

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione tecnica illustrativa (MS3)

Regione Toscana

Comune di Talla



Regione Toscana	Soggetto realizzatore Progeo Engineering S.r.l. Referente e coordinatore attività: Geol. Massimiliano Rossi Geol. Fabio Poggi Collaboratori: Geol. Gabriele Menchetti Geol. Andrea Martini	Data Gennaio 2025
--------------------	---	----------------------

1.	PREMESSA.....	2
2.	ELABORAZIONI DELLO STUDIO DI MS3	2
3.	MODELLO DEL SOTTOSUOLO	7
4.	MODELLAZIONI NUMERICHE E ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	8
4.1.	PARAMETRIZZAZIONE IN CHIAVE DINAMICA DEI TERRENI	8
4.2.	AREE IN FRANA MS3.....	17
4.3.	RAPPRESENTAZIONE SU MAPPA ED ESTRAPOLAZIONE	17
4.4.	INDICAZIONI RELATIVE ALLA FASE PROGETTUALE	20
4.5.	DISTRIBUZIONE DEGLI SPETTRI	23
4.6.	REDAZIONE DELLA CARTA DI MS3.....	24
5.	COMMENTI FINALI E CRITICITÀ STUDIO MS3.....	26

1. PREMESSA

La presente relazione Tecnica illustrativa descrive le fasi operative ed i risultati ottenuti dello studio di Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Talla, effettuato per l'area urbana del capoluogo di Talla e dell'abitato di Casalvescovo.

Il Livello 3 rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione del territorio basata su metodologie analitiche di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica di Livello 3”.

2. ELABORAZIONI DELLO STUDIO DI MS3

Uno studio di microzonazione sismica di terzo livello (di seguito MS3) prevede la disamina di tutti gli aspetti propri di una microzonazione sismica (stima dell'azione sismica e, quindi, dell'eventuale livello di amplificazione sismica e definizione delle aree di rispetto e/o suscettibilità per le aree instabili) mediante procedure avanzate finalizzate ad una parametrizzazione quantitativa. Lo studio di MS3 nel territorio comunale di Talla è stato limitato al fondovalle del Torrente Talla ed aree limitrofe, in corrispondenza dell'omonimo capoluogo e dell'abitato di Casalvescovo.

L'analisi parametrica finalizzata alla redazione di una cartografia di microzonazione sismica di livello 3, impone la preliminare definizione di un input sismico, costituito da un set di accelerogrammi naturali sismo-compatibili con le caratteristiche tettoniche dell'area e spettro-compatibili con quanto prescritto dalle vigenti NTC 2018.

L'input sismico è stato definito mediante la procedura messa a punto dall'Università di Pavia nell'ambito di un Accordo di Collaborazione Scientifica con la Regione Toscana, finalizzata alla *“Definizione di input sismici sismo-compatibili e spettro-compatibili per i comuni della regione Toscana”*.

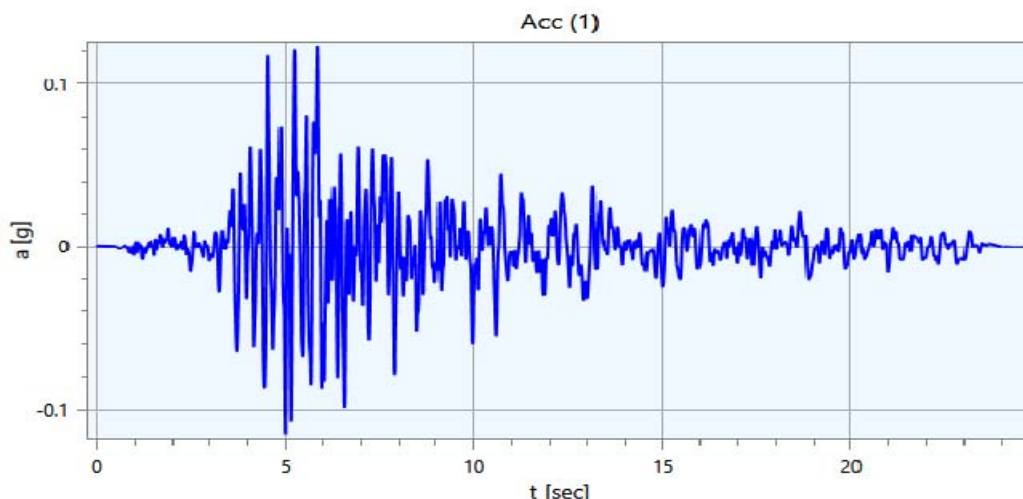
A tal proposito è stato sviluppato un codice di calcolo di semplice utilizzo che fornisce, in funzione del sito e del periodo di ritorno considerati, l'input sismico compatibile con le NTC18 sia in termini spettrali che di accelerogrammi spettro-compatibili.

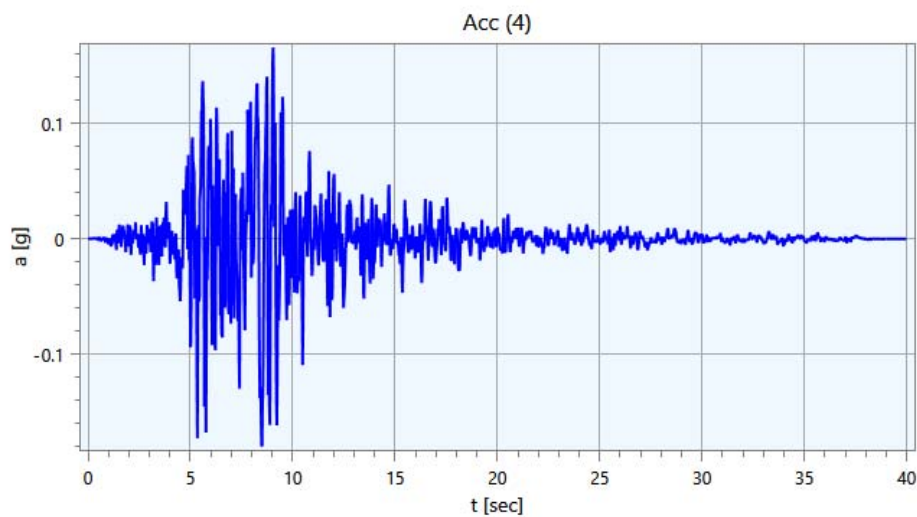
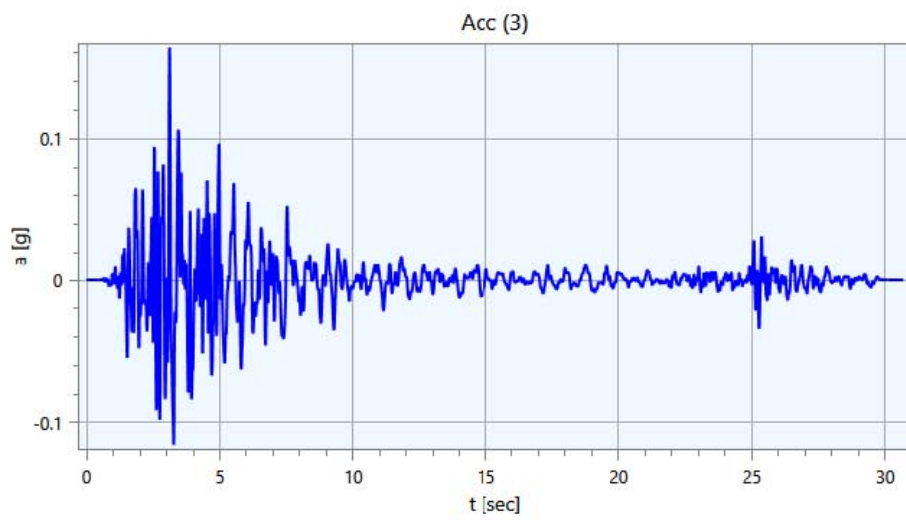
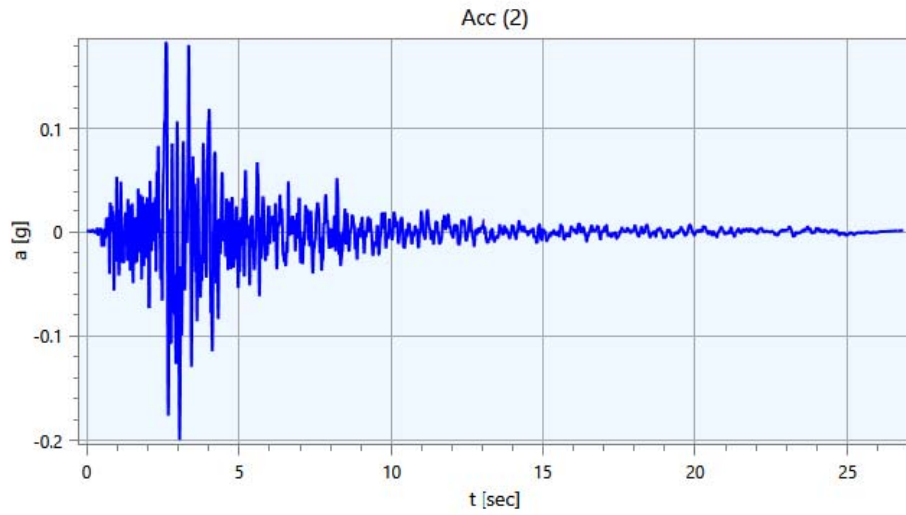
Il codice è chiamato SCALCONA 3.0 (SCALing of COmpatible Natural Accelerograms) ed è scaricabile al link: <http://www.regione.toscana.it/-/accelerogrammi-di-riferimento-per-la-toscana>.

Si è optato per gli accelerogrammi naturali selezionati da banche dati accelerometriche “strong-motion” accreditate. Essi sono da preferire, secondo la normativa e la letteratura internazionale più avanzata per le analisi geotecniche e di risposta sismica locale, a fronte degli accelerogrammi artificiali. SCALCONA 3.0 utilizza i risultati della selezione degli accelerogrammi, consentendo di restituire, per il sito e periodo di ritorno di interesse, un gruppo di 7 accelerogrammi che soddisfano i requisiti di spettro-compatibilità prescritti dalle NTC18 e succ. Circolare.

Gli accelerogrammi possono essere selezionati per ciascun punto interno ai territori di studio e per ciascuno dei 9 periodi di ritorno considerati nelle NTC18 (ossia 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni).

Le analisi di risposta sismica locale realizzate per la microzonazione sismica di livello 3 oggetto del presente lavoro fanno riferimento ad un input sismico relativo ad un periodo di ritorno di 475 anni (SLV). Di seguito è possibile visualizzare le storie temporali dei 7 accelerogrammi utilizzati nelle analisi di risposta sismica locale come input sismico (Figura 2.1) e gli spettri di risposta elastici dei medesimi accelerogrammi a confronto con lo spettro di cat. A (bedrock sismico) previsto dalle NTC 2018 (Figura 2.2) per il centro comunale di Talla (il valore è riferito convenzionalmente alla sede comunale, per la quale è previsto un valore di a_g pari a 0.155 g per un tempo di ritorno di 475 anni).





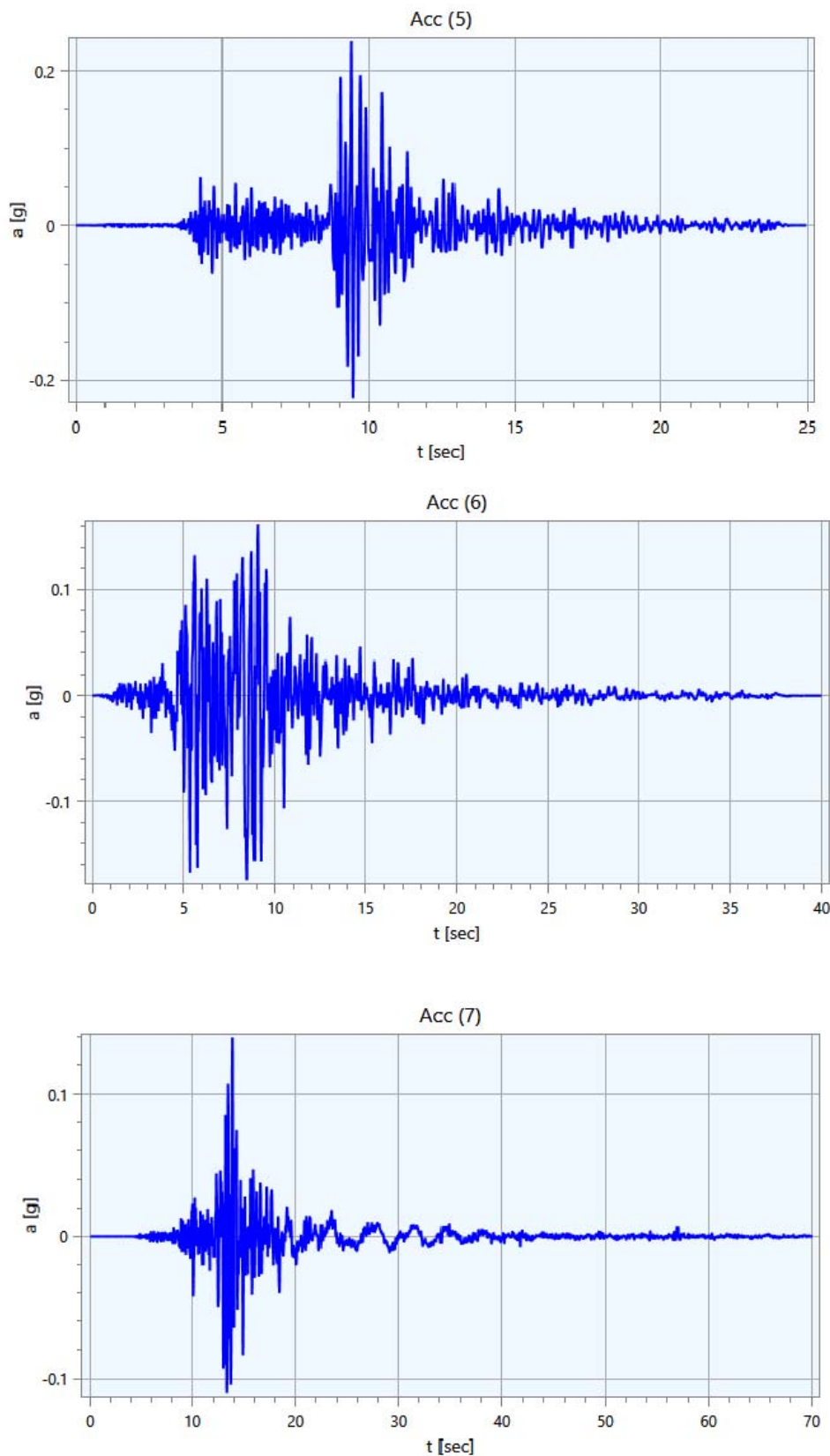


Figura 2.1: Storie temporali dei 7 accelerogrammi utilizzati come input sismico relativo ad un tempo di ritorno pari a 475 anni.

Dal grafico di Figura 2.2 è possibile notare la spettro-compatibilità della media dei 7 input a confronto con lo spettro target di normativa.

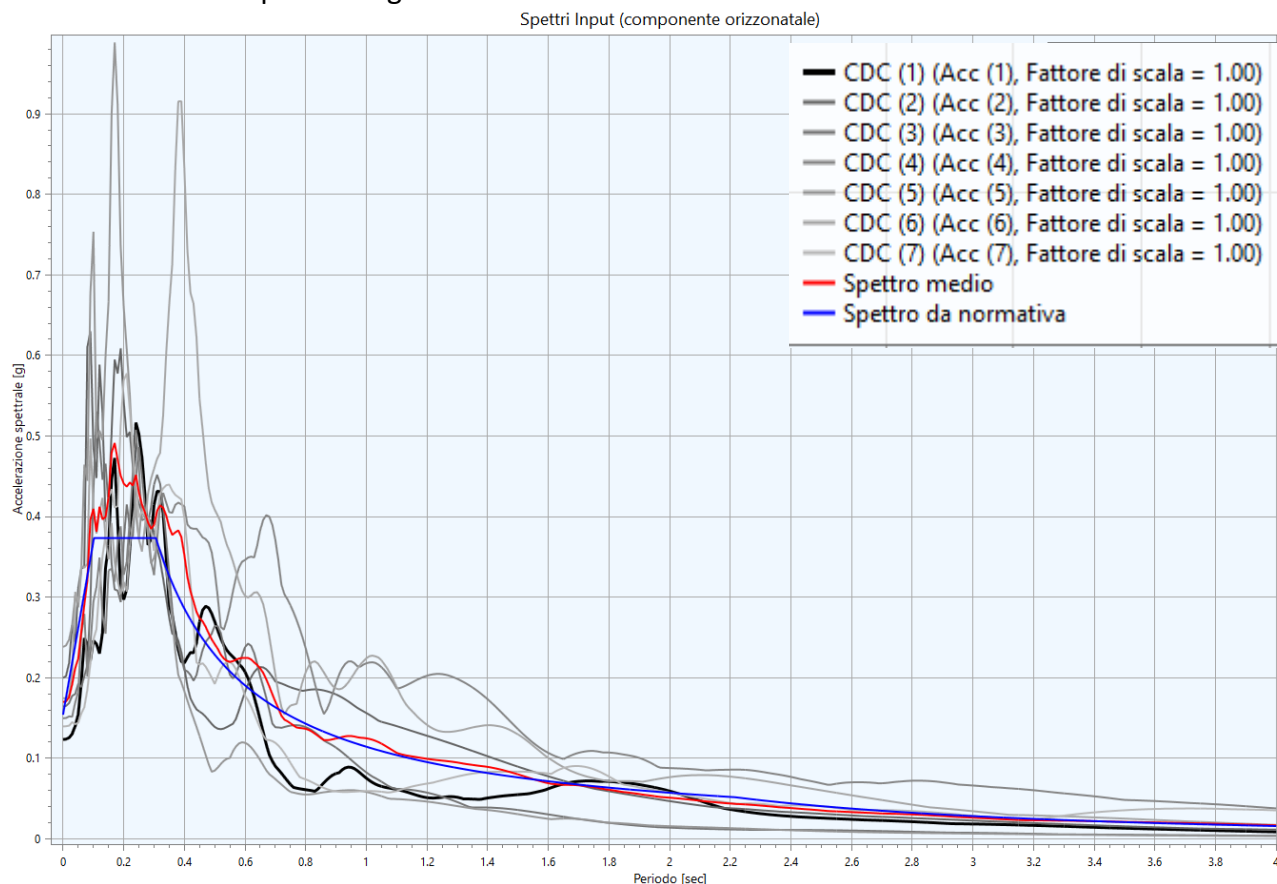


Figura 2.2: Rappresentazione in termini di spettro di risposta elastico (damping factor=5%) dei 7 accelerogrammi utilizzati come input sismico per le analisi di risposta sismica locale relative ad un tempo di ritorno pari a 475 anni.

La Tabella 11.1 riporta le informazioni relative ai predetti accelerogrammi. Essi si riferiscono a registrazioni di eventi naturali e relative a stazioni poste sulla superficie terrestre, in corrispondenza di situazioni sismo-stratigrafiche inerenti la CAT. A ai sensi dell'Eurocodice 8 e delle NTC2018.

TALLA - TR475

n°	Magnitude (Mw)	Epic.Distance (km)	Scaling Factor	Source File Name
1	6.20	29.90	1.61	ESM EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
2	5.74	12.57	1.72	NGA-West2 RSN146_COYOTELK_G01320.AT2
3	5.90	10.10	1.63	ESM IT.ATN..HNN.D.19840507.174943.C.ACC.ASC
4	6.93	83.53	2.76	NGA-West2 RSN804_LOMAP_SSF115.AT2
5	5.40	50.40	3.59	ESM A.STRS..HNE.D.19901216.154540.C.ACC.ASC
6	6.69	38.07	1.16	NGA-West2 RSN1091_NORTHV_VAS000.AT2
7	6.60	31.00	0.56	KiK-net SMNH100010061330.EW2

Tab.2.1 - Informazioni relative ai 7 accelerogrammi spettro-compatibili utilizzati come input sismico: Magnitude Mw = magnitudo momento associata, Epicentral Distance = distanza epicentrale in km, Scaling Factor = fattore di scala, Source file name = indicazione del nome del record e del codice della banca dati di provenienza.

3. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

A seguito delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche recuperate (indagini VEL) ed eseguite per gli studi di MS1-MS2/3, nell'area di indagine del Comune di Talla, sono stati ricostruiti dei modelli geologici, geofisici e geotecnici di sottosuolo; definendo altresì la sezione geologica rappresentativa della zona e fornendo una parametrizzazione geofisica e geotecnica di riferimento.

Naturalmente è opportuno sottolineare che tale parametrizzazione poiché deriva dalle indagini eseguite risulta indicativa e non deve quindi essere utilizzata a scala di progettazione.

Per il presente studio di MS3 sono state realizzate n°24 stratigrafie geologico-tecniche, effettuate in corrispondenza delle indagini recuperate o realizzate, come ubicate nella Carta delle Indagini.

Nell'area di fondovalle ove sorge l'abitato di Talla sono state effettuate numerose indagini sia per il progetto VEL che per i precedenti studi di MS. Tali indagini hanno confermato un modello geologico caratterizzato dalla presenza di un substrato lapideo rappresentato direttamente dalla F.ne delle Arenarie di M.Falterona FAL3 in facies arenacea o argillitica (Olistostroma-FAL3a).

Nella porzione superficiale dei rilievi collinari che sovrastano l'abitato di Talla è presente molto spesso una coltre detritica di limitato spessore o direttamente l'alterazione superficiale del substrato.

Per quanto riguarda le aree interessate da instabilità, sono state oggetto di studio preliminare (screening fase 1) tutte le Zone di Attenzione per instabilità inserite nel livello di MS 1, al fine di individuare le frane attivabili in condizioni dinamiche oltre a quelle attive, inserite a priori. In seguito alla fase 1 di screening tali aree sono state classificate come aree di suscettibilità per instabilità di versante (ZS-FR). Le aree in frana non sono state oggetto di analisi dinamica con il calcolo dello spostamento sismo indotto in quanto non previsto nel presente studio.

4. MODELLAZIONI NUMERICHE E ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il modello geometrico da sottoporre ad analisi di risposta sismica locale è stato rappresentato da “Colonne di controllo” geologico-tecniche realizzate sui punti d’indagine sismica ritenuti maggiormente significativi e recuperati dalla banca dati delle Indagini e visibili nella Carta delle Indagini.

L’Analisi di Risposta Sismica Locale per il presente studio di MS3 è stata condotta, in accordo con il Servizio Sismico della Regione Toscana, in assetto 1D “monodimensionale” utilizzando approcci di tipo lineare-equivalente.

Il numero di verticali analizzate (n°24) ha consentito una buona copertura in riferimento all’estensione dell’area di studio ed alla conformazione geologico-tecnica e sismo-stratigrafica, in modo da intercettare tutte le geometrie superficiali e/o sepolte in grado di influenzare la risposta sismica locale.

Nella trasposizione del modello geologico-tecnico delle verticali d’indagine in modelli numerici 1D sono state definite, oltre che i valori dei parametri fisico-meccanici derivati dalla campagna di esplorazione del sottosuolo a corredo dello studio di MS, anche le geometrie dei litotipi investigati, come desunto dalla ricostruzione del modello geologico-tecnico.

4.1. PARAMETRIZZAZIONE IN CHIAVE DINAMICA DEI TERRENI

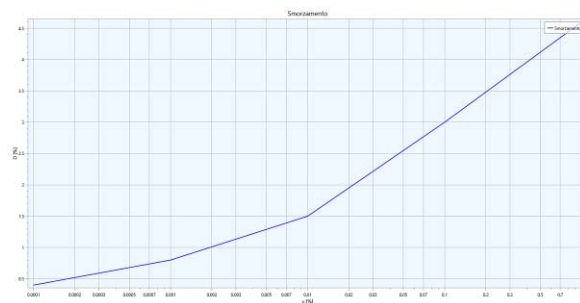
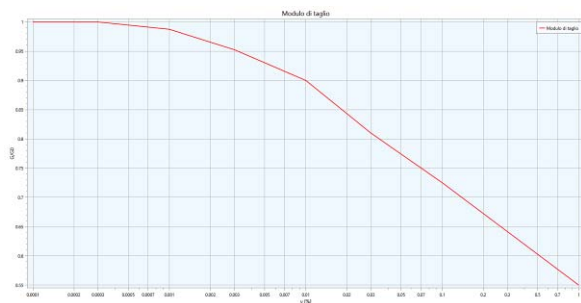
L’esecuzione di analisi di risposta sismica locale, eseguita con il software LSR-2D Vers. 5.0.12 (Local Seismic Response) della Stacec, prevede la parametrizzazione in chiave dinamica dei terreni di studio.

Avendo deciso di ricorrere all’utilizzo di codici di calcolo 1D operanti in ambito lineare-equivalente, è stato necessario ottenere, per ognuno dei sismostrati da modellare, i seguenti parametri:

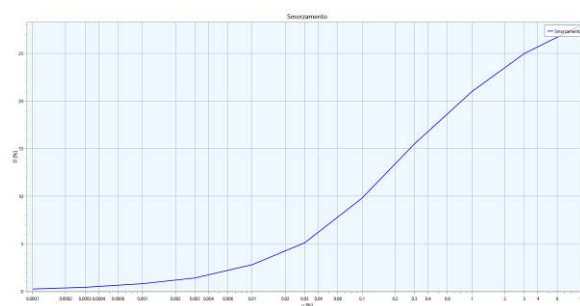
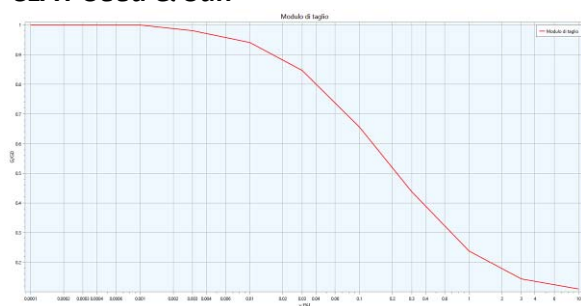
- Valori di **V_p** (velocità di propagazione delle onde di compressione) e di **V_s** (velocità di propagazione delle onde di taglio). Il valore di V_s (come indicato nel precedente paragrafo) è servito anche per determinare la dimensione ottimale della mesh con cui è stata discretizzata la sezione da modellare;
- Pesi di volume dei litotipi in oggetto;

- Curve di decadimento del modulo di taglio normalizzato $G(\gamma)$ e di incremento del rapporto di smorzamento $D(\gamma)$ utilizzate per simulare il comportamento non lineare dei terreni mediante il legame costitutivo lineare equivalente (Figura 4.1).

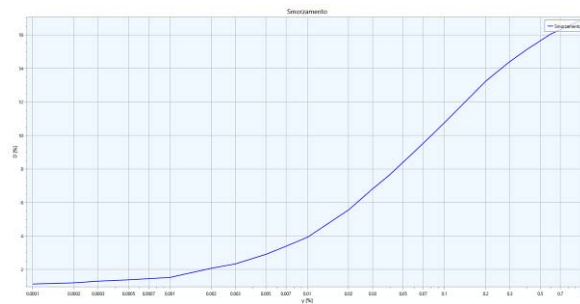
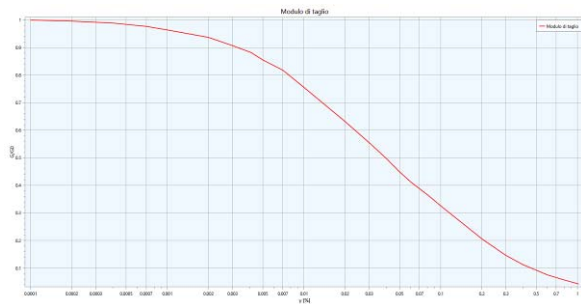
Average Rock



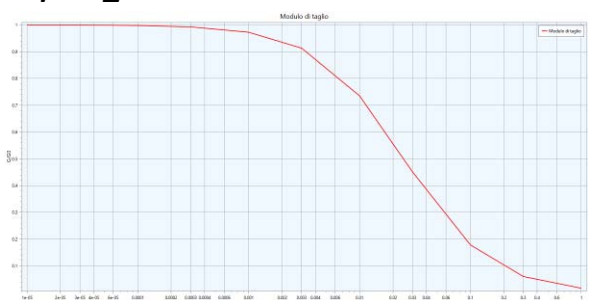
CLAY Seed & Sun



GHIAIE Rollins



Riporti_Casentino



Bn_alluvioni_Castel-Foco

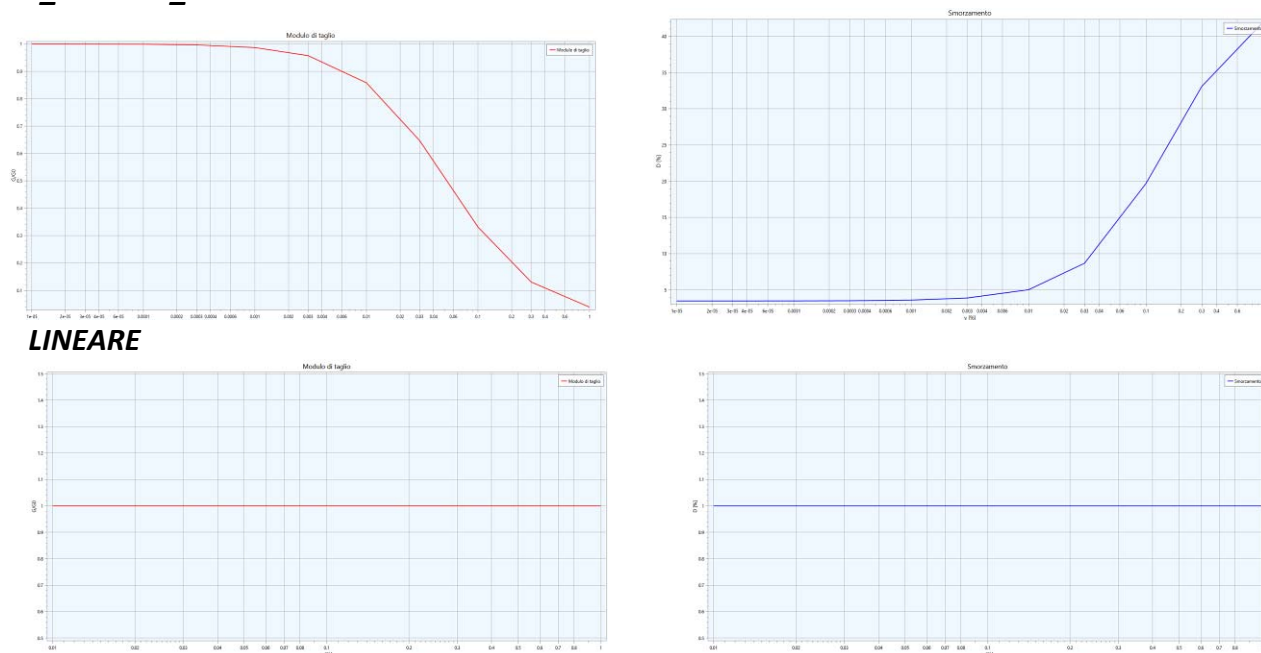


Figura 4.1: Curve di decadimento del modulo di taglio normalizzato $G(\gamma)$ e di incremento del rapporto di smorzamento $D(\gamma)$, utilizzate nella MS3 di Talla (AR)

Nel presente studio le curve di decadimento, sono state tutte derivate da banche dati presenti nel software ad eccezione di “*bn_alluvioni_Castel-Foco*” e “*Riporti_Casentino*” per i quali sono state scaricate, dall’applicativo della banca dati VEL, le curve di decadimento relative ai campioni presenti in corrispondenza di tali formazioni o depositi. Tali curve sono state reperite al seguente link: <http://150.217.76.22/BancaDatiVEL/>. Per tutti i litotipi a comportamento rigido le curve relative inserite nelle modellazioni sono di tipo lineare. Nelle tabelle seguenti vengono riportate le caratteristiche meccaniche degli strati rinvenuti all’interno dell’area di studio, suddivise per verticale d’indagine. I valori delle V_s e/o V_p scritti in blu derivano da correlazioni fatte con i valori di altre indagini ritenuti maggiormente significativi:

n°	Carta delle Indagini			MOPS	profondità	stratigrafia	Vs	Vp	densità	G-G0-D	mod.
	Tipo	Rif.	ubicazione		(m)		(m/sec)	(m/sec)			Poisson
1	S1 (DH)	P3	Scuola elementare	2008	0-4	rip+all	470	835	1900	Riporti_casentino	0.27
					4-7	All-Ghiaie	440	1150	1900	Ghiaie Rollins	0.41
					7-13	OL-Fal3	690	1815	2100	Average rock	0.42
					>13	FAL3	1235	2575	2200	Lineare	0.35
2	S2 (DH)	P2	Scuola materna	2004	0-3,5	riporto	415	820	1900	Riporti_casentino	0.33
					3,5-7,5	All-Sabbie-ghiaie	690	1810	2100	Ghiaie Rollins	0.41
					>7,5	FAL3	1100	3860	2200	Lineare	0.46
3	St1 (Rifr)	L18-SW	Via del Vaticano	2008	0-4	riporto+all	250	720	1800	Riporti_casentino	0.43
					4-5	FAL3-alt	700	1490	1900	Average rock	0.36
					>5	FAL3	1960	4150	2200	Lineare	0.36
4	St1 (Rifr)	L18-NE	Via del Vaticano	2008	0-1	riporto+all	360	720	1800	Riporti_casentino	0.33
					1-8	OL-FAL3	660	1200	2100	Average rock	0.28
					>8	FAL3	1300	3260	2200	Lineare	0.41
5	St2 (Rifr)	L17-SW	Piazza IV Novembre	2008	0-1	riporto	330	570	1800	Riporti_casentino	0.25
					1-7	All-Sabbie-ghiaie	330	910	1900	Ghiaie Rollins	0.42
					>7	FAL3	1990	3795	2200	Lineare	0.31
6	St2 (Rifr)	L17-NE	Piazza IV Novembre	2008	0-1	riporto	330	570	1800	Riporti_casentino	0.25
					1-5	All-Sabbie-ghiaie	400	910	1900	Ghiaie Rollins	0.38
					>5	FAL3	1245	2915	2200	Lineare	0.39
7	St3 (Rifr)	L19-WSW	Via Roma	2004	0-3	detrito	340	900	1800	Clay Seed & Sun	0.42
					3-8	FAL3-Alt	870	1880	2100	Average rock	0.36
					>8	FAL3	2320	4600	2200	Lineare	0.33
8	St3 (Rifr)	L19-ENE	Via Roma	2004	0-3	detrito	200	310	1800	Clay Seed & Sun	0.14
					3-5	FAL3-Alt	700	2200	2100	Average rock	0.44
					>5	FAL3	2060	3800	2200	Lineare	0.29
9	St4 (Rifr)	L20-N	Fosso la Castellaccia	2008	0-10	Ghiaie-All	415	615	1900	bn_alluvioni	0.08
					10-24	detr+Fal3_Alt	415	3500	2100	Average rock	0.49
					>24		1280	3500	2200	Lineare	0.42
10	St4 (Rifr)	L20-Centrale	Fosso la Castellaccia	2023	0-10	detrit+Fal3_Alt	425	680	2100	Clay Seed & Sun	0.18
					>10	FAL3	1410	2975	2200	Lineare	0.36
11	St4 (Rifr)	L20-S	Fosso la Castellaccia	2001	0-3	Fal3_Alt	425	680	2100	Clay Seed & Sun	0.18
					>3	FAL3	1410	2975	2200	Lineare	0.36
12	St5 (rifr)	L21-NNW	Torrente Talla	2008	0-12	Dep_All	200	800	1800	bn_alluvioni	0.47
					>12	FAL3	1500	3700	2200	Lineare	0.40
13	St5 (rifr)	L21-SSE	Torrente Talla	2008	0-13	Dep_All	200	600	1800	bn_alluvioni	0.44
					>13	FAL3	1500	4200	2200	Lineare	0.43
14	37 (MASW)	L33	Torrente Talla	2008	0-5	Dep_All	320	800	1800	bn_alluvioni	0.40
					5-12	Ghiaie	500	1900	1900	Ghiaie Rollins	0.46
					>12	FAL3	1100	3000	2200	Lineare	0.42
15	241 (HVSr)	P238	Torrente Talla	2008	0-5	Dep_All	400	1000	1800	bn_alluvioni	0.40
					5-12	Ghiaie	500	1250	1900	Ghiaie Rollins	0.40
					>12	FAL3	900	2400	2200	Lineare	0.42
16	1 (MASW)	L1	Via Einaudi	2006	0-10	detrito	250	525	1800	Clay Seed & Sun	0.35
					10-18	FAL3_Alt	390	1295	2100	Average Rock	0.45
					>18	FAL3	800	1720	2200	Lineare	0.36
17	4 (MASW)	L4	Via Einaudi	2006	0-5	detrito	250	525	1800	Clay Seed & Sun	0.35
					5-9	FAL3_Alt	622	1295	2100	Average Rock	0.35
					>9	FAL3	920	1720	2200	Lineare	0.30

n°	Carta delle Indagini			MOPS	profondità	stratigrafia	Vs	Vp	densità	G-G0-D	mod. Poisson
	Tipo	Rif.	ubicazione		(m)		(m/sec)	(m/sec)			
18	34 (MASW)	L30	La Valle	2001	0-7	detrito	400	830	1800	Clay Seed & Sun	0.35
					7-13	FAL3_Alt	700	1450	2100	Average Rock	0.35
					>13	FAL3	900	1700	2200	Lineare	0.31
19	HVSR_036	P65	Olistost_FAL	2002	0-2	detrito	300	630	1800	Clay Seed & Sun	0.35
					2-40	Ol_FAL3	550	1150	2100	Average Rock	0.35
					>40	FAL3	1000	2100	2200	Lineare	0.35
20	HVSR_199	P228	Via del Vaticano	2010	0-8	all	400	1000	1900	Ghiaie Rollins	0.40
					8-9	FAL3-alt	700	1700	2100	Average rock	0.40
					>9	FAL3	1960	4150	2200	Lineare	0.36
21	HVSR_041	P70	Olistost_FAL	2002	0-2	detrito	300	630	1800	Clay Seed & Sun	0.35
					2-45	Ol_FAL3	550	1150	2100	Average Rock	0.35
					>45	FAL3	1000	2100	2200	Lineare	0.35
22	St19 (Rifr)	L15	Casalvescovo	2099	0-2	detrito	235	830	1800	Clay Seed & Sun	0.46
					2-6	FAL3_Alt	515	1450	2100	Average Rock	0.43
					>6	FAL3	1100	3200	2200	Lineare	0.43
23	HVSR_01	P30	SPn59 L'Omone	2001	0-4	Fal3_Alt	250	680	2100	Clay Seed & Sun	0.42
					>4	FAL3	800	1700	2200	Lineare	0.36
24	HVSR_17-18	P46-P47	Casalvescovo	2001	0-2	Fal3_Alt	425	680	2100	Clay Seed & Sun	0.18
					>2	FAL3	1410	2975	2200	Lineare	0.36

Sono state effettuate due distinte analisi: la prima utilizzando una settupla di storie temporali relativa ad un periodo di ritorno di 475 anni e la seconda al periodo di ritorno di 50 anni.

La prima analisi è quella ufficiale dello studio di MS3, da cui sono stati estrapolati tutti i prodotti dello studio di Microzonazione (spettri di risposta elastici e Fattori di Amplificazione).

La seconda analisi è utilizzata esclusivamente per acquisire spettri medi caratteristici da utilizzare come indicazioni e strumenti per la progettazione edilizia.

Partendo dallo spettro di risposta elastico in output, si è effettuato il confronto tra gli integrali di output e di input, in riferimento a 3 differenti intervalli di periodo

$$FA0105 = \frac{\int_{0.1}^{0.5} PSA_{out}(T) dT}{\int_{0.1}^{0.5} PSA_{in}(T) dT}$$

$$FA0408 = \frac{\int_{0.4}^{0.8} PSA_{out}(T) dT}{\int_{0.4}^{0.8} PSA_{in}(T) dT}$$

$$FA0711 = \frac{\int_{0.7}^{1.1} PSA_{out}(T) dT}{\int_{0.7}^{1.1} PSA_{in}(T) dT}$$

La metodologia necessaria per il calcolo dei predetti fattori consiste nel calcolare l'area sottesa allo spettro di output nell'intervallo di periodi richiesto (ad es. 0.1sec-0.5sec) mettendola a rapporto con l'area sottesa dallo spettro di input. Il valore risultante in tale caso sarà corrispondente a FA0105. Gli altri intervalli sui quali è stato effettuato il calcolo corrispondono ai periodi di 0.4-0.8sec e di 0.7-1.1 sec.

Sia lo spettro di output sia lo spettro di input sono stati discretizzati con passo di campionamento lineare ed omogeneo $\Delta t = 0.01\text{sec}$, in modo da rendere possibile il calcolo del fattore di amplificazione come rapporto tra le sommatorie dei valori di pseudoaccelerazione (PSA) nell'intervallo di periodi necessario (sia per l'output sia per l'input - Figura 4.2).

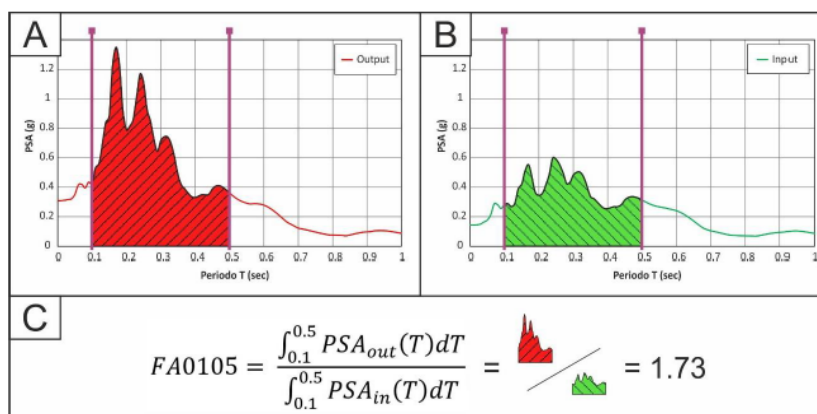


Figura 4.2: - Procedura per il calcolo del fattore di amplificazione FA0105

Il calcolo dei fattori di amplificazione è stato effettuato direttamente dal programma RSL2D sui singoli spettri di risposta (messi a rapporto con il corrispondente spettro di input) mediando successivamente i sette fattori determinati.

L'esecuzione di analisi di risposta sismica locale consente l'acquisizione di molteplici parametri e strumenti di output. In particolare nelle figure riportate nella pagina seguente, sono restituiti gli spettri di risposta elastici relativi alle analisi di RSL in assetto monodimensionale di tutte le verticali indagate (Figura 4.3) con indicato la distribuzione e i valori dei 3 fattori di amplificazione previsti dai vigenti Standard Nazionali (Figura 4.4).

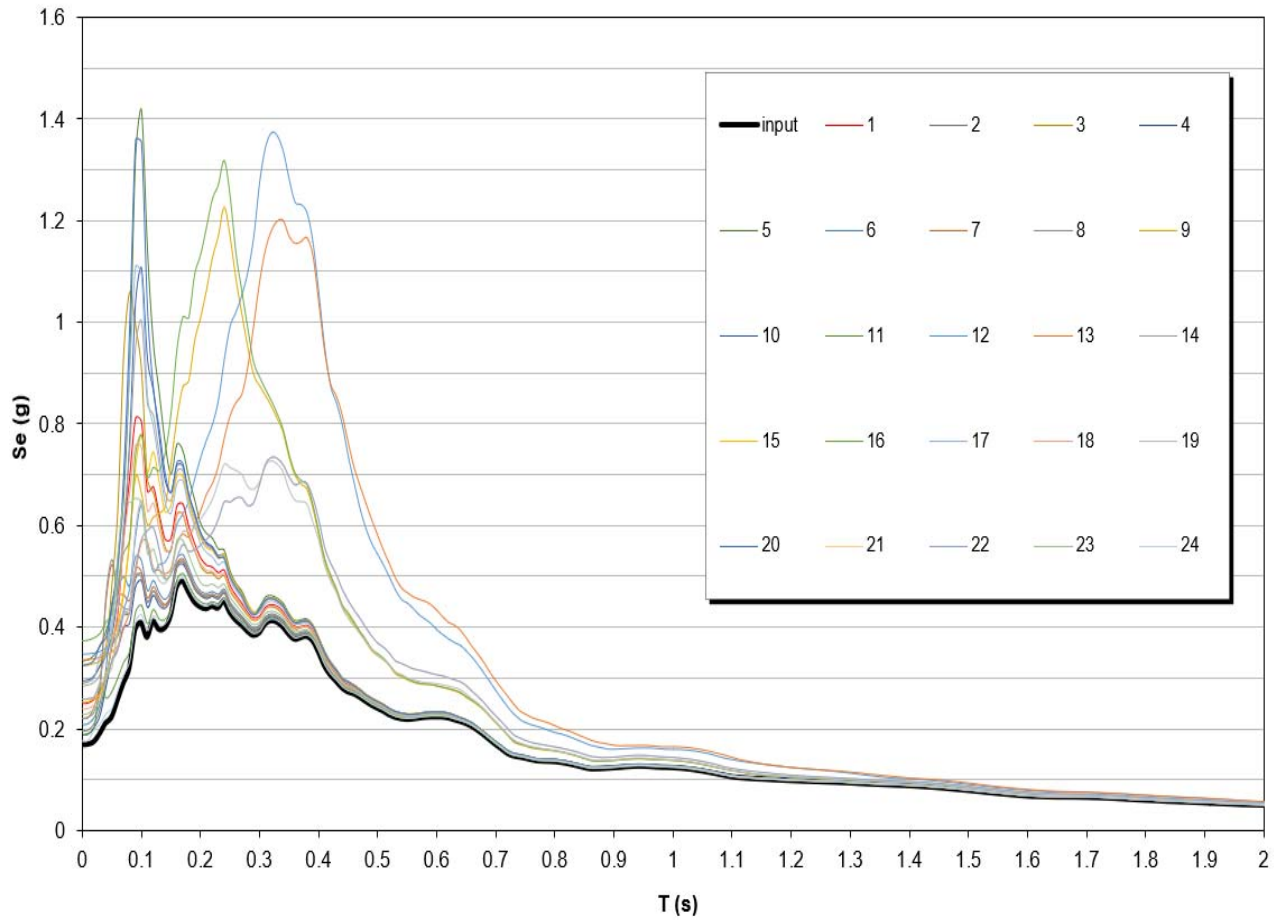


Figura 4.3: spettri medi di risposta elastici (damping=5%) da analisi monodimensionali

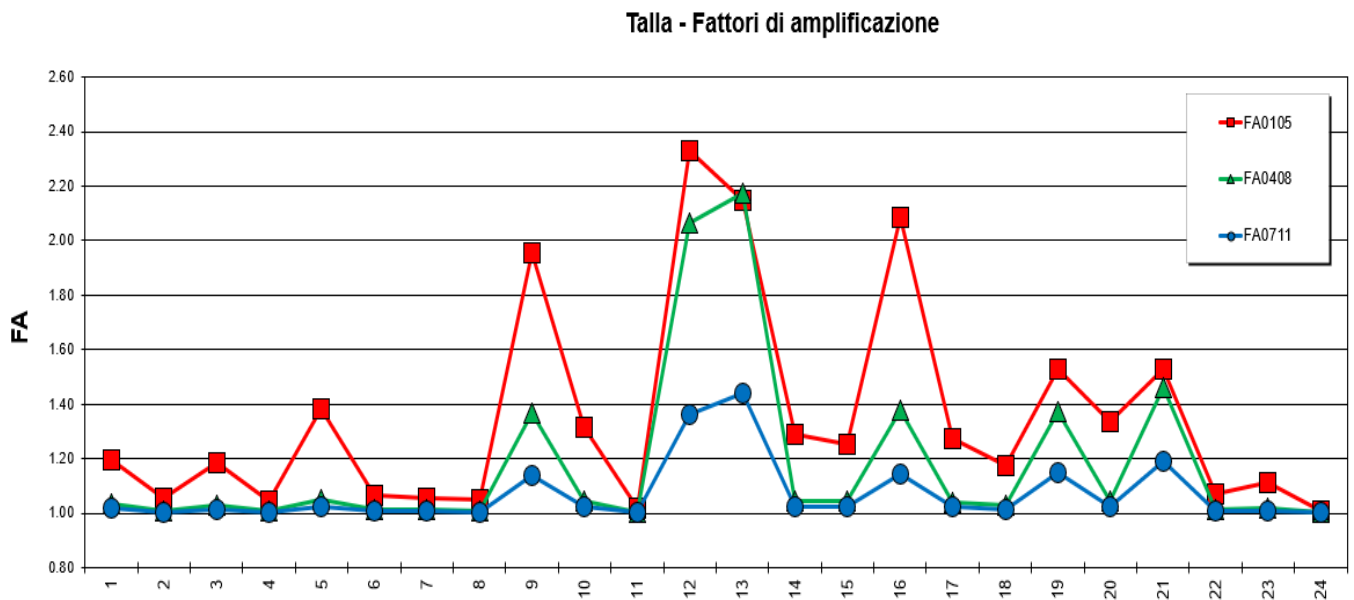


Figura 4.4: Distribuzione dei 3 fattori di amplificazione previsti dai vigenti Standard Nazionali per i 24 punti di controllo

Nelle seguenti tabelle di Figura 4.5 vengono restituiti i valori dei fattori amplificativi nei tre intervalli di normativa:

Indagine			FA0.1-0.5	FA0.4-0.8	FA0.7-1.1
n°	Rif.	Ubicazione			
1	P3	S1-P3	1.19	1.04	1.02
		Down-Hole			
		Scuola elementare			
2	P2	S2-P2	1.05	1.01	1.01
		Down-Hole			
		Scuola materna			
3	L18	St1_SW	1.17	1.03	1.02
		Rifrazione			
		Via del Vaticano			
4	L18	St1_NE	1.04	1.01	1.01
		Rifrazione			
		Via del Vaticano			
5	L17	St2_SW	1.35	1.05	1.03
		Rifrazione			
		Piazza IV Novembre			
6	L17	St2_NE	1.06	1.01	1.01
		Rifrazione			
		Piazza IV Novembre			
7	L19	St3_WSW	1.05	1.01	1.01
		Rifrazione			
		Via Roma			
8	L19	St3_ENE	1.12	1.02	1.01
		Rifrazione			
		Via Roma			
9	L20	St4_Nord	1.93	1.35	1.13
		Rifrazione			
		Fosso la Castellaccia			
10	L20	St4_Centrale	1.28	1.05	1.03
		Rifrazione			
		Fosso la Castellaccia			
11	L20	St4_Sud	1.02	1	1
		Rifrazione			
		Fosso la Castellaccia			
12	L21	St5_NNW	2.33	1.98	1.34
		Rifrazione			
		Torrente Talla			
13	L21	St5_SSE	2.16	2.11	1.42
		Rifrazione			
		Torrente Talla			
14	L33	MASW37	1.27	1.05	1.03
		MASW			
		T.Talla			
15	P238	HVSR241	1.24	1.05	1.03
		T.Talla			

Indagine			FA0.1-0.5	FA0.4-0.8	FA0.7-1.1
n°	Rif.	Ubicazione			
16	L1	MASW1	1.94	1.31	1.12
		MASW			
		Via L.Einaudi			
17	L4	MASW4	1.26	1.04	1.03
		MASW			
		Via L.Einaudi			
18	L30	MASW34	1.17	1.03	1.02
		MASW			
		La Valle			
19	P65	HVSR36	1.53	1.37	1.14
		sismica passiva			
		Olistostroma_FAL3			
20	P228	HVSR199	1.29	1.04	1.03
		Via del Vaticano			
21	P70	HVSR41	1.52	1.45	1.18
		sismica passiva			
		Olistostroma_FAL3			
22	L15	St19	1.07	1.01	1.01
		Rifrazione			
		Casalvescovo			
23	P30	HVSR_01	1.11	1.02	1.01
		SPn59 l'Omone			
24	P46-P47	HVSR_17 e 18	1.01	1.00	1.00
		Rifrazione			
		Casalvescovo			

Figura 4.5: Tabelle con i 3 fattori di amplificazione previsti dai vigenti Standard Nazionali

4.2. AREE IN FRANA MS3

Le aree in frana, derivanti dalle carte MOPS di livello 1, non sono state indagate tramite metodi di analisi dinamica sia per assenza di parametri geotecnici affidabili, sia in quanto non previsto nel presente studio di MS3. Tali valutazioni sono state fatte prendendo come riferimento i dati risultanti dalle elaborazioni condotte nello studio MS3 del Comune limitrofo di Chiusi della Verna in quanto ricadente nel medesimo contesto sismico-geologico per cui è stato assegnato un valore cautelativo di FRT pari a 50 cm.

4.3. RAPPRESENTAZIONE SU MAPPA ED ESTRAPOLAZIONE

Ai fini dell'estensione areale del dato, nei settori dell'area di studio non coperti dalle indagini geologico-tecniche e sismiche e, quindi, sprovvisti dei dati di output delle analisi numeriche, si è ricorso ad estrapolazione areale. Tale processo è stato effettuato mediante l'ausilio combinato della cartografia geologico-tecnica e della cartografia MOPS, come visibile nelle sottostanti Figure 4.6-4.7-4.8, dove vengono riportate anche le ubicazioni di tutte le verticali di esecuzione delle analisi di RSL1D.

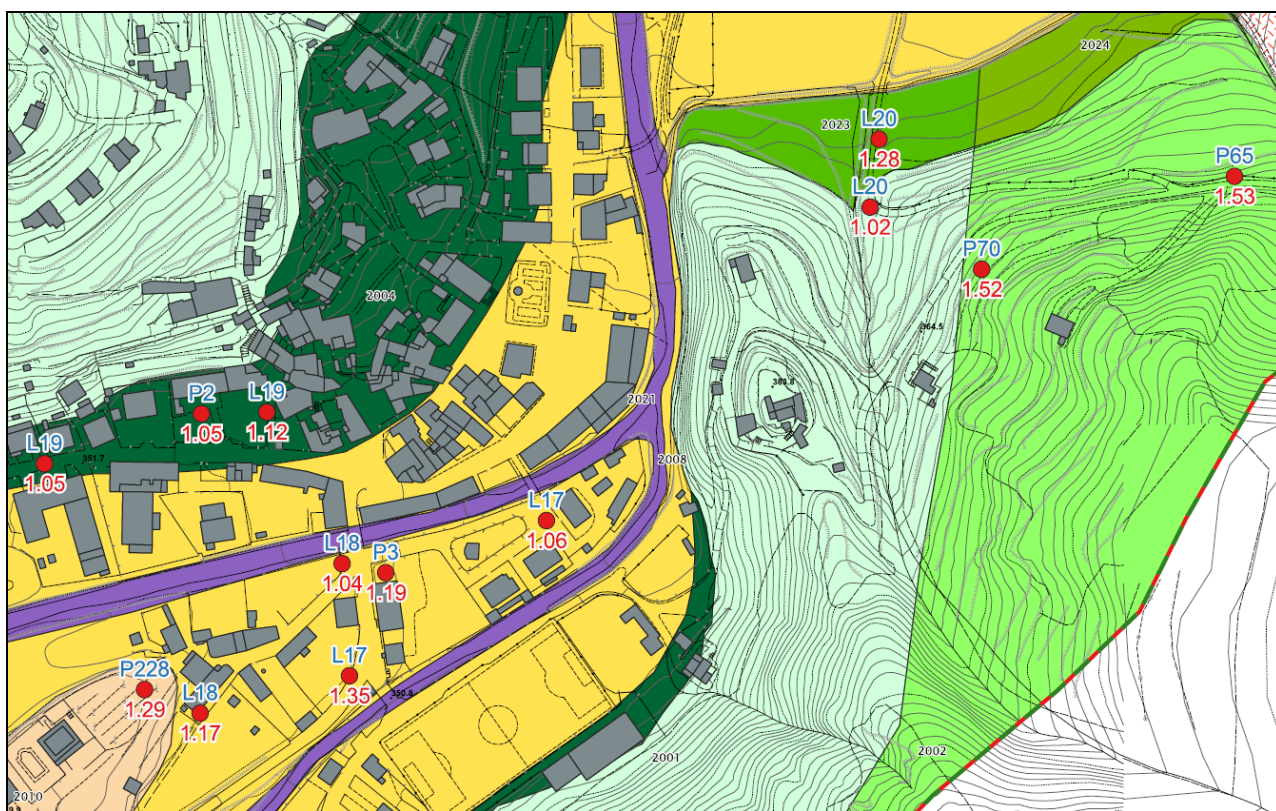


Figura 4.6: - Sovrapposizione dei valori di FA0105 (in rosso) con le MOPS – Zona centro abitato di Talla (in blu il numero dell'indagine)

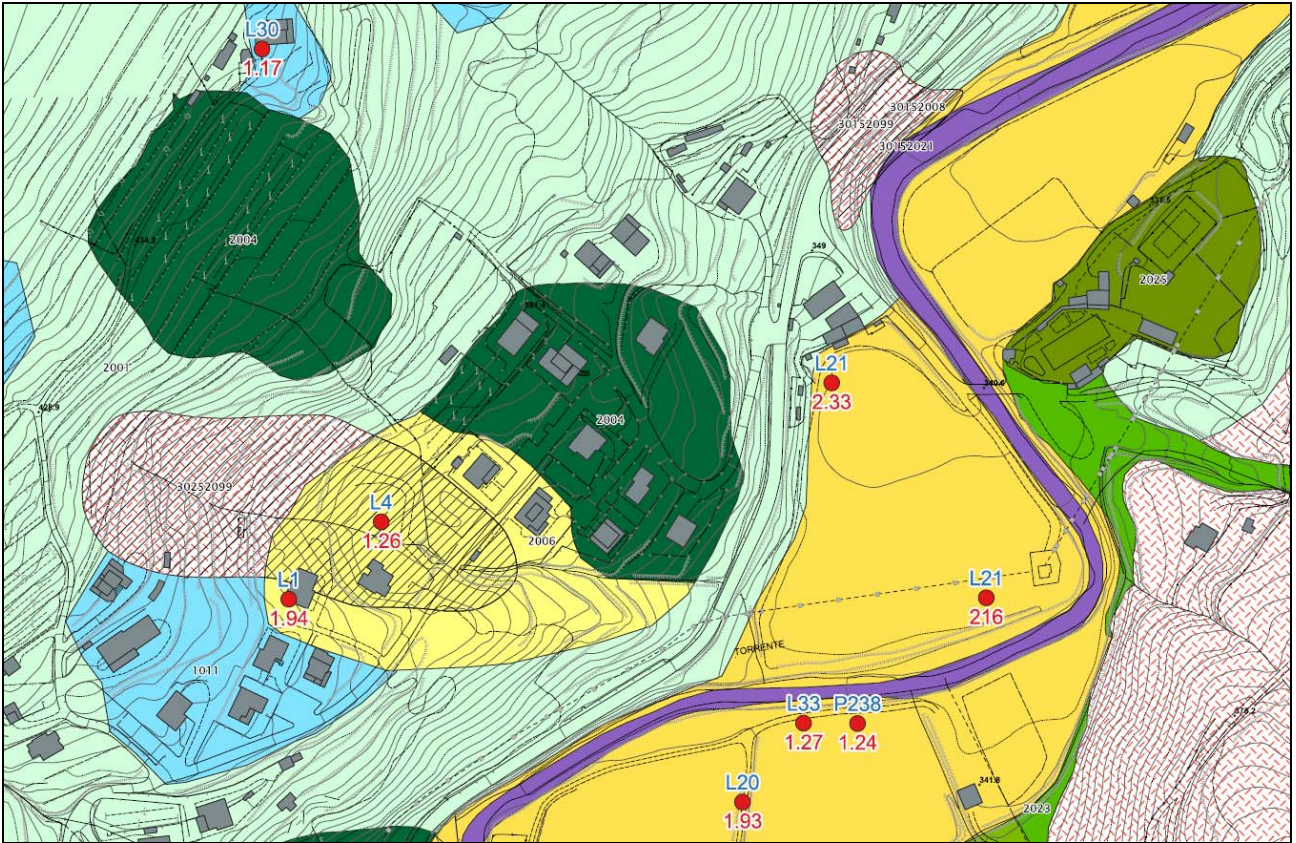


Figura 4.7: - Sovrapposizione dei valori di FA0105 (in rosso) con le MOPS – Zona a nord di Talla (in blu il numero dell'indagine)

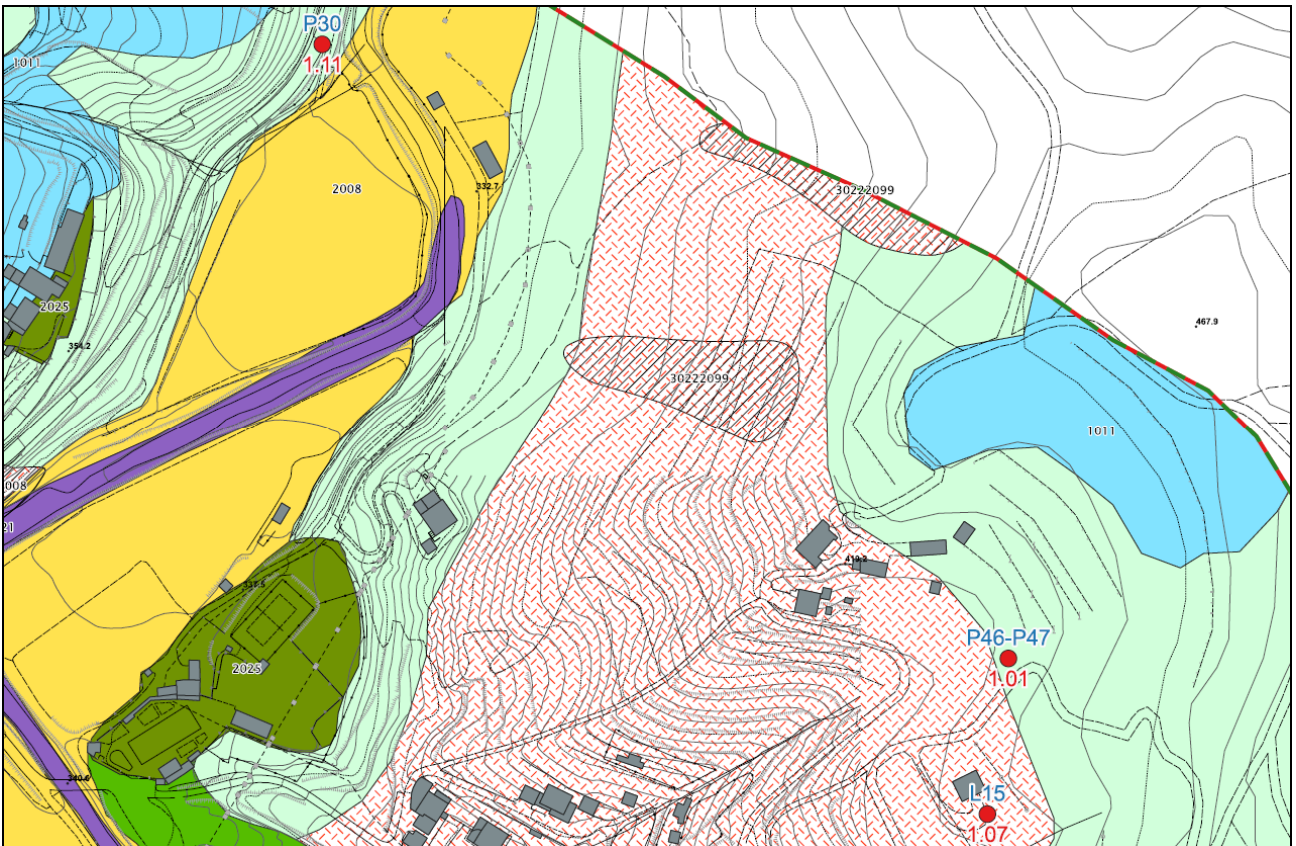
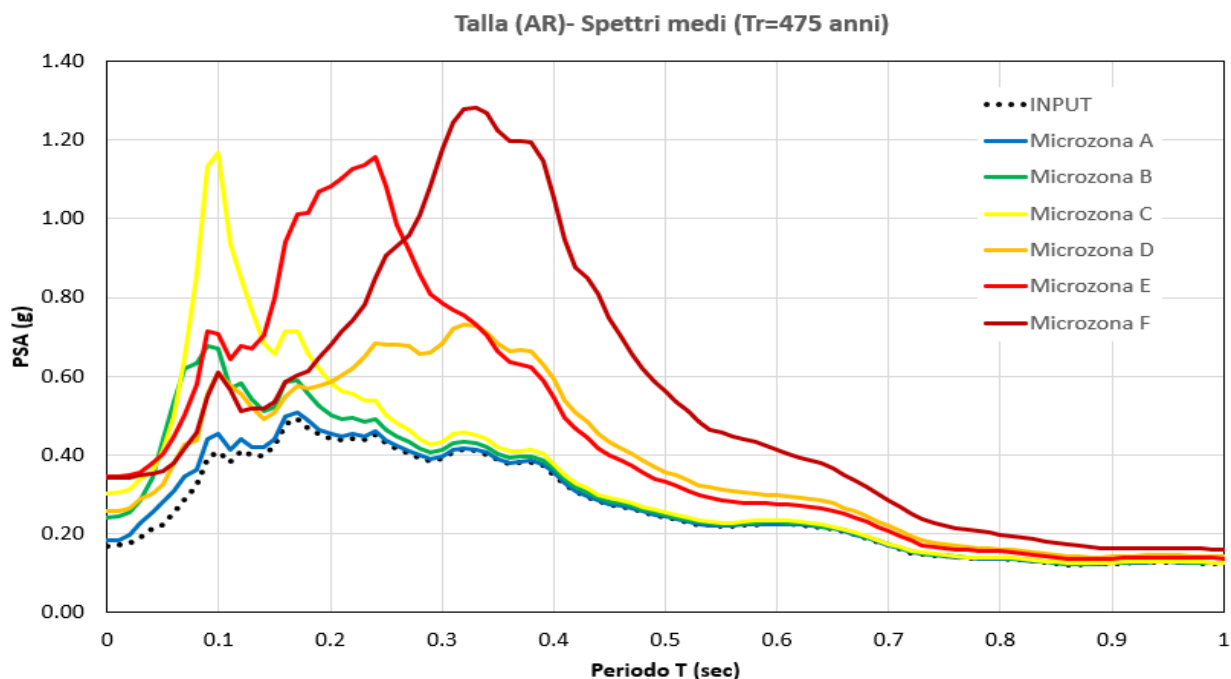


Figura 4.8: - Sovrapposizione dei valori di FA0105 (in rosso) con le MOPS – Zona Casalvescovo (in blu il numero dell'indagine)

L'estrapolazione areale dei dati di amplificazione si è basato sul seguente modello logico:

- Rappresentazione su mappa di tutti i punti di output delle modellazioni dinamiche effettuate, con il relativo valore del fattore di amplificazione;
- Individuazione del contesto sismostratigrafico alla base di ogni valore di FA desunto;
- Identificazione sulle cartografie geologico-tecnica e MOPS di analoghe condizioni sismostratigrafiche su aree non coperte da analisi di risposta sismica locale tenendo conto delle indagini sismiche presenti;
- Raggruppamento di situazioni tipologiche ed amplificative simili mediante la discretizzazione dell'area in classi distinte da differenti intervalli di FA0105;
- Stima, in corrispondenza delle microzone individuate al punto precedente, dei fattori di amplificazione richiesti dagli Standard nazionali e regionali (FA0105, FA0408 ed FA0711);
- Rappresentazione della cartografia prodotta mediante software operante in ambiente GIS;
- Calcolo degli spettri medi per ogni microzona individuata nella MS3 (Figura 4.9).

Per ognuna delle microzone individuate, sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici medi in termini di PSA, in formato .txt secondo le specifiche richieste.



		TIPO_Z	FA0105	FA0408	FA0711
Microzona A	PSAO01	1011-2001	1.02	1.00	1.00
Microzona B	PSAO02	2004-2008-2021 (fondovallee alveo T.Talla) - 2025-2099	1.12	1.02	1.02
Microzona C	PSAO03	2006-2010-2015-2023-2024	1.30	1.05	1.03
Microzona D	PSAO04	2002 (Olistostroma) e frane	1.53	1.41	1.16
Microzona E	PSAO05	frana Via Einaudi - 2008 (alveo e piana T.Talla)	1.94	1.33	1.13
Microzona F	PSAO06	2008 (alveo e piana T.Talla)	2.25	2.05	1.38

Figura 4.9: - Spettri di risposta elastici medi in pseudoaccelerazione relativi alle microzone stabili suscettibili di amplificazione locale individuate nell'ambito della MS3 del Comune di Talla (AR).

4.4. INDICAZIONI RELATIVE ALLA FASE PROGETTUALE

Effettuate le analisi di risposta sismica locale ($T_r=475$ anni e per $T_r=50$ anni) è stato possibile, realizzata la carta di microzonazione sismica di terzo livello, pervenire alla definizione di spettri “caratteristici”, tramite i seguenti step:

1. Raggruppamento per ogni microzona individuata (caratterizzata da un valore omogeneo del Fattore di amplificazione scelto) di tutti gli spettri di risposta elastici di output ricadenti in essa, ricavandone lo spettro medio (nella Figura 4.9 sono rappresentati gli spettri medi associati alle 6 microzone omogenee individuate nella MS3);
2. Regularizzazione dello spettro medio con definizione sia di uno spettro di forma simile a quelli semplificati di normativa sia, di conseguenza, i suoi parametri dipendenti (S , T_b e T_c), mentre i parametri indipendenti sono fissati, come noto, dalla localizzazione del sito e dalle scelte progettuali alla base, in funzione della progettazione Figura 4.10.

La regularizzazione dello spettro è stata effettuata secondo le procedure illustrate negli ICMS 2008 e meglio specificate da *Pergalani e Compagnoni* (2013).

Gli spettri si riferiscono a periodi di ritorno di 475 anni e di 50 anni e, pertanto, possono essere paragonati agli spettri semplificati di normativa relativi all'azione sismica per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per un edificio “ordinario” (Vita nominale $V_N = 50$ anni e Classe d'uso $CU = II$) e per lo Stato Limite di Esercizio (Stato limite di Danno, SLD), che nel caso specifico corrispondono ad un $T_r=50$ anni. Tali spettri caratteristici normalizzati sono utilizzabili per rappresentare l'azione sismica allo SLE.

Di seguito, gli Spettri caratteristici normalizzati secondo la procedura descritta nel testo, relativi alle microzone individuate per il Comune di Talla per periodi di ritorno pari a 475 e 50 anni (Figura 4.10).

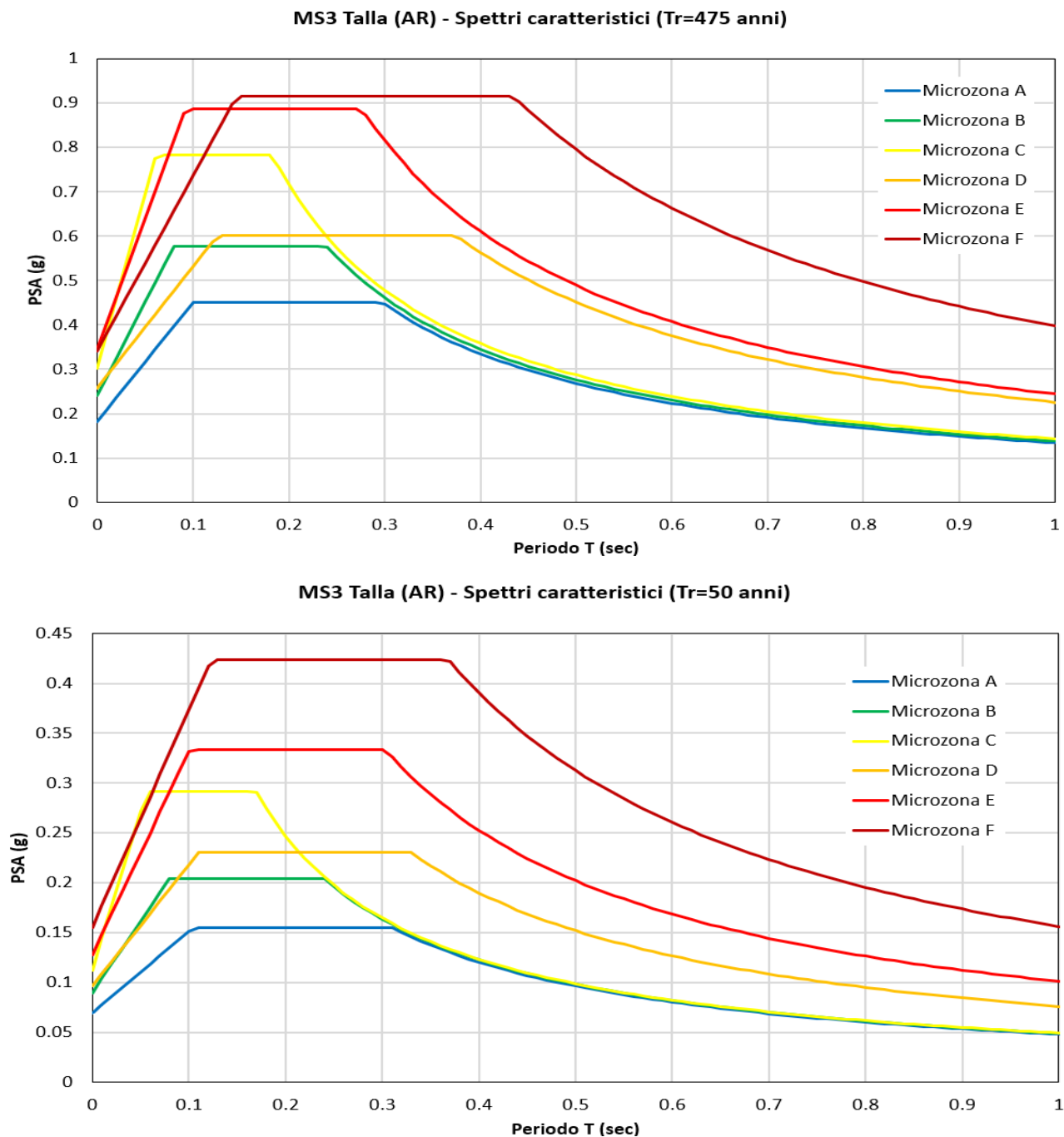


Figura 4.10: - Spettri caratteristici normalizzati, relativi alle microzone individuate per il Comune di Talla per periodi di ritorno pari a 475 e 50 anni

Regolarizzati gli spettri è stato possibile produrre i parametri indipendenti e dipendenti desunti a seguito della regolarizzazione dello spettro medio (Figura 4.11).

Talla (AR)						
Microzonazione sismica di 3°livello - SLV (Tr=475 anni)						
Spettri caratteristici delle microzone sismiche - parametri						
ag = 0.155g						
microzona	località	F0 (-)	S (-)	Tb (s)	Tc (s)	Td (s)
A	Talla Capoluogo	2.472	1.18	0.099	0.298	2.328
B		2.405	1.55	0.080	0.239	2.561
C		2.588	1.95	0.061	0.183	2.810
D		2.331	1.67	0.125	0.375	2.632
E		2.579	2.22	0.092	0.275	2.977
F		2.684	2.20	0.145	0.434	2.964

Talla (AR)						
Microzonazione sismica di 3°livello - SLD (Tr=50 anni)						
Spettri caratteristici delle microzone sismiche - parametri						
ag = 0.066g						
microzona	località	F0 (-)	S (-)	Tb (s)	Tc (s)	Td (s)
A	Talla Capoluogo	2.224	1.05	0.104	0.311	1.878
B		2.287	1.35	0.080	0.240	1.957
C		2.606	1.70	0.056	0.169	2.048
D		2.393	1.46	0.110	0.330	1.985
E		2.620	1.93	0.101	0.303	2.110
F		2.740	2.34	0.123	0.369	2.219

Figura 4.11: - Parametri dipendenti relativi agli spettri di risposta caratteristici (Tr=475 anni e Tr=50 anni), desunti a seguito del processo di normalizzazione.

4.6. REDAZIONE DELLA CARTA DI MS3

La realizzazione delle analisi di risposta sismica locale in assetto monodimensionale (1D) illustrate nei capitoli precedenti, ha permesso la redazione della cartografia di microzonazione sismica di livello 3, per quanto attiene all'area di studio delimitata dalla linea verde tratteggiata e riportata nella Carta di MS2-3 in scala 1:5.000.

Nell'elaborato è stata operata la rappresentazione grafica delle varie microzone ad uguale Fattore di Amplificazione per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.5 secondi, sulla base di quanto indicato dagli Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica di cui alla versione 4.2.

Sulla base di quanto illustrato precedentemente, si può discretizzare l'area di studio nelle seguenti classi:

MICROZONA A (FA \leq 1.05 – FA 1.02): include le aree di affioramento della Formazione delle Arenarie del M.Falterona con copertura detritica inferiore a 3 m; questa situazione si riscontra in corrispondenza delle aree collinari sia nelle zone con pendenze $<15^\circ$ (MZ 1011) che in quelle con pendenze $>15^\circ$ (MZ 2001).

MICROZONA B (1.05<FA \leq 1.24 – FA 1.12): include le aree di affioramento del substrato rigido su superfici topografiche più inclinate di 15° con presenza di alterazione superficiale $>3\text{m}$ (MZ 2099) in località Casalvescovo. Tale Microzona include anche gran parte delle aree di alveo (MZ 2021) e fondovalle del T.Talla e T.Lavanzone (MZ 2008), in presenza di coperture alluvionali o detritiche (MZ 2004) di limitato spessore ($< 10\text{m}$), o piccole porzioni di riporto (MZ 2025); in tutte le situazioni i depositi poggiano direttamente al di sopra del substrato lapideo competente (FAL3). In questa zona è posizionato gran parte dell'abitato di Talla.

MICROZONA C (1.25<FA \leq 1.44 – FA 1.30): include le zone interessate da depositi detritici (MZ 2006-2023) o depositi alluvionali (MZ 2010) a volte terrazzati (MZ 2015) con spessori compresi tra 10 e 20 m poggianti direttamente al di sopra del substrato lapideo competente (FAL3) o sopra l'olistostroma FAL3a (MZ 2024). Questa situazione si riscontra ai bordi della stretta pianura alluvionale o nella zona collinare a nord dell'abitato di Talla (via L.Einaudi).

MICROZONA D ($1.45 < FA < = 1.64$ – FA 1.53): include le aree in frana quiescente e attive poste nei versanti collinari su entrambi i lati della valle oppure dove affiora il substrato lapideo meno competente (olistostroma FAL3a), che diventa competente ($V_s > 800$ m/s) a profondità di alcune decine di metri (30-40); quest’ultima zona è posta nel versante collinare posto in destra idrografica del T.Talla, al di sopra del cimitero.

MICROZONA E ($1.85 < FA < = 2.04$ – FA 1.94): questa zona di elevata amplificazione include solo due porzioni di territorio con diverse caratteristiche sismostratigrafiche di seguito schematizzate:

- depositi alluvionali con spessori di 10 m, poggianti su substrato poco competente (FAL3a) che diventa competente (FAL3) a circa 25 m di profondità. Quest’area è posta all’interno della pianura alluvionale a nord-est dell’abitato di Talla.
- Depositi detritici con spessori di 10 m, poggianti su substrato alterato che diventa competente a circa 18 m di profondità. Quest’area è posta a nord dell’abitato di Talla in corrispondenza della frana quiescente di via Einaudi.

MICROZONA F ($2.25 < FA < = 2.44$ – FA 2.25): questa zona di elevata amplificazione include solo una piccola porzione di pianura caratterizzata da depositi alluvionali con spessori di 10-12 m con valori bassi delle V_s (circa 200 m/s), poggianti direttamente su di uno strato molto competente di FAL3 con $V_s = 1500$ m/s. Quest’area è posta a sud-ovest delle piscine.

5. COMMENTI FINALI E CRITICITÀ STUDIO MS3

Il presente lavoro ha messo in risalto valori di FA nei 3 intervalli di periodi indagati non significativamente differenti, ad esclusione di piccole porzioni di fondavalle del T.Talla ed una frana quiescente, caratterizzate da FA0.1-0.5 pari a 1.94 e 2.25.

In particolare è risultato evidente come nell'intervallo 0.1-0.5 sec. i valori più alti di amplificazione (FA=1.53), oltre che nelle zone precedentemente descritte, siano stati individuati nella porzione di territorio caratterizzato da frane quiescenti-attive o dove affiora il substrato meno competente (FAL3a-olistostroma).

In quasi tutta l'area della piccola e stretta pianura del T.Talla e del suo affluente T.Lavanzone, caratterizzata dalla presenza degli alluvioni poggianti direttamente sul bedrock sismico (FAL3), il fattore amplificativo è basso FA=1.12; lo stesso aumenta leggermente (FA=1.3) in corrispondenza del bordo della valle o dove gli spessori degli alluvioni, a volte terrazzati, sono maggiori (10-20 m).

Su gran parte dei rilievi collinari affiora il substrato roccioso competente (FAL3) ed il fattore amplificativo è nullo FA=1.02. Tale fattore aumenta leggermente (FA=1.12) in corrispondenza delle aree con presenza dell'alterazione superficiale (compresa tra 3 e 10 m).

Per quasi tutta l'area studiata con modellazione MS3, in relazione soprattutto alla presenza del bedrock sismico a profondità limitate, nell'intervallo dei periodi 0.4-0.8 sec. e 0.7-1.1 sec, si ha una netta diminuzione dei valori di FA e dunque bassi effetti di amplificazione. Solamente in corrispondenza della Microzona D, dove il bedrock sismico viene incontrato a profondità di alcune decine di metri (30-40), si ha un'amplificazione pari a 1.31 nell'intervallo FA0.4-0.8, comunque sempre inferiore rispetto a quella dell'intervallo principale FA0.1-0.5=1.53.

Alcune aree sono state caratterizzate nella carta delle MOPS con il codice tipo_z = 2001, poiché caratterizzate da un punto di vista stratigrafico dalla presenza di substrato sismico affiorante ma con morfologia inclinata >15°. Tali aree, però, a seguito dell'approfondimento di terzo livello mediante realizzazione delle analisi di Risposta Sismica Locale 1D, hanno dimostrato assenza di amplificazione sismica con fattori di amplificazione ≈ 1 . Si è deciso, comunque, di confermare per tali aree lo stesso tipo_z al fine di non perdere l'informazione sulle caratteristiche morfologiche dei siti.