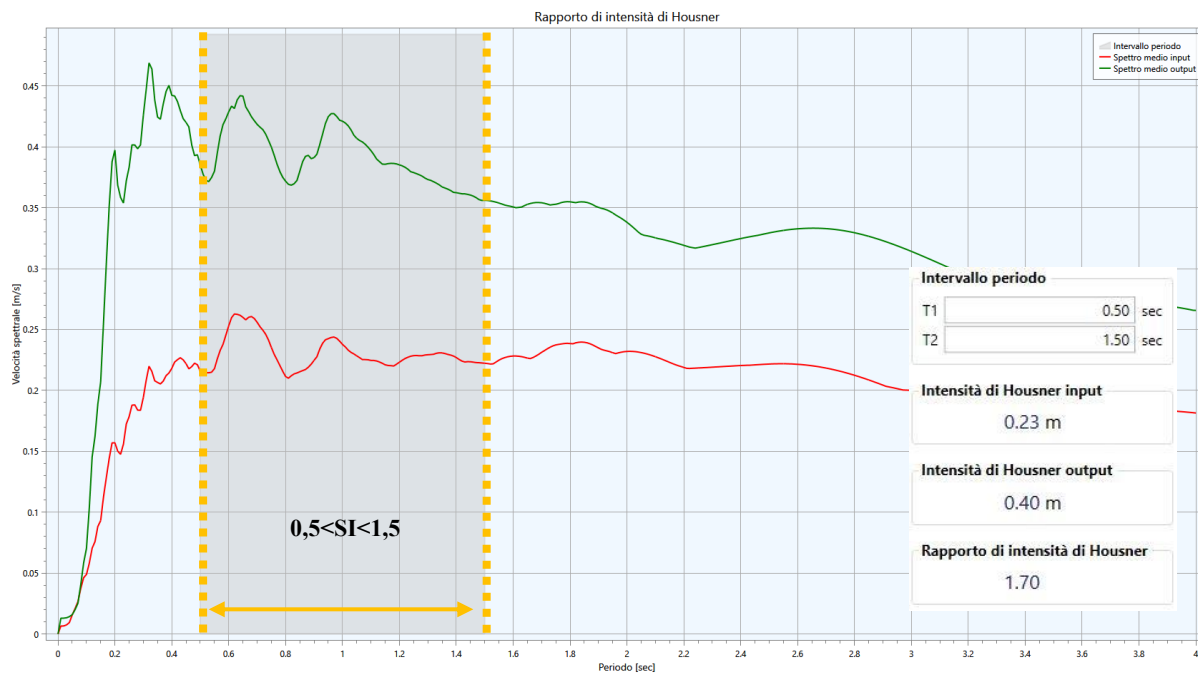


FIG. 42C - INTENSITÀ DI HOUSNER FRA GLI INTERVALLI $0,5 < SI < 1,5$

3E) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Nella Fig. 43 viene rappresentata la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità (rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.₀ al bedrock).

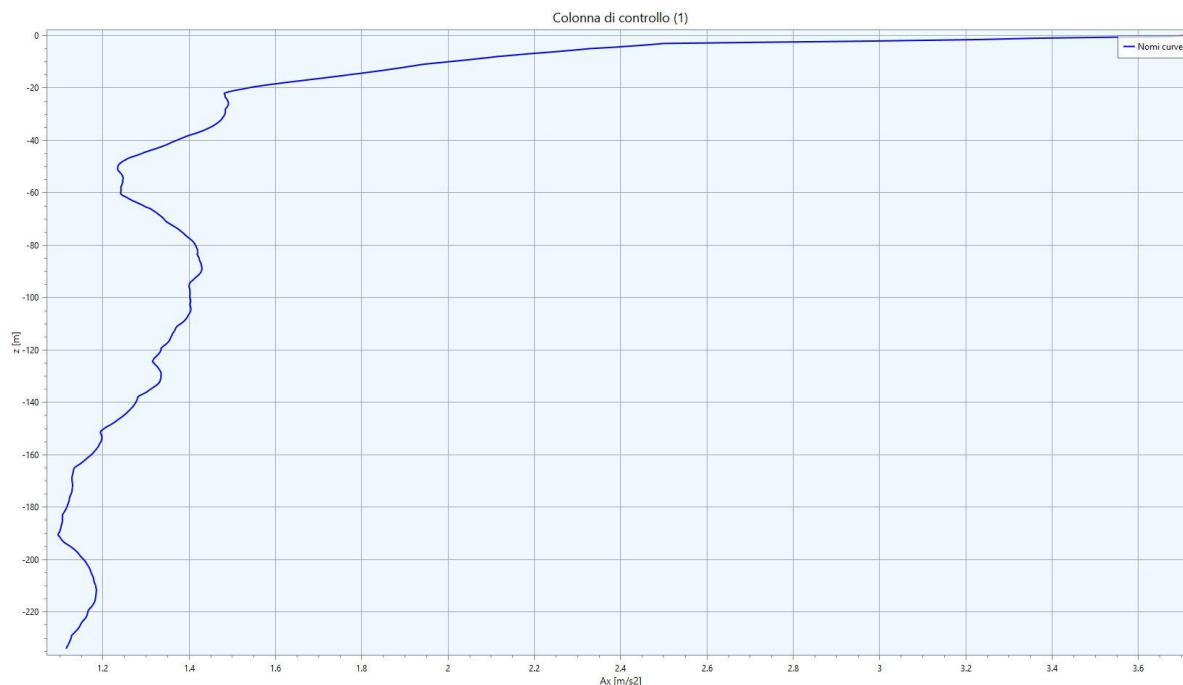


FIG. 43 - P.G.A. PROFILE: SI PUÒ NOTARE UNA MAGGIORE INCIDENZA DEI FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE A PARTIRE DAGLI ORIZZONTI PIÙ SUPERFICIALI AVENTI VS INFERIORE (DA 0 A 11M)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Zona 11 (corpo di frana quiescente)	
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	1.985
F.A. SA1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2.104
F.A. SA2 ($0.4s < T_0 < 0.8s$)	1.678
F.A. SA3 ($0.7s < T_0 < 1.1s$)	1.649
F.A. SI1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2.104
F.A. SI2 ($0.5s < T_0 < 1.0s$)	1.740
F.A. SI3 ($0.5s < T_0 < 1.5s$)	1.727

TAB. 12 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DELLA "ZONA 11"

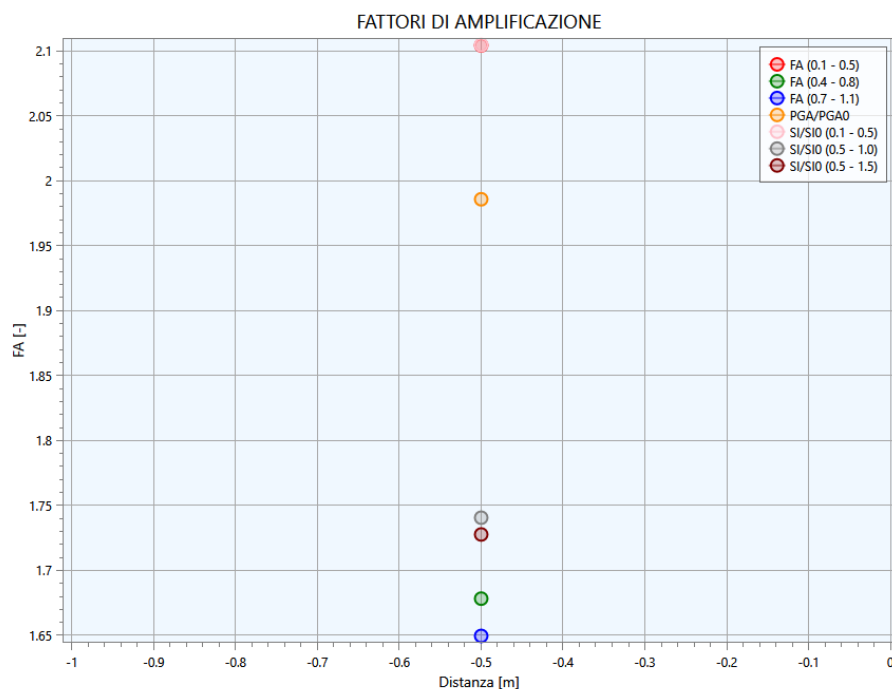


FIG. 44 - GRAFICO DI SINTESI CHE RAPPRESENTA I VALORI DEI FA CALCOLATI PER GLI INTERVALLI CONSIDERATI

5.1.7. Considerazioni finali relative alle analisi di RSL effettuate

Per quanto riguarda il calcolo della “*Risposta Sismica Locale - RSL*” relativa a ciascuna zona individuata, si precisa quanto segue.

Si è optato di approfondire la modellizzazione sismico-stratigrafica al di sotto del primo netto contrasto di V_s , in ragione del fatto che l'analisi congiunta dei dati in sismica attiva (indagini *MASW-HS*) e quelli in sismica passiva (*HVSR*) hanno permesso di caratterizzare anche parte del substrato sottostante, contraddistinto da orizzonti decisamente più veloci di quelli immediatamente sovrastanti. Il dato profondo è da considerare in maniera abbastanza approssimativa e fornisce un trend di aumento delle V_s , ma si ritiene che una ricostruzione fatta in questo modo sia per vari aspetti più rappresentativa della reale condizione in essere.

A seguito dei risultati ottenuti in fase di elaborazione, è stato fatto un confronto fra la “*Funzione di amplificazione*” restituita da ciascun modello ipotizzato e la curva *HVSR* del dato osservato sul campo. Tra tutte le colonne sismiche elaborate per ciascuna zona, si è poi scelto di optare per il modello sismico che restituiva una maggior compatibilità fra queste due curve (curva *HVSR* e Funzione di Amplificazione).

5.2 Verifiche di stabilità

Gli ambiti A_1 Mormorola sede Comunale e Valmozzola Stazione oggetto degli approfondimenti di III° Livello, si collocano in settori di territorio nei quali prevalgono sedimenti di pertinenza ligure che nel caso dell'Ambito A_1 sono rappresentati dai cosiddetti “Complessi di Base”, unità prevalentemente argillose costituenti il basamento tettonico dei flysch terziari appenninici ed in particolare riferibili alle Arenarie di Scabiazza (SCB), al Complesso di Casanova nella sua litofacies a brecce mono e poligeniche in matrice pelitica (CCVb), mentre nel caso dell'Ambito A_2, il substrato è caratterizzato esclusivamente da litotipi tordiditici costituiti da alternanza ritmica di livelli calcareo – marnosi riferibili alla formazione del Flysch di Monte Caio (CAO).

Si tratta di litologie con forte grado di alterazione e tettonizzazione, che presentano discontinuità e litologie fortemente predisposte al franamento.

Per tale natura litologica le aree sono diffusamente interessate da una marcata evoluzione geomorfologica di natura essenzialmente gravitativa. Per tale motivo, per i fenomeni di maggior interesse, laddove sono state reperite informazioni di tipo stratigrafico, geotecnico e sismico, sono state effettuate verifiche di stabilità in condizioni dinamiche per determinare gli spostamenti attesi, secondo quanto previsto dai criteri adottati negli studi di III° °livello, come di seguito illustrato.

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità è stata condotta mediante il programma di calcolo *SLOPE* della *GEOSTRU*. In particolare, in questa sede si è fatto riferimento al metodo di *Jambu*, che prevede l'utilizzo di superfici di scivolamento di forma qualsiasi.

Il metodo di *Jambu* è un semplice, ma accurato, metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

FIG. 45 - AZIONI SUL CONCIO I-ESIMO SECONDO LE IPOTESI DI JANBU E RAPPRESENTAZIONE D'INSIEME DELL'AMMASSO

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Il metodo di *Janbu*, inoltre, introduce un metodo per la correzione del fattore di sicurezza in funzione della forma della frana e dei parametri geotecnici:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \times F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici (Cfr. Fig. 46). Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati, come quello che caratterizza l'area di interesse.

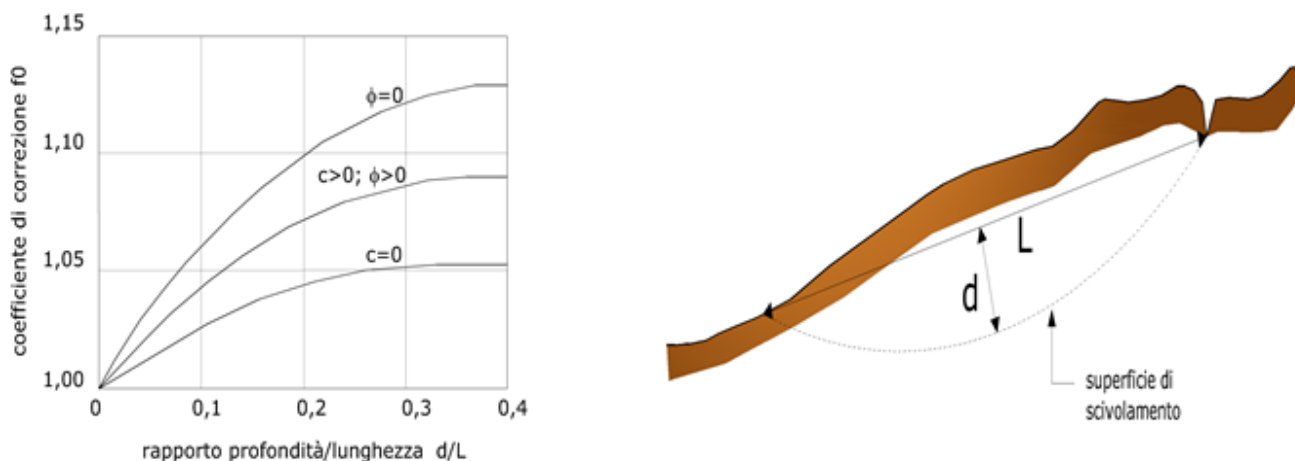


FIG. 46 - CORREZIONE DEL FATTORE DI SICUREZZA IN FUNZIONE DELLA FORMA DELLA FRANA E DEI PARAMETRI GEOTECNICI

La stabilità nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudostatico considerando un incremento della spinta a tergo del blocco dovuta all'accelerazione (verticale ed orizzontale) provocata dal sisma stesso. Tali valori dell'accelerazione provocata dal sisma sono valutati come una frazione dell'accelerazione di gravità g e i coefficienti moltiplicatori di g (K_x e K_y) variano con le caratteristiche sismiche della zona. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono quindi considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro di ogni concio, W il peso del concio e K_x e K_y i coefficienti sismici orizzontale e verticale già introdotti in precedenza.

Gli effetti dello spostamento indotto dal sisma sono stati calcolati con il metodo di *Newmark*.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

L'analisi alla *Newmark* è un metodo di analisi numerica utile alla definizione dello spostamento di una frana potenziale, considerata come un blocco rigido disposto su un pendio, imponendo le forze dinamiche (sisma) agenti sul blocco stesso. In sostanza il metodo valuta lo spostamento di un blocco di massa pari a quella del corpo in frana, sottoposto alla accelerazione indotta dal sisma (Cfr. Fig. 47).

Una volta definita la superficie di scorrimento il programma utilizzato (**QSIM** della **GEOSTRU**) definisce l'accelerazione critica che determina il movimento del blocco equivalente al volume della frana e successivamente confronta tale valore con l'accelerogramma del sito per valutare per quanto tempo il blocco rimane in condizioni di accelerazione superiori a quella critica

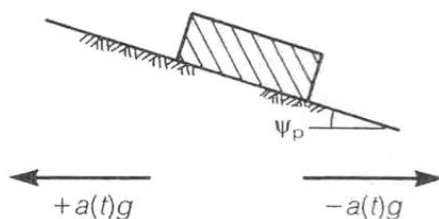


FIG. 47 - SCHEMATIZZAZIONE DEL METODO DI **NEWMARK**

Il calcolo degli spostamenti permanenti avviene attraverso la doppia integrazione (accelerazione>>velocità>>spostamento) delle porzioni dell'accelerogramma che supera il valore di accelerazione critica (al di sopra del quale si ha instabilità).

In pratica, il programma calcola lo spostamento massimo per ciascun accelerogramma considerato di riferimento (Cfr. Fig. 48), per la porzione di pendio di cui il metodo pseudostatico ha definito il fattore di sicurezza minimo.

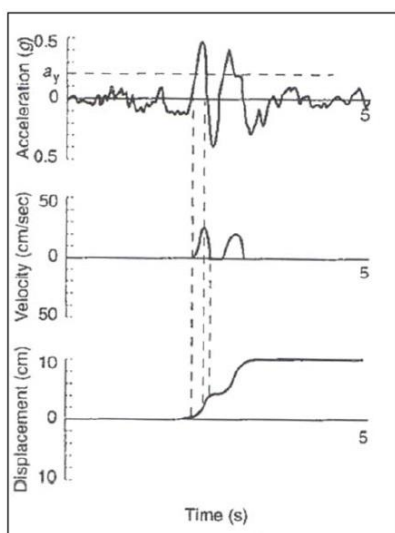


FIG. 48 - ESEMPLIFICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI **NEWMARK**, CON DOPPIA INTEGRAZIONE DELL'ACCELEROGRAMMA

5.2.2. Le ipotesi verificate

Si è svolta una verifica di stabilità, generata su un substrato di tipo non rigido di natura massiva e brecciata (CCVb). Nel dettaglio, i calcoli sono stati eseguiti lungo la seguente sezione:

- Campo Sportivo; ampio fenomeno franoso quiescenti di tipo complesso che originandosi a monte della S. Provinciale si incanala nella depressione incisa dal Rio delle Lamelle, interessando parte del Campo Sportivo e confluire nell'ampio sistema franoso che caratterizza il versante a valle dell'abitato di Mormorola.

I terreni coinvolti dal movimento gravitativo sono stati classificati e parametrizzati con le prove reperite negli archivi e realizzate nell'ambito degli Studi di microzonazione di I°, II° e III° Livello.

In considerazione delle prove disponibili si è preferito procedere con una metodologia di verifica mediante back analysis: definita la superficie di scorrimento della frana sulla base delle indagini sismiche e delle informazioni stratigrafiche reperite da altre prove e per mezzo di sopralluoghi di campagna, si è effettuata una verifica in condizioni non sismiche che ha fornito le coppie dei parametri geotecnici ϕ' e c' che determinano un coefficiente di sicurezza $F_s = 1$ (Cfr. Fig. 49). Considerato che si tratta di frane quiescenti o che hanno stato di attività estremamente lento, con generale equilibrio di corpo di frana, il cui coefficiente di sicurezza non è noto, ma si è supposto sia $F_s \geq 1$, si è proceduto con successive verifiche, aumentando progressivamente i parametri di resistenza al taglio ottenendo fattori di sicurezza crescenti.

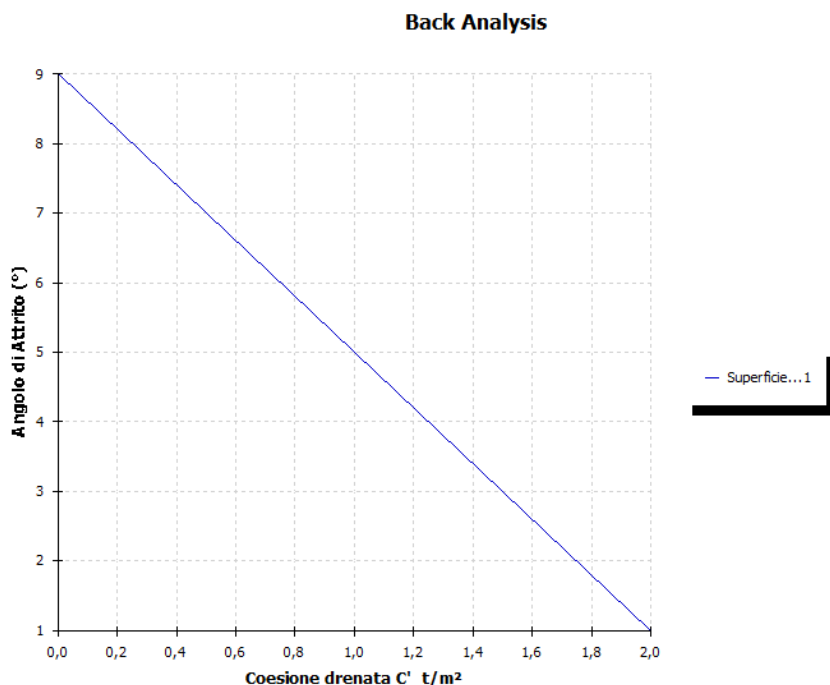


FIG. 49 – ESEMPIO BACK ANALYSIS PER LA FRANA DEL CAMPO SPORTIVO DI MORMOROLA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Successivamente è stata calcolata l'accelerazione critica ed eseguita l'analisi dinamica. La verifica dinamica è stata effettuata per i sette accelerogrammi forniti dalla Regione Emilia Romagna, opportunamente scalati mediante i metodi della risposta sismica locale (accelerogrammi di output di "LSR 1D"). I valori di spostamento del corpo di frana calcolati utilizzando gli accelerogrammi proposti dalla Regione Emilia Romagna correttamente scalati e modificati, sono i seguenti:

Nelle Carte di microzonazione sismica che saranno descritte nel capitolo 6 successivo, il valore di spostamento riportato di III° livello è quello massimo registrato, pari a 2,69 cm, mentre in Fig. 50 viene raffigurata la traccia della sezione di calcolo.

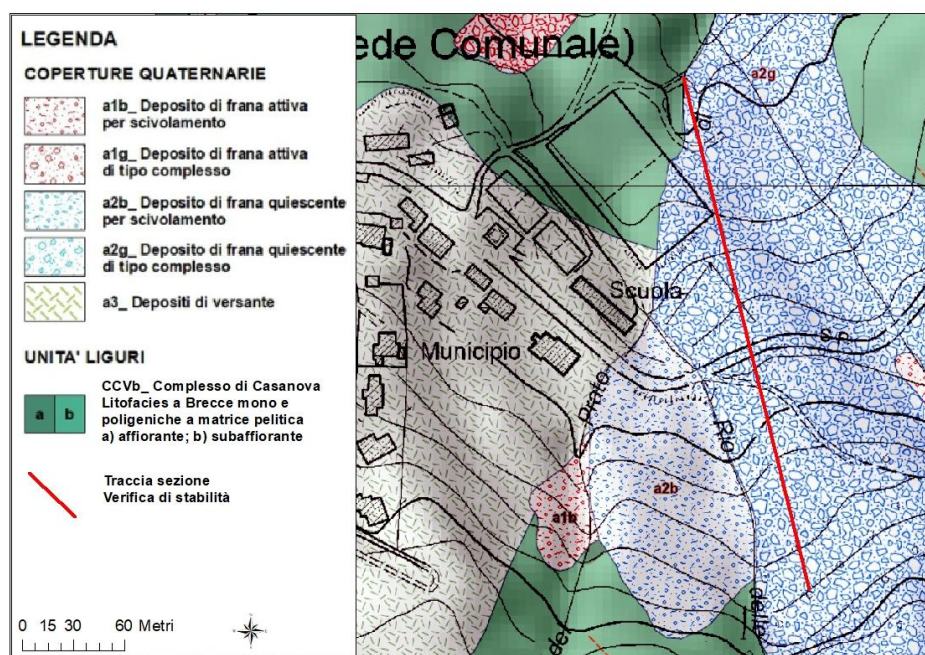


FIG. 50 - UBICAZIONE DELLA SEZIONE UTILIZZATA PER VERIFICA DI STABILITÀ. ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA, SCALA 1:10.000 PROGETTO CARG – SEZIONE N. 216030 "VALMOZZOLA"

Di seguito si riporta in modo sintetico i risultati della verifica eseguita, nell'ambito A_1 Mormorola Sede Comunale.

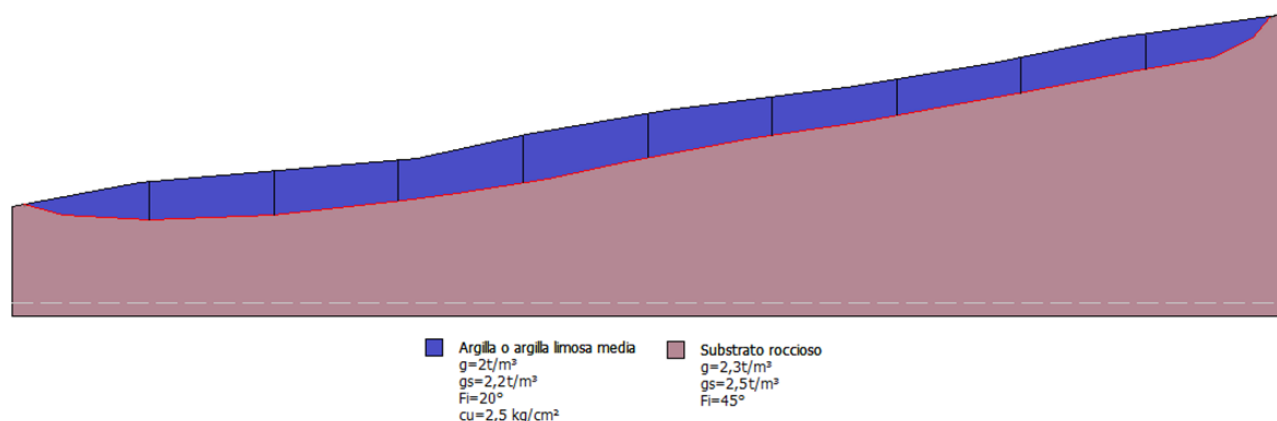
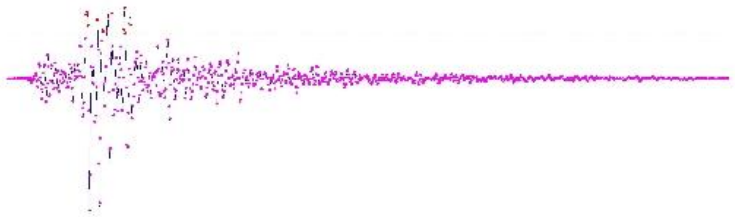


FIG. 51 – SEZIONE ANALIZZATA FRANA DEL CAMPO SPORTIVO, CON INDIVIDUAZIONE DEL CORPO DI FRANA STIMATA



Sisma M1 Da Regione Emilia – Romagna



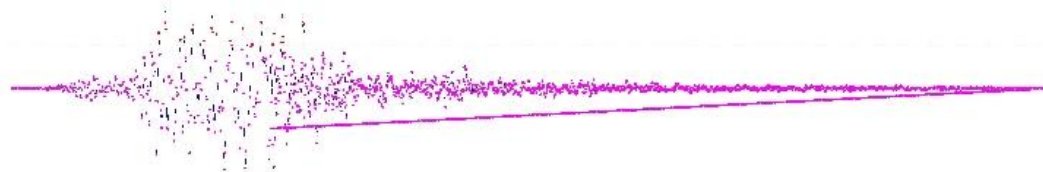
Sisma M2 Da Regione Emilia – Romagna



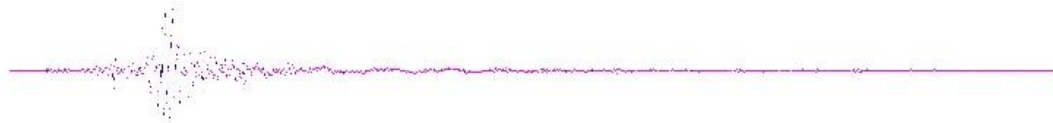
Sisma M3 Da Regione Emilia – Romagna



Sisma M4 Da Regione Emilia – Romagna



Sisma M5 Da Regione Emilia – Romagna



Sisma M6 Da Regione Emilia – Romagna



Sisma M7 Da Regione Emilia – Romagna

FIG. 52 – VERIFICA DINAMICA EFFETTUATA PER I SETTE ACCELEROGRAMMI FORNITI DALLA REGIONE EMILIA ROMAGNA, RELATIVAMENTE ALLA FRANA DEL CAMPO SPORTIVO DI MORMOROLA

6. CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA

6.1 Carte dei fattori di amplificazione

Gli elaborati conclusivi del presente studio sono rappresentati dalle Carte di microzonazione sismica, anch'esse redatte alla scala 1:5.000, nelle quali sono raffigurate le amplificazioni sismiche stimate, le zone di attenzione e quelle suscettibili di instabilità, presenti all'interno degli ambiti di studio. In aggiunta, in relazione ai nuovi standard di Microzonazione sismica, è stata realizzata la zonizzazione del territorio indagato sulla base dello scuotimento atteso al suolo per diversi periodi di riferimento.

L'amplificazione è stata calcolata sia come rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia come rapporto di Intensità di *Housner* (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodi.

La microzona contraddistinta da substrato rigido non stratificato, *Zona 1011* precedentemente ricompresa nelle zone stabili, sulla base dei risultati ottenuti nel corso dell'esecuzione di indagini geognostiche e sismiche e delle analisi di III° Livello, dai quali sono emersi valori del fattore di amplificazione minori, uguali e maggiori di 1, è stata classificata come "*Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali*" e più precisamente come *zona 2011*. Allo stesso modo, i perimetri identificati nelle *MOPS* come substrato non rigido stratificato e non stratificato (Zone 1 parziale, 4, 8 e 11 parziale), sono stati ugualmente valutati con procedure di III° Livello.

Nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non hanno previsto approfondimenti di *III° Livello*, il valore dell'amplificazione stratigrafica è stato acquisito dagli specifici abachi regionalizzati indicati nella *DGR n° 476/2021* (parte delle Zone 1 parziale, 2002, 2011 parziale, e 2099).

Riguardo alla zona di attenzione per instabilità derivata dalle *MOPS* e ricadente all'interno dei perimetri di studio, alla quale è stata attribuita la denominazione *Zona 12*, la stima dei fattori di amplificazione è stata attuata sia tramite studi semplificati di II° Livello (utilizzo di abachi definiti dalla *DGR n° 476/2021*) sia con procedure di terzo livello descritte nel *capitolo 5*, inserendo all'interno del database i vari spettri rappresentativi, in accelerazione e in velocità. Sempre all'interno di tali aree, oltre ai fattori di amplificativi, è stato altresì valutato lo spostamento massimo atteso (*FRT*) seguendo i criteri illustrati nel *paragrafo 5.2*.

Indipendentemente dalla metodologia applicata, l'amplificazione è stata quantificata considerando un tempo di ritorno $TR= 475$ anni, uno smorzamento $\zeta= 5\%$ in termini di:

- $F_{PGA}= PGA/PGA_0$, rapporto tra l'accelerazione massima orizzontale in superficie (PGA) al periodo $T= 0$ e l'accelerazione massima orizzontale al suolo di riferimento (PGA_0) al periodo $T= 0$;
- $FA= SA/SA_0$ dove SA è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione in superficie e SA_0 l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento, da calcolare per i seguenti intervalli di periodo T :

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmazzola

- SA1 per $0,1s \leq T \leq 0,5s$
 - SA2 per $0,4s \leq T \leq 0,8s$
 - SA3 per $0,7s \leq T \leq 1,1s$
- $FH = SI/SI_0$ in cui SI è l'integrale dello spettro di risposta in velocità in superficie (o corrispondente grandezza di Intensità di *Housner*) e SI_0 l'integrale dello spettro di risposta in velocità al suolo di riferimento Intensità di *Housner* (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodi T :
 - SI1 per $0,1s \leq T \leq 0,5s$
 - SI2 per $0,5s \leq T \leq 1,0s$

Nei procedimenti di II° Livello la scelta dell'abaco per la stima dell'amplificazione è stata valutata con le seguenti tabelle, proposte nell'*Allegato A2* dei più recenti indirizzi della *Regione Emilia Romagna* (Cfr. DGR 476 del 12/04/2021), paragrafo A2.1.1 - APPENNINO (zone collinari e montane):

- Tabelle riportate in Tab. 13 in caso di substrato marino non rigido, cioè caratterizzato da $V_s \ll 800$ m/s, affiorante o subaffiorante (copertura di spessore inferiore a 3 m) (cfr. Zona 1 della Carta delle MOPS);
- Tabelle riportate in Tab. 14 quando le coperture ricadono al di sopra di substrato non rigido caratterizzato da $V_s \ll 800$ m/s (cfr. Zone 2, 10 e 12 della Carta delle MOPS);
- Tabelle riportate in Tab. 15 quando le coperture ricadono al di sopra di substrato rigido caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s (cfr. Zone 11 e 99 della Carta delle MOPS).

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
PGA					1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1

Fattore di Amplificazione PGA

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
SA1					1,9	1,7	1,6	1,4	1,2	1,1
SA2					1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3
SA3					1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2

Fattori di Amplificazione SA1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), SA2 ($0,4s \leq T \leq 0,8s$), SA3 ($0,7s \leq T \leq 1,1s$)

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
SI1					1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
SI2					1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3

Fattori di Amplificazione SI1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), SI2 ($0,5s \leq T \leq 1,0s$)

TAB. 13 – TABELLE DA UTILIZZARE PER LA STIMA DI F.A. IN FUNZIONE DI PGA, SA E SI, PER APPENNINO IN CASO DI COPERTURE DIRETTAMENTE POGGIANTI SU SUBSTRATO NON RIGIDO, GENERALMENTE CARATTERIZZATO DA $V_s \ll 800$ M/S

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,3	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	
10	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	
20	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
25	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
30		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
35		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **PGA**

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5		1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
10		2,3	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
15		2,8	2,3	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
20		3,2	2,9	2,3	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3
25		3,4	3,2	2,7	2,0	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3
30			3,3	2,9	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4
35			3,3	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4
40			3,2	3,1	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4
50			3,0	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5

Fattore di Amplificazione **SA2** ($0,4s \leq T \leq 0,8s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	
10	2,5	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,5	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	
20	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,3	
25	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30		2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	
35		2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5		1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
10		1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
15		1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
20		2,4	2,1	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3
25		3,4	2,5	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
30			3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3
35			3,3	2,7	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1
40			3,6	3,1	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
50			3,6	3,4	2,9	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4

Fattore di Amplificazione **SA3** ($0,7s \leq T \leq 1,1s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5		2,1	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3
10		2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3
15		2,7	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3
20		2,6	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3
25		2,6	2,6	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3
30			2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3
35			2,4	2,4	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4
40			2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4
50			2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione **SI1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5		1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
10		1,8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3
15		2,3	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
20		2,9	2,6	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
25		3,6	3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
30			3,3	2,7	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3
35			3,5	3,0	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,1
40			3,5	3,2	2,6	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4
50			3,3	3,3	3,0	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione **SI2** ($0,5s \leq T \leq 1,0s$)

TAB. 14 – TABELLE DA UTILIZZARE PER LA STIMA DI F.A. IN FUNZIONE DI PGA, SA E SI, PER APPENNINO IN CASO DI SUBSTRATO MARINO NON AFFIORANTE (COPERTURA SCIOLTA > 3 M), CARATTERIZZATO DA $V_s \ll 800$ M/S (DA ALLEGATO 2 DEGLI INDIRIZZI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA - DGR 476 DEL 12/04/2021)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

V _{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,8	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
15	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,0
20	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,0
25	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,5	1,3	1,0
30		1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2
35		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2
40		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **PGA**

V _{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,7	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,1	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,2	2,2	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
20	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
25	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1
30		2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2
35		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,2
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,2

Fattore di Amplificazione **SA1** (0,1s ≤ T ≤ 0,5s)

V _{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,2	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,8	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,9	2,8	2,4	1,7	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
30		3,0	2,7	2,0	1,7	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
35		3,1	2,9	2,4	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
40		3,1	3,0	2,6	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1
50		2,9	2,9	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA2** (0,4s ≤ T ≤ 0,8s)

V _{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,7	1,9	1,5	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
30		2,5	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
35		3,1	2,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
40		3,4	2,9	1,9	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
50		3,5	3,3	2,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1

Fattore di Amplificazione **SA3** (0,7s ≤ T ≤ 1,1s)

V _{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,5	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,1	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,4	2,3	2,1	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0
20	2,4	2,4	2,3	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
25	2,4	2,4	2,4	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
30		2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1
35		2,3	2,3	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2
50		2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SI1** (0,1s ≤ T ≤ 0,5s)

V _{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,6	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,6	1,9	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,9	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
30		2,9	2,3	1,6	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
35		3,2	2,8	1,9	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0
40		3,4	3,1	2,4	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0
50		3,2	3,2	2,9	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1

Fattore di Amplificazione **SI2** (0,5s ≤ T ≤ 1,0s)

TAB. 15 – TABELLE DA UTILIZZARE PER LA STIMA DI F.A. IN FUNZIONE DI PGA, SA E SI, PER APPENNINO IN CASO DI SUBSTRATO MARINO NON AFFIORANTE (COPERTURA SCIOLTA > 3 M), CARATTERIZZATO DA V_S ≥ 800 M/S (DA ALLEGATO 2 DEGLI INDIRIZZI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA - DGR 476 DEL 12/04/2021)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Il calcolo dei singoli fattori di amplificazione è stato effettuato considerando la profondità del substrato e le velocità già definite, per ciascuna microzona, tramite le tabelle precedenti.

Per completare l'analisi della microzonazione sismica di II° livello, sono state riprese le formulazioni per valutare il contributo di amplificazione sismica fornito dalla topografia desunti dagli studi pregressi, allo scopo di ricavare il fattore di amplificazione sismica totale (S), determinabile dalla seguente formula:

$$S = S_S \times S_T$$

Dove:

S_S = fattore di amplificazione stratigrafica

S_T = fattore di amplificazione topografica

La determinazione di S_T è stato opportunamente delimitato ad un'area ricadente all'interno dell'ambito di Mormorola in Loc. Groppo di San Siro, contraddistinta da scarpate ad elevata pendenza in prossimità del confine più settentrionale, per la presenza di unità lapidee a composizione ofiolitica. Nel settore maggiormente critico sono stati tracciati n° 2 profili topografici (seguendo il più possibile la linea di massima pendenza). Sono state quindi seguite le procedure di calcolo contenute nell'*Allegato 2* degli ultimi indirizzi regionali, che riportano l'algoritmo per la determinazione del fattore di amplificazione sismica indotto da fattori topografici, come raffigurato nella figura seguente.

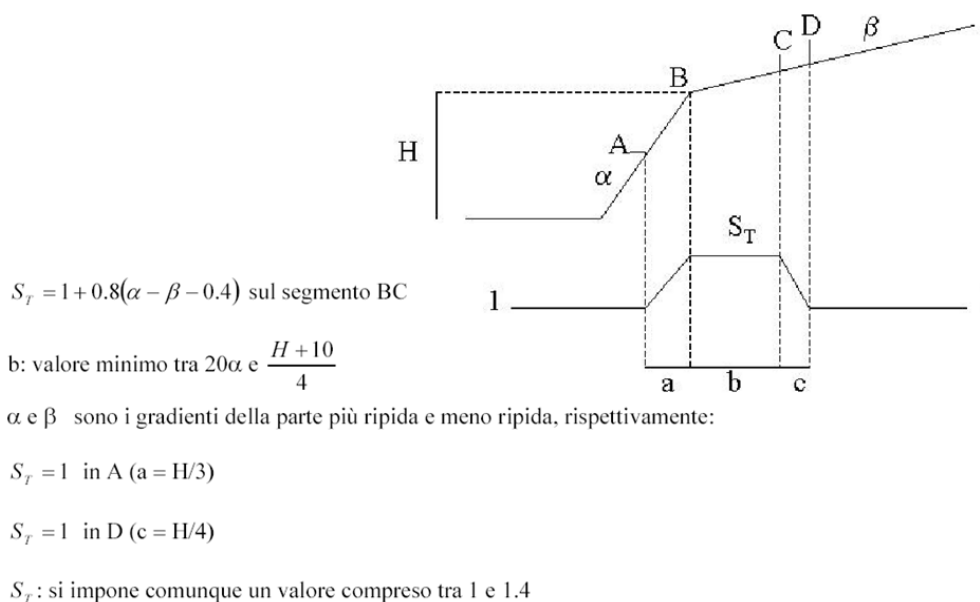


FIG. 53 - CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE SECONDO GLI INDIRIZZI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA - ALLEGATO A2

"TABELLE E FORMULE PER LA VALUTAZIONE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA PER LE ANALISI DEL SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO E PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI TOPOGRAFICI"

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

Tutti i calcoli dei gradienti, dell'estensione delle aree d'influenza e dei fattori di amplificazione topografica risultanti dal presente studio sono riassunti in *Tab. 16*, mentre in *Fig. 54* sono state rappresentate le sezioni analizzate, contraddistinte dai profili raffigurati nelle immagini di *Fig. 55* e *Fig. 56*.

Sia nella planimetria che nelle sezioni sono stati evidenziati i tratti delle aree con amplificazione topografica maggiore di 1, con colori differenti a seconda del valore di S_T . Come si evince in *Tab. 16*, i valori massimi di S_T variano da 1,088 a 1,144.

Profili	α	β	H (m)	b (m)	a (m)	c (m)	S_T
1	0,60	0,02	70,00	12,00	23,30	17,50	1,144
2	0,53	0,02	80,00	10,60	26,60	20,00	1,088

TAB. 16 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI TOPOGRAFICI CONTENUTI NELL'ALLEGATO 2 DEGLI MZS DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA, PER LE SETTE SEZIONI ANALIZZATE NEL PRESENTE STUDIO

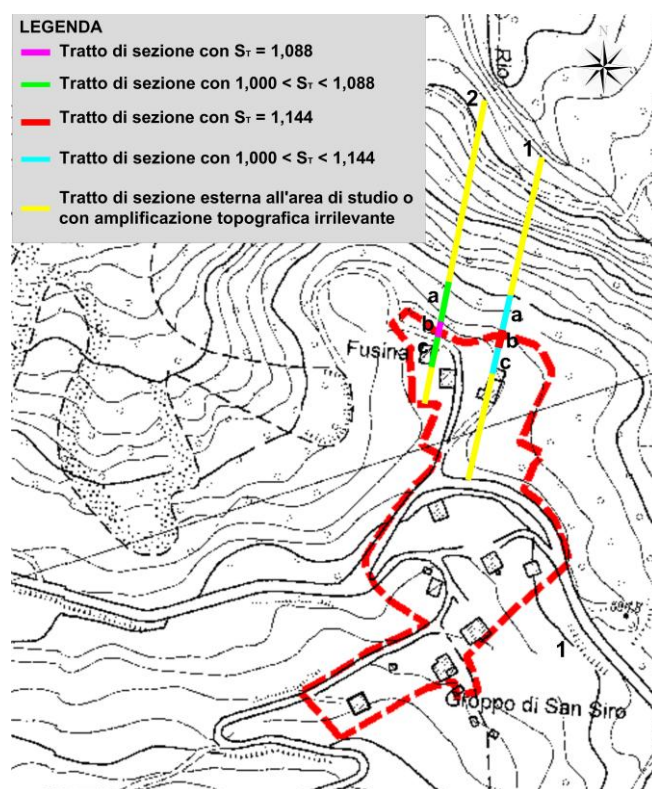


FIG. 54 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SEZIONI TOPOGRAFICHE

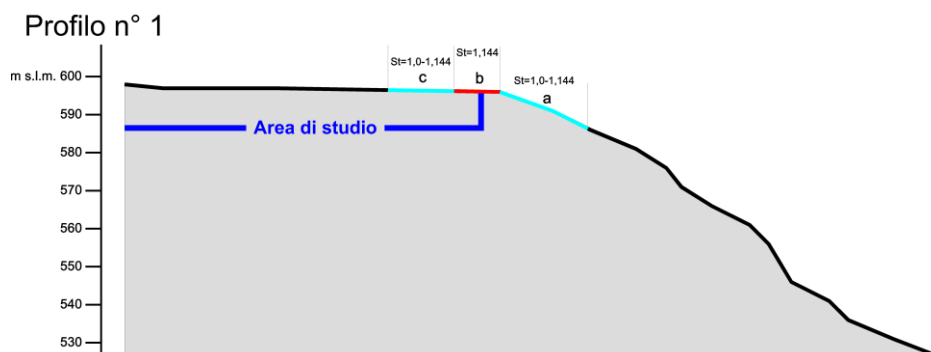


FIG. 55 – RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL PROFILO 1

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

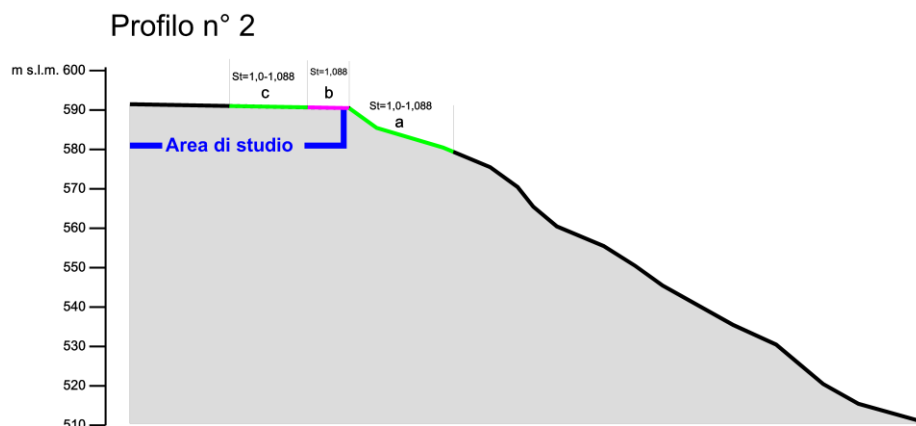


FIG. 56 – RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL PROFILO 2

I fattori di amplificazione calcolati, sia per gli approfondimenti di II° che di III° Livello condotti all'interno degli ambiti comunali sono stati rappresentati nelle relative carte, effettuando gli accorpamenti indicati dagli SRAI e riassunti nella seguente figura.

ZONA	II° Livello Rif. Tabella abachi Regionali ----- III° Livello	V_{sH}/V_{s30} (m/s)	Spessore copertura (m)	F_T	Spettri	FPGA	FA 0,1-0,5 s	FA 0,4-0,8 s	FA 0,7-1,1 s	FH 0,1-0,5 s	FH 0,5-1,0 s
Zona 1	Appennino - Substrato affiorante $V_s < 800$ m/s	500	<3	1	/	1,40	1,40	1,40	1,30	1,40	1,40
	III° Livello	/	/		ValmozzolaPSAO01 ValmozzolaPSVO01	2,02	2,09	1,86	1,61	2,08	1,88
	III° Livello	/	/		ValmozzolaPSAO05 ValmozzolaPSVO05	1,37	1,46	1,69	1,65	1,48	1,67
Zona 2	Appennino - Substrato non affiorante $V_s < 800$ m/s	350	5	1	/	1,40	1,30	1,40	1,30	1,40	1,30
Zona 4	III° Livello	/	/	1	ValmozzolaPSAO02 ValmozzolaPSVO02	1,92	2,16	2,17	2,03	2,18	2,19
Zona 8	III° Livello	/	/	1	ValmozzolaPSAO04 ValmozzolaPSVO04	1,55	1,61	1,52	1,46	1,56	1,58
Zona 11	Appennino - Substrato non affiorante $V_s \geq 800$ m/s	200	5	1	/	1,70	1,40	1,00	1,00	1,20	1,00
				1,1		1,87	1,54	1,10	1,10	1,32	1,10
Zona 12	Appennino - Substrato non affiorante $V_s < 800$ m/s	200	5	1	/	2,00	1,80	1,40	1,30	1,70	1,40
						1,99	2,10	1,68	1,65	2,10	1,74
Zona 99	Appennino - Substrato non affiorante $V_s > 800$ m/s	450	25	1	/	1,60	1,60	1,10	1,00	1,50	1,10

TAB. 17 - TABELLA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

I fattori di amplificazione calcolati, come sopradescritto sono stati rappresentati nelle relative carte, effettuando gli accorpamenti indicati dagli *SRAI* e riportati nella seguente figura.

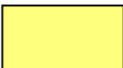
Zone stabili (parametro di amplificazione uguale a 1.0). ¹³	
	1.0
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (classe del parametro di amplificazione). ¹⁴	
	1.1 - 1.2
	1.3 - 1.4
	1.5 - 1.6
	1.7 - 1.8
	1.9 - 2.0
	2.1 - 2.2
	2.3 - 2.4
	2.5 - 3.0
	3.1 - 3.5
	>3.5

FIG. 57 - LEGENDA ADOTTATA PER L'ACCORPAMENTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE NELLE "ZONE STABILI" E NELLE "ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI"

Nelle stesse carte sono state raffigurate anche le zone di attenzione per instabilità soggette ad approfondimento di II° Livello e, rappresentate da un retino con righe oblique di colore nero sovrapposto a un colore di fondo derivante dal fattore di amplificazione calcolato con gli abachi; inoltre nelle aree sulle quali sono stati effettuati approfondimenti di III° Livello (zone suscettibili di instabilità di versante) sono stati indicati il parametro che quantifica tali fenomeni: ovvero, il massimo movimento (FRT, in centimetri). Questo è stato assunto, cautelativamente, uguale al massimo tra i valori calcolati come descritto nel *paragrafo 5.2*.

Considerato lo spostamento massimo calcolato nelle diverse verifiche, di entità sempre minore ai 15, in legenda è stato indicato un retino trasparente con triangoli pieni posto al di sopra a un colore di fondo dato dal fattore di amplificazione determinato con *Risposta Sismica Locale*.

6.2 Carte dello scuotimento atteso in superficie

Oltre alle carte dei fattori amplificazione, come richiesto dagli indirizzi regionali del *DGR n° 564*, sono stati redatti gli elaborati che raffigurano lo scuotimento atteso in superficie H_{SM} calcolato in funzione di g , dato dal prodotto del parametro *Acceleration Spectrum Intensity (ASI_{UHS})*, valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi 0,1s-0,5s, diviso per ΔT e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) determinato per lo stesso intervallo di periodo:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

I valori di $ASI_{UHS}/\Delta T$ sono stati estratti dalla griglia *INGV* riportati nel file *all4_coord.kmz*, ed assegnati a ciascun punto baricentrico di ogni microzona omogenea, per un tempo di ritorno T_R pari a 475 anni. L'elaborato finale raffigura tutti i diversi poligoni contenuti all'interno degli ambiti di studio contraddistinti da un determinato valore di H_{SM} .

Limitatamente alle aree soggette ad approfondimenti di III° Livello, è stato calcolato lo scuotimento atteso direttamente sugli spettri di risposta in pseudo accelerazione, sempre con Tempo di ritorno 475 anni, per i seguenti periodi di riferimento:

- 0,1s ≤ T ≤ 0,5s (H_{SM});
- 0,4s ≤ T ≤ 0,8s (H_{0408});
- 0,7s ≤ T ≤ 1,1s (H_{0711}).

Il colore di fondo viene attribuito ad una specifica classe omogenea, ognuna definita per i seguenti intervalli di accelerazione, come indicato negli indirizzi regionali:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

$H_{SM} \leq 0,21g$ $H_{0408} \leq 0,14g$ $H_{0711} \leq 0,09g$	204, 204, 204
$0,22g \leq H_{SM} \leq 0,38g$ $0,15g \leq H_{0408} \leq 0,25g$ $0,10g \leq H_{0711} \leq 0,16g$	0, 255, 255
$0,39g \leq H_{SM} \leq 0,54g$ $0,26g \leq H_{0408} \leq 0,34g$ $0,17g \leq H_{0711} \leq 0,22g$	85, 255, 0
$0,55g \leq H_{SM} \leq 0,70g$ $0,35g \leq H_{0408} \leq 0,45g$ $0,23g \leq H_{0711} \leq 0,29g$	255, 255, 0
$0,71g \leq H_{SM} \leq 0,85g$ $0,46g \leq H_{0408} \leq 0,55g$ $0,30g \leq H_{0711} \leq 0,35g$	255, 170, 0
$0,86g \leq H_{SM} \leq 0,99g$ $0,56g \leq H_{0408} \leq 0,65g$ $0,36g \leq H_{0711} \leq 0,45g$	252, 0, 0

FIG. 58 - LEGENDA ADOTTATA PER L'ACCORPAMENTO DEI VALORI DELLO SCUOTIMENTO ATTESO IN SUPERFICIE H_{SM} , H_{0408} E H_{0711}

E' importante evidenziare che, per le aree sottoposte ad approfondimenti di II° Livello non è possibile determinare i valori di H_{0408} e H_{0711} , per cui nella legenda interna agli elaborati è stata inserita la dicitura "Non calcolato").

La rappresentazione delle carte di microzonazione in termini di scuotimento atteso in superficie permette di analizzare in maniera più realistica e completa la pericolosità sismica del territorio, tenendo conto sia degli effetti di sito quantificati dai differenti fattori di amplificazione, sia della pericolosità di base. La combinazione tra queste due variabili si prefigura come elemento fondamentale per una valutazione più accurata del rischio sismico e quindi si pone alla base di scelte più consapevoli delle strategie per la mitigazione di tale rischio.

7. BIBLIOGRAFIA

- *PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE (PTCP) DELLA PROVINCIA DI PARMA - VARIANTE DI ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA SISMICA REGIONALE (L.R. n.19/2008 "Norme per la Riduzione dei Rischio Sismico"). Variante approvata dal Consiglio Provinciale con delibera n.23 del 17.04.2013.*
- *PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE (PTCP) DELLA PROVINCIA DI PARMA - VARIANTE SPECIFICA - AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DEL DISSESTO (ai sensi dell'art.27bis della L.R. 20/2000 e s.m.i.). Variante approvata dal Consiglio Provinciale con delibera n. 41 del 25.07.2016.*
- *MICROZONAZIONE SISMICA, UNO STRUMENTO CONSOLIDATO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO. L'esperienza della Regione Emilia-Romagna (2012) – Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.*
- *STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA (I° E II° LIVELLO DI APPROFONDIMENTO) DEL COMUNE DI VALMOZZOLA (Dott. Geol. Domenico Bianco, 2022).*
- *Ingegneria sismica - Anno XXVIII - n. 2 - 2011 "INDIRIZZI DI MICROZONAZIONE SISMICA".*
- *Locati M., Camassi, R. e Stucchi M. (2011) DBMI15, LA VERSIONE 2022 DEL DATABASE MICROSISMICO ITALIANO. Milano,Bologna, <http://Emidius.mi.ingv.it/DBMI15>.*
- *Albarello D., Castellaro S. (2011) - TECNICHE SISMICHE PASSIVE: INDAGINI A STAZIONE SINGOLA, Ingegneria Sismica Anno XXVIII - n. 2 – 2011, Appendice I e II, pp 50-62.*
- *Marcellini A., Martelli L, Tinto A., Daminelli R. - L'AMPLIFICAZIONE SISMICA NEGLI "INDIRIZZI PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA-ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA" (2009).*
- *Gruppo di lavoro MS, 2008. "INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA". Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd.*

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

- *Meletti C. e Valensise G., (2004). ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9-APP. 2 AL RAPPORTO CONCLUSIVO. In: "Gruppo di Lavoro MPS (2004).Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003 ". Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004.*
- *CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA – PROGETTO CARG (Servizio Geologico Sismico e dei Suoli – Regione Emilia Romagna).*

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio di Microzonazione sismica (III° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Valmozzola

8. ALLEGATI

Nel corso dello studio sono stati redatti i seguenti elaborati grafici:

Elaborato 1a e 1b	Carta delle indagini	scala 1:10.000
Elaborati 2a e 2b	Carta Geologico – tecnica per la microzonazione sismica	scala 1:10.000
Elaborato 3	Carta delle frequenze naturali dei terreni	scala 1:5.000
Elaborati 4a e 4b	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica	scala 1:10.000
Elaborato 5	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)	scala 1:5.000
Elaborato 6	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – F_{PGA}	scala 1:5.000
Elaborato 7	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – $FA_{0,1-0,5s}$	scala 1:5.000
Elaborato 8	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – $FA_{0,4-0,8s}$	scala 1:5.000
Elaborato 9	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – $FA_{0,7-1,1s}$	scala 1:5.000
Elaborato 10	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – $FH_{0,1-0,5s}$	scala 1:5.000
Elaborato 11	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – $FH_{0,5-1,0s}$	scala 1:5.000
Elaborato 12	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – H_{SM}	scala 1:5.000
Elaborato 13	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – $H_{0,4-0,8s}$	scala 1:5.000
Elaborato 14	Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – $H_{0,7-1,1s}$	scala 1:5.000
Allegato 1	Nuove indagini sismiche HVSR, MASW e HS (SASW)	
	Relazione illustrativa	

Borgo Val di Taro, 16/10/2025

Il tecnico incaricato

Dott. Geol. Domenico Bianco

