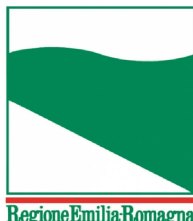




PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



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 Albareto



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia Romagna	Dott. Geol. Domenico Bianco	Maggio 2018
	Collaboratori	
	Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi Dott. Geol. Gabriele Oppò	

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	16
4. INQUADRAMENTO SISMO – TETTONICO.....	30
5. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	35
6. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	37
7. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....	38
8. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	40
9. ELABORATI CARTOGRAFICI.....	42
10. CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	69
11. BIBLIOGRAFIA.....	70
12. ALLEGATI.....	71

1. INTRODUZIONE

Su incarico del Comune di Albareto (Provincia di Parma) è stato eseguito uno studio di analisi del rischio sismico, finalizzato alla MICROZONAZIONE SISMICA del territorio comunale.

La microzonazione sismica (MS), cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento, è uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato e applicato già in fase di pianificazione urbanistica. Costituisce, quindi, un supporto fondamentale ai pianificatori per indirizzare le scelte verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

Lo studio ha comportato l'acquisizione di dati pregressi oltre all'esecuzione di una campagna d'indagini, costituita da n. 25 prove tomografiche (HVSR), n. 2 stendimenti sismici a rifrazione (SR) e n. 5 prospezioni sismiche di tipo MASW.

Lo studio è stato realizzato nel rispetto delle seguenti disposizioni normative:

- Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000 per *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"* approvato con Delibera dell'Assemblea Legislativa Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007;
- Ordinanza Presidenza Consiglio dei Ministri 29 febbraio 2012, n° 4007 *"Attuazione dell'art. 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n° 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n° 77. Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2011"*;
- D.G.R. 10 settembre 2012, n° 1302: *"Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 4007/2012 a favore degli Enti locali"* e relativi allegati tecnici e successiva D.G.R. N° 1514/2012.

Inoltre per gli aspetti tecnici si è fatto riferimento al documento *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"* (ICMS) approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni.

Il lavoro è stato condotto in stretto raccordo con il Dirigente del Servizio Tecnico Comunale Geom Roberto Restani.

L'analisi di carattere generale è stata sviluppata ed estesa all'intero territorio comunale, mentre le indagini sono state limitate ai Macroambiti individuati in accordo con

l'Amministrazione, concentrati in particolar modo nel capoluogo comunale (A_1 Albareto Centro e San Quirico Centro, A_2 Boschetto, A_3 Area artigianale – industriale – Case Mezzetta e A_4 Gotra).

Nel rispetto dei riferimenti tecnici sopramenzionati, lo studio è stato articolato in due differenti fasi di approfondimento:

PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, avente le seguenti finalità:

- Individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica.
- Definire il tipo di effetti attesi.
- Indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario.
- Descrivere le caratteristiche delle unità geologiche del sottosuolo, in termini di litologia, stratigrafia, tettonica e geometria per definire il modello geologico di base per la microzonazione sismica.

SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO, avente le seguenti finalità:

- Conferma delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento ed eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la microzonazione sismica.
- Suddivisione dettagliata del territorio, in base all'amplificazione attesa, in aree a maggiore e minore pericolosità sismica.
- Conferma o migliore definizione delle aree, indicate dal livello di approfondimento precedente, in cui si ritengono necessari approfondimenti di terzo livello e indicazione delle indagini e analisi da effettuare.

Nel corso dello studio sono stati redatti oltre alla presente relazione gli elaborati elencati nel capitolo 9

Essi sono stati predisposti, oltre che in versione cartacea, in versione digitale (*pdf*, con risoluzione 300 *dpi*).

I dati vettoriali sono forniti anche in formato vettoriale (*shapefile*).

Per l'archiviazione dei dati e l'editing dei documenti sono stati seguiti gli standard di riferimento forniti dall'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 4.0.

Il Comune di Albareto si è dotato delle varie componenti del PSC, di cui il presente studio andrà a completare il Quadro Conoscitivo andando a supportare future scelte di

pianificazione urbanistica.

Gli obiettivi del lavoro sono stati i seguenti:

- a) Analisi delle condizioni di pericolosità del territorio comunale e perimetrazione delle aree in cui effettuare la Microzonazione Sismica;
- a) determinazione delle frequenze naturali dei terreni, ai fini della individuazione di fenomeni di risonanza significativi;
- b) suddivisione dettagliata del territorio, in base all'amplificazione attesa, in aree a maggiore e minore pericolosità sismica;
- c) conferma o migliore definizione delle aree, indicate dal primo livello di approfondimento, in cui si ritengono eventualmente necessari approfondimenti di terzo livello, con indicazione delle indagini e delle analisi da effettuare.

Tutte le attività sono state svolte nel rispetto delle specifiche di cui agli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" elaborati dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica (OPCM 3907/2010, art. 5, comma 7), versione 2.0beta del maggio 2012.

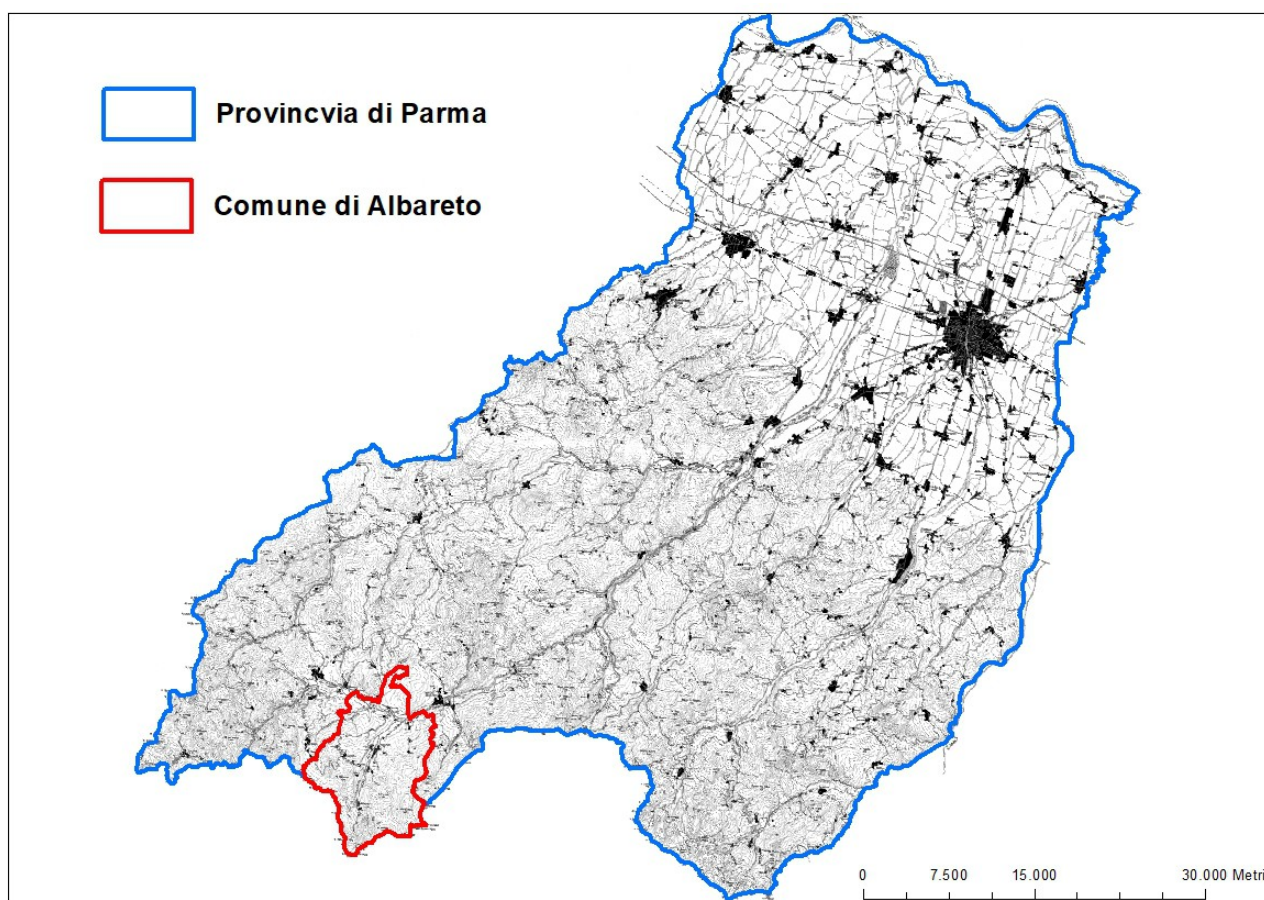


Fig. 1 – Collocazione geografica del Comune di Albareto

Il Comune di Albareto si colloca nel settore sud-occidentale della Provincia di Parma, occupando parzialmente le seguenti unità di paesaggio individuate dal P.T.C.P.:

“Piana di Borgotaro”; “Dorsale appenninica” e “Bassa Montagna Ovest”.

Albareto confina a sud con la Regione Toscana a est con il Comune di Borgo Val di Taro, ad ovest con il Comune di Tornolo e a nord con quello di Compiano.

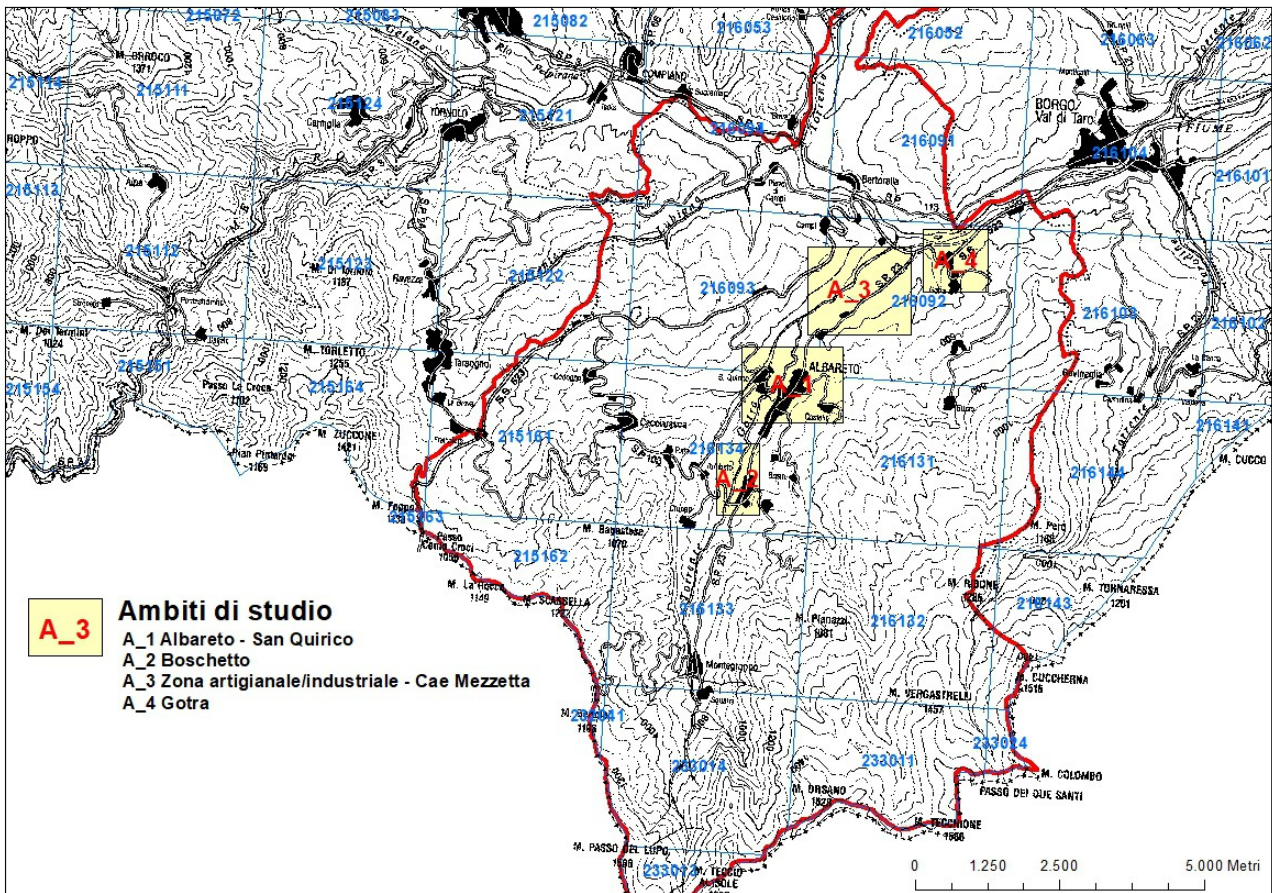


Fig. 2 – Localizzazione degli ambiti oggetto di microzonazione sismica

Da un punto di vista orografico, il comune in esame evidenzia condizioni diverse e variabili, con forti e marcati dislivelli; la zona più bassa corrisponde alla vasta piana alluvionale solcata dal Corso del F. Taro e dal suo affluente T. Gotra, in sponda destra del quale sorge il capoluogo comunale, con quote comprese tra 450 e 425 m s.l.m., le vette più marcate (superiori a 1.300 m s.l.m.), si trovano a sud, lungo il crinale separante il Comune di Albareto dalla Regione Toscana (M. Colombo, M. Tecchione, Il Pennale, M. Gottero, M. Passo del Lupo, ecc..).

Il corso d’acqua più importante è rappresentato dal F. Taro, che nasce dalle pendici sud del massiccio del M. Penna e che a est del capoluogo, in sponda destra, riceve un

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

importante affluente, che da il nome alla frazione di Gotra. In sponda sinistra il più importante affluente è costituito dal T. Rizzone, che confluisce nel fiume all'altezza della frazione di Bertorella.

Si ricorda infine che, per l'elaborazione della cartografia tematica ed analisi ci si è avvalsi della base topografica alla scala 1:5.000 della Carta Tecnica Regionale (sono riportati solo gli Elementi che interessano i Macroambiti di studio:

- Elementi 216092, 216093, 216131 e 216134

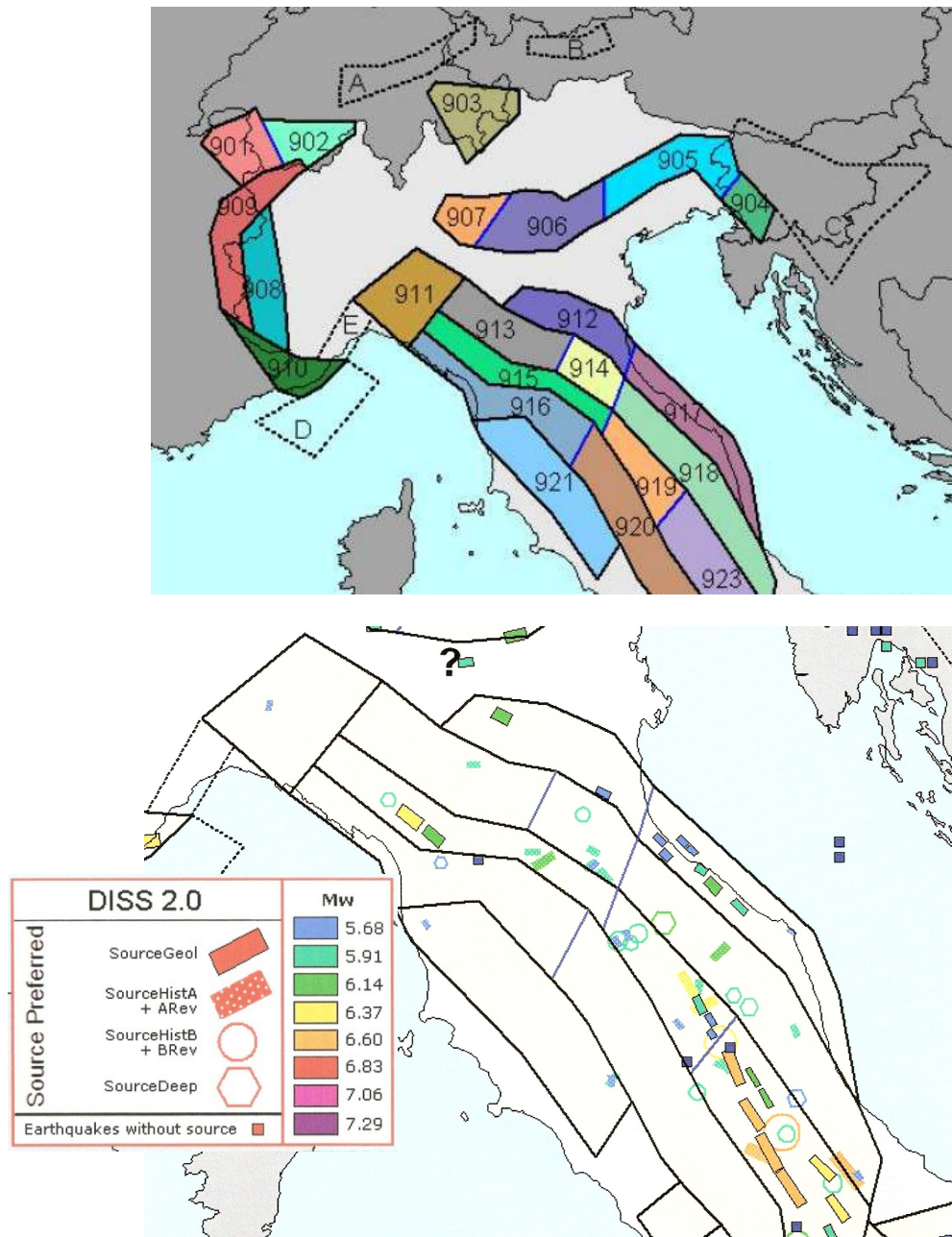


Fig. 3 – a) Zonazione sismogenetica ZS9. Da: "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica – Rapporto conclusivo, aprile 2004" – INGV. b) Confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0;

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata "ZS9" (cura del gruppo di lavoro coordinato da C. Meletti e G. Valensise, 2004, che prevede una suddivisione in 36 zone (Fig. 3), i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche, geologico - strutturali e/o di differenti caratteristiche della sismicità (distribuzione spaziale, frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc.). Essa risulta estremamente importante per gli studi pianificazione territoriale ed, in particolare, nelle valutazioni di pericolosità sismica.

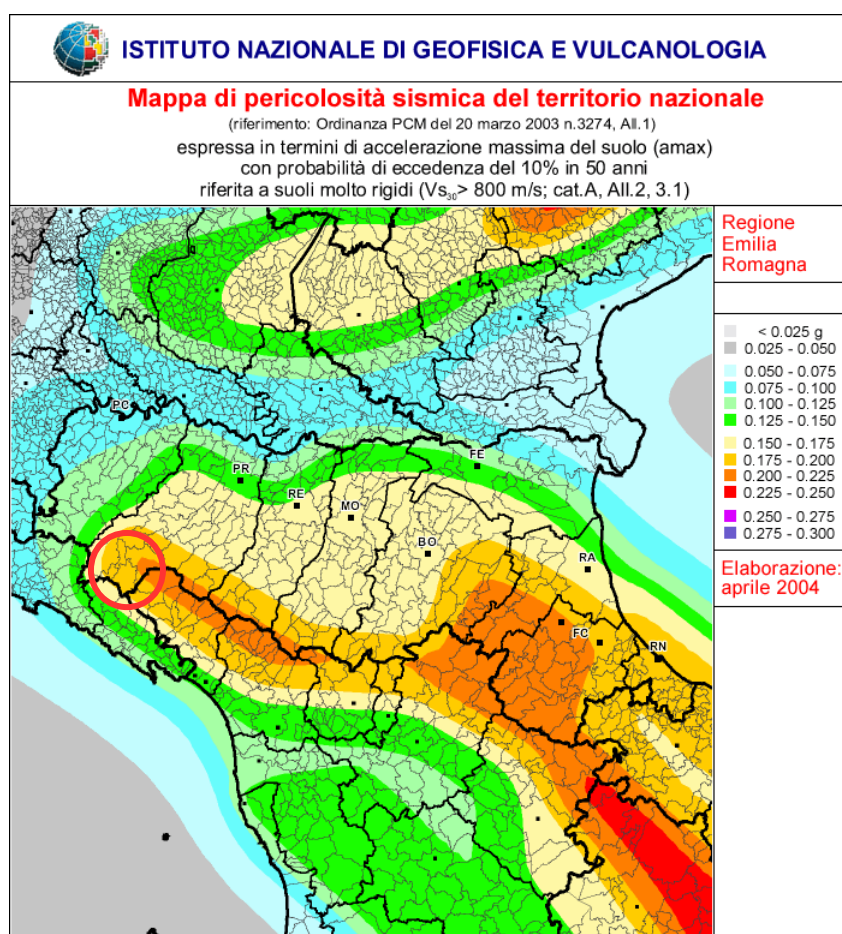


Fig. 4 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV). Dettaglio per la Regione Emilia-Romagna. L'ubicazione del Comune di Albareto è evidenziata dal cerchio rosso

L'appennino nord - occidentale è caratterizzato da una sismicità da moderata a media, che si manifesta principalmente lungo le zone di accavallamento frontale del margine appenninico e secondo una fascia con direttrice appenninica che, dalla zona di Varzi, si estende quasi con continuità sino a Borgo Val di Taro e alla Lunigiana, proseguendo poi verso strutture

del graben della Garfagnana. Allineamenti di terremoti si trovano anche lungo lineamenti trasversali alle due fasce longitudinali e sembrano quasi collegarle; particolarmente evidente è la distribuzione di sismi lungo la Val Parma e la Val Taro.

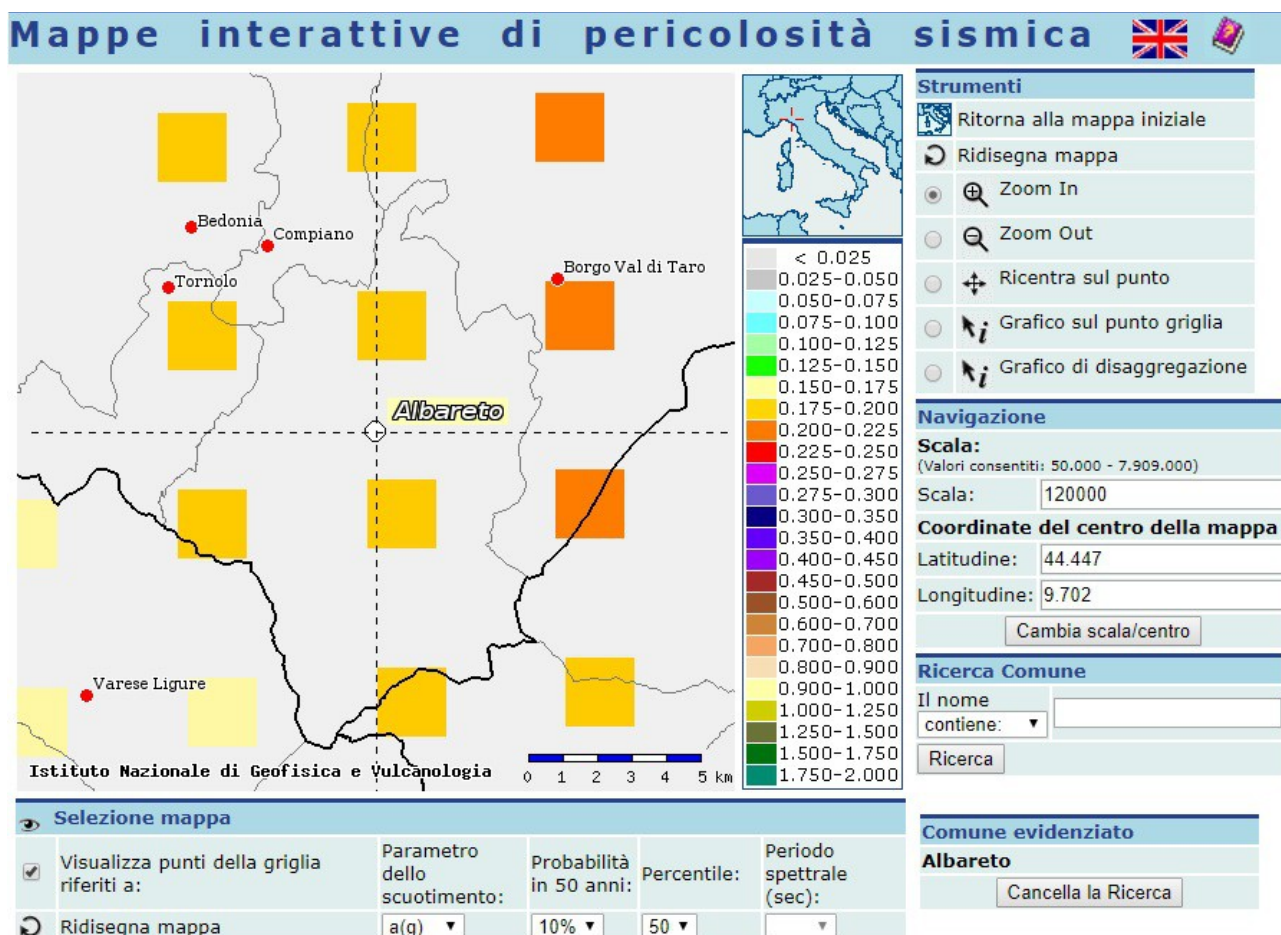


Fig. 5 – Dettaglio della carta precedente focalizzato sul territorio di Albareto, ricavata dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV

La fascia di territorio in cui ricade il Comune di Albareto si colloca a ridosso del crinale appenninico principale, nella zona più interna della catena, inserendosi in una delle zone di maggior rilascio di energia dell'Appennino settentrionale. La fascia sismogenetica di riferimento (915) delimitata a nord dal cosiddetto "Arco di Pavia" è interessata da faglie primarie e relative sorgenti sismogenetiche, che nel settore di interesse, immergono verso NE. Tali sorgenti hanno in genere espressioni superficiali che consentono la caratterizzazione e la quantificazione degli aspetti cinematici mediante tradizioni approcci geomorfologici e paleosismologici.

Nella precedente zonazione sismogenetica, ZS4 (1996), il territorio del Comune di Albareto si collocava in una fascia di territorio costituita da "Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione alla catena appenninica" ed in particolare apparteneva

ad una fascia intermedia, all'interno della quale erano attesi meccanismi di rottura miste con prevalenza di dip - slip.

Il territorio del Comune di Albareto ricade interamente nella zona "915" delimitata a nord dalla zona "913" denominata "Appennino Emiliano" e a sud dalla zona "916". La zona sismogenetica "915" è caratterizzata da faglie e sistemi di faglie legati all'estensione appenninica, con meccanismo di fagliazione prevalente di tipo normale. La maggior parte dei terremoti che si verificano in questa zona avvengono a profondità tra 8 - 12 km, con profondità efficace pari a 8 km, dove per profondità efficace si intende l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoto in ogni zona - sorgente.

Il valore di magnitudo massima prevista per la ZS915 è pari a $M_{wmax} = 5,91$ (Fig. 3b).

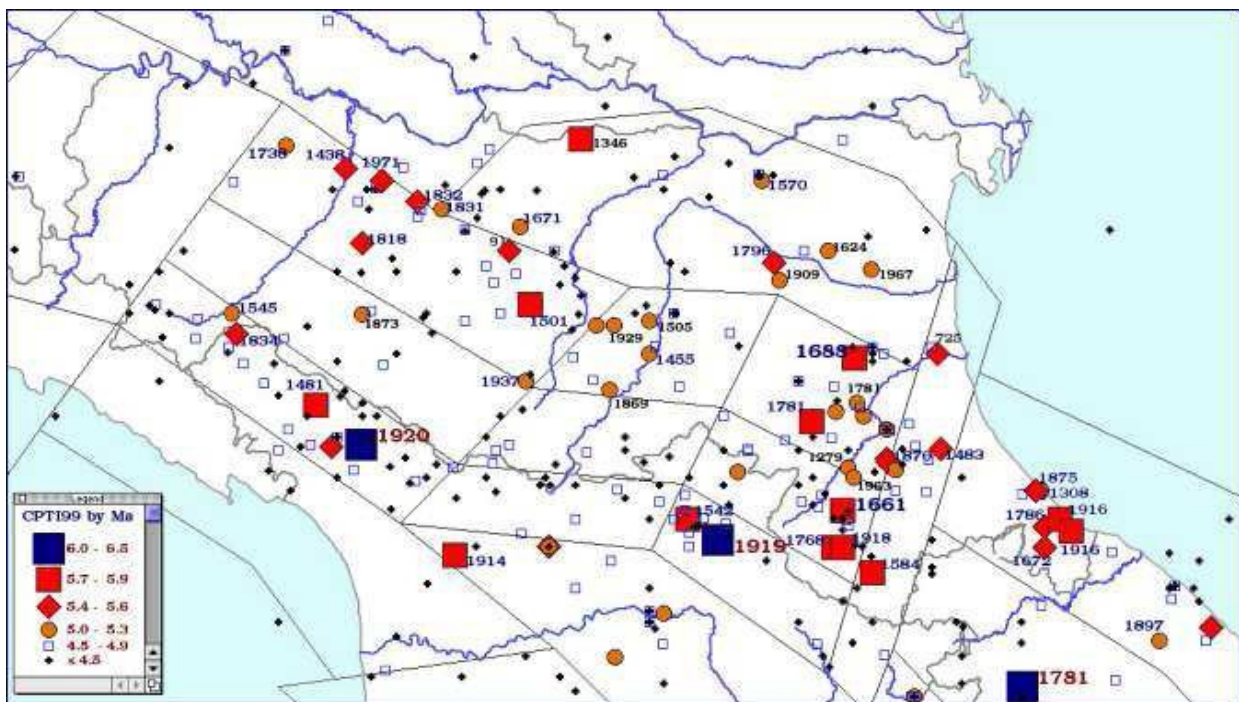


Fig. 6 – Principali terremoti in Emilia -Romagna dall'anno 1.000 d.c. al 1990 con indicazione della magnitudo

Dall'analisi della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale elaborata dall'INGV nel 2004 (Fig. 4 e 5) si può osservare che il territorio del Comune di Albareto si colloca in un areale, in cui si possono registrare valori di accelerazione massima del suolo pari a $0.175 \div 0.200$ g, con un tempo di ritorno (Tr) pari a circa 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Pertanto l'areale in cui ricade Albareto presenta una sismicità propria di livello medio, connessa all'attività del margine appenninico parmense ed inoltre risente di terremotiprodoti da zone sismogenetiche relativamente distanti quali la "Dorsale ferrarese", il margine appenninico reggiano e modenese e soprattutto dall'attività sismica della vicina Garfagnana.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

La storia sismica comunale è stata dedotta dal database DBMI15 utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) aggiornato al 2016 (a cura di M. Locati et al.), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative al Comune di Albareto. Essa è riassunta nella Fig. 7, dove sono stati elencati gli eventi di maggior intensità al sito ($I_s > III$ grado della scala MCS), indicando, per ciascuno di essi, oltre alla stessa intensità al sito: l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi) e l'ora (Or) in cui si è verificato, la denominazione dell'area dei maggiori effetti (Area Epicentrale), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (I_o) e la magnitudo momento (M_w).

Dalla lettura di Tabella di Fig. 7 si evidenzia che il massimo evento sismico censito è stato registrato nel vicino Comune di Borgo Val di Taro e si è verificato il 14.02.1834 con un'intensità al sito del VIII - IX° della scala MCS e magnitudo (M) 5,96. Si osservano poi altri numerosi episodi, alcuni dei quali originatisi nelle vicine Lunigiana e Garfagnana o proprio nel territorio di Albareto o in Comuni limitrofi, con intensità al sito generalmente comprese tra V e VI della scala MCS.

Albareto



PlaceID	IT_35739
Coordinate (lat, lon)	44.447, 9.701
Comune (ISTAT 2015)	Albareto
Provincia	Parma
Regione	Emilia-Romagna
Numero di eventi riportati	14

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	I_o	M_w
7	📄 1834	02	14	13	15		Val di Taro-Lunigiana	112	9	5.96
3	📄 1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
6	📄 1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
4-5	📄 1927	10	28	21	49		Alta Val di Taro	39	6	4.66
5-6	📄 1928	07	20	19	53		Alta Val di Taro	13	6	4.39
F	📄 1951	05	15	22	54		Lodigiano	179	6-7	5.17
NF	📄 1955	03	12	06	57	0	Parmense	15	5	4.15
NF	📄 1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
4	📄 1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
4-5	📄 1974	04	15	21	49	1	Alta Val di Taro	13	5	4.14
3	📄 1989	10	03	09	41	3	Appennino parmense	91	4	4.04
3-4	📄 1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	📄 2005	04	13	18	46	0	Valle del Trebbia	163	4	3.68
NF	📄 2005	04	18	10	59	1	Valle del Trebbia	284	4	3.97

Dove I_o ed M_w = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; I_s = Intensità sismica percepita

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

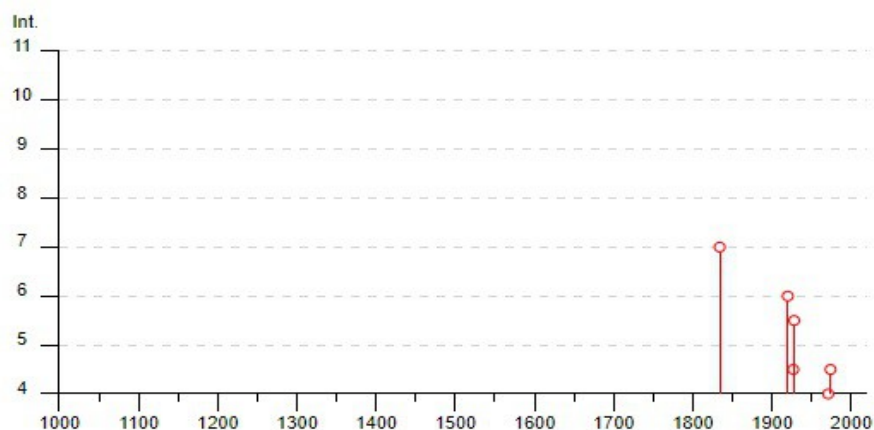


Fig. n. 7_ Tabella e grafico reperiti dall'Archivio DBMI15, consultabili al sito <http://emidius.mi.ing.it/DBMI15>

Tra gli episodi di più recente manifestazione, non contemplati in tabella, si segnalano il terremoto del 23/12/2008 contraddistinto da una magnitudo momento del 5° e l'evento del 27/01/2012, con epicentro individuato nei pressi di Berceto capoluogo, che si è sviluppato ad una profondità di circa 60 Km con intensità pari a 5,4°, lo sciami sismico che ha interessato la pianura emiliana e le recenti scosse originatesi in Garfagnana.

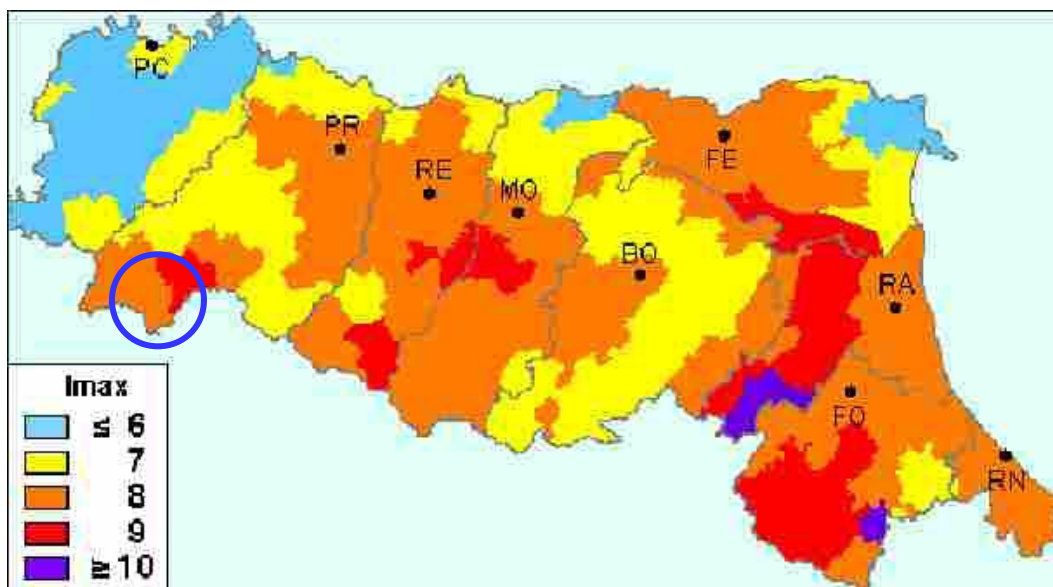


Fig. 8 - Carta della massima intensità macrosismica in Emilia - Romagna, con il cerchio blu è stato evidenziato il Comune di Albareto

Un ulteriore studio che ha sviluppato una valutazione affidabile del grado di sismicità dell'area è rappresentato dal lavoro pubblicato dalla Protezione Civile, a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani",

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

determinate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA. Secondo tale studio, basato in misura prevalente su valori realmente osservati, facendo ricorso ad aggiustamenti solo per quelle località ove questo si sia reso necessario, il territorio del Comune di Albareto è stato soggetto a terremoti di intensità massima pari al VIII - IX° della scala MCS.

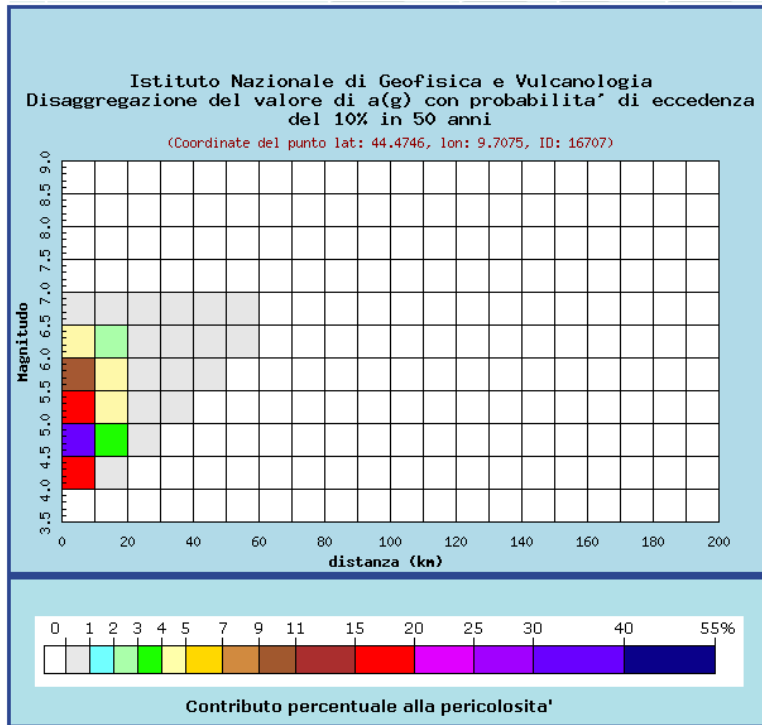


Fig. 9 – Grafico di disaggregazione per il Comune di Albareto ricavato dal sito dell’Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV, in cui si nota che il contributo percentuale maggiore alla pericolosità sismica è dato da eventi a distanza compresa tra 0 e 10 km dal comune e originati ad una profondità compresa tra 4,5 e 6,0 km

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.090	6.430	1.010

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.4746, lon: 9.7075, ID: 16707)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	15.600	31.500	19.800	10.500	4.710	0.527	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.726	3.490	4.650	4.090	2.820	0.409	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.021	0.273	0.402	0.292	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.003	0.048	0.063	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.012	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

Secondo tale studio, basato in misura prevalente su valori realmente osservati, facendo ricorso ad aggiustamenti solo per quelle località ove questo si sia reso necessario, la massima intensità macrosismica esaminata è $I_{max} = 9$.

Per quanto concerne il profilo normativo, a seguito dell'OPCM 3274/2003, che ha stabilito che tutti i comuni del territorio nazionale sono classificati sismici con diverso grado di sismicità, il Comune di Albareto è stato classificato in 2^a zona sismica. Tale classificazione corrisponde ad un livello di sismicità medio.

La classificazione di cui sopra è riprodotta in Fig. 10 in cui i comuni classificati sismici in zona 2 sono rappresentati con il colore arancione in caso di nuova classificazione oppure azzurro, qualora sia stata confermata la precedente classificazione; i comuni classificati sismici in zona 3 sono rappresentati con il colore giallo ed infine i comuni sismici in zona 4 con il bianco.

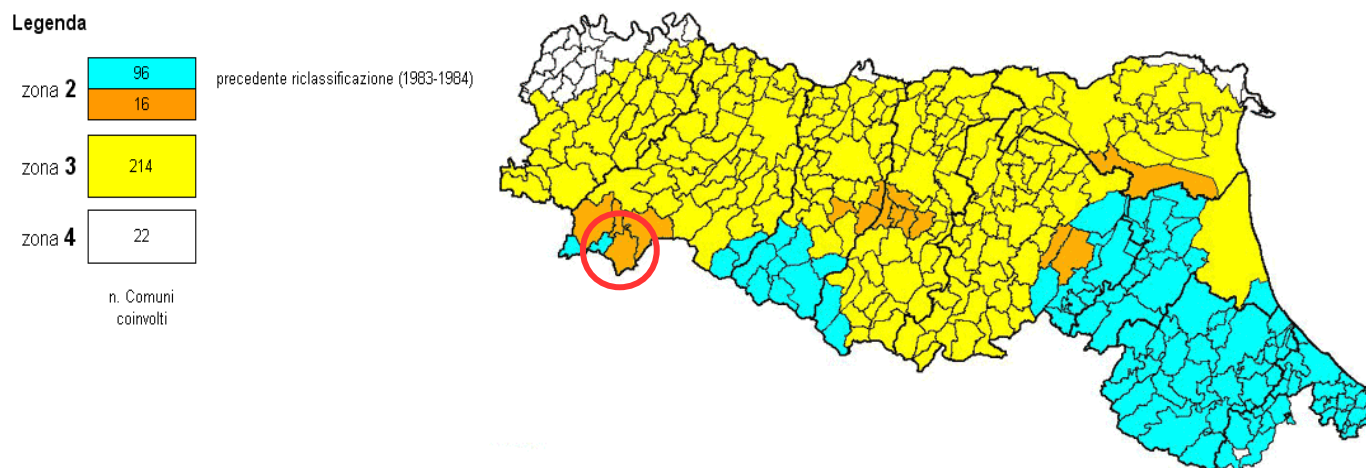


Fig. 10 – Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna a seguito dell'OPCM n° 3274/2003. Regione Emilia-Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli. Il cerchio rosso individua il territorio del Comune di Albareto.

La classificazione sismica dei comuni su tutto il territorio nazionale è stata stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, utilizzando e aggiornando la precedente proposta nel 1998. La suddivisione è articolata in 4 zone: le prime 3 corrispondono alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), contemplati nella Legge 64/74, mentre la zona 4 è di nuova introduzione.

Ciascuna zona è contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Tab. 1), eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, ad ogni area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di pericolosità sismica.

La classificazione vigente, identifica il Comune di Albareto in zona 2 (Fig. 10), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di

superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra 0,15*g e 0,25*g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabella – Valori di accelerazione orizzontale associati a ciascuna zona sismica

Il Rischio Sismico è espresso quantitativamente, in funzione dei danni attesi a seguito di un terremoto, in termini di perdite di vite umane e di costo economico dovuto ai danni alle costruzioni ed al blocco delle attività produttive.

Esso è determinato dalla convoluzione probabilistica $\text{Rischio} = f[(\text{PB} \cdot \text{PL}) \cdot (\text{V} \cdot \text{E})]$ dei seguenti tre fattori: Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione.

La pericolosità sismica di un'area dipende dalle caratteristiche sismiche (sorgenti sismogenetiche, energia, tipo e frequenza dei terremoti) e da aspetti locali (geomorfologia e stratigrafia), in tal senso è suddivisibile in una pericolosità di base (PB) e in una pericolosità locale (PL).

La prima, consiste nella probabilità che, in un certo intervallo di tempo, si verifichino forti terremoti che possono provocare danni. La pericolosità sismica di base di una zona, in senso lato, è determinata dalla frequenza con cui avvengono i terremoti e dall'intensità che raggiungono. Tale dato, in senso probabilistico, è la probabilità che un valore prefissato di pericolosità, espresso da un parametro di moto del suolo (quale ad es. l'accelerazione massima PGA o il grado di intensità macrosismica), venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo.

Le caratteristiche sismiche, comunemente indicate come componenti della pericolosità sismica di base, sono quelle considerate per definire la zonazione della classificazione sismica nazionale.

La classificazione nazionale esprime la sismicità di un'area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, senza però considerare le caratteristiche locali del territorio che possono modificare il moto sismico atteso.

La pericolosità locale è influenzata dalla presenza di alcune tipologie di depositi e forme del paesaggio che possono amplificare il moto sismico in superficie favorendo fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione (effetti locali).

Nella determinazione del rischio sismico interviene pertanto, oltre alla pericolosità sismica di base (frequenza e intensità dei terremoti), anche l'assetto geologico-morfologico al contorno.

A parità di pericolosità, un'area densamente popolata e caratterizzata da costruzioni poco resistenti al terremoto avrà un rischio elevato, mentre un'area deserta avrà rischio nullo.

Dunque elevata pericolosità sismica non significa necessariamente elevato rischio sismico, ma, per le ragioni sopra riportate, risulta possibile anche il verificarsi della relazione contraria.

In tal senso una suddivisione del territorio, operata sulla base della diversa risposta sismica del terreno, assume un importante ruolo nel processo di pianificazione territoriale e urbanistica come strumento di prevenzione e mitigazione del rischio sismico individuando aree a diversa pericolosità sismica.

Tale operazione è particolarmente efficace se applicata a partire dalle prime fasi della pianificazione territoriale e urbanistica (PTCP e PSC) attraverso la realizzazione di cartografia di analisi e apparati normativi che sostengano l'obiettivo comune di indirizzare le scelte di pianificazione verso ambiti a minore rischio sismico.

Ai sensi dell'art.A-2 comma 4 della L.R. 20/2000 "Disciplina Generale sulla Tutela e uso del Territorio *"nei territori regionali individuati come zone sismiche, ai sensi dell'art. 145 della L.R. n. 3 del 1999, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione ed alla prevenzione del rischio sismico, sulla base delle analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione"*.

L'art.37 della L.R. 31/2002 Disciplina Generale dell'Edilizia e s.m.i. indica che nelle zone sismiche il parere di compatibilità degli strumenti di pianificazione riguarda le *"condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"*; il punto 9.3 della circolare n.6515 del 21/3/2003, sull'applicazione di alcune disposizioni della L.R. 31/2002 chiarisce che le *"condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio"* sono tutti gli aspetti fisici del territorio che influiscono sulla pericolosità locale, quali le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e idrogeologiche che possono determinare instabilità dei versanti, effetti di amplificazione del moto sismico, addensamento e liquefazione.

Si segnala inoltre che, a seguito dell'entrata in vigore del D.M. 17.01.2018 "NTC 2018, Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", preceduto dai D.M. 14.9.2005 e 14.01.2008 (pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 Febbraio 2018 recante "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni"), sono richiesti specifici studi per la valutazione della risposta sismica locale ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (punto 3.2.1).

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'assetto geo-strutturale dei luoghi è da mettere in relazione con l'impilamento di unità tettoniche secondo lo schema a falde di ricoprimento ipotizzato già nel 1960 da P.Elter, vergenti in direzione nord-est, per effetto del sovrascorrimento delle unità di origine marina più antiche (Unità Liguridi) attraverso l'interposizione delle unità Subliguri, sulle più recenti Unità Toscane, che si trovano nella posizione tettonicamente più bassa. La storia geologica dell'area viene completata dalla deposizione, in discordanza con le sottostanti unità, della Successione Epiligure, caratterizzata da facies transizionali, che si deponono man mano che il fronte dell'accavallamento avanzava sulle sovrascorse unità Liguridi e da sedimenti continentali fluvio – lacustri plio – pleistocenici, anch'essi in discordanza con le sottostanti Unità, prodotti per il riempimento di conche e bacini intramontani legati alla tettonica distensiva verificatasi successivamente alla dominante fase compressiva responsabile della struttura appenninica.

Il successivo innalzamento del crinale appenninico, avvenuto nel quaternario, ha determinato una rapida erosione delle unità Liguridi e Epiliguri e la venuta a giorno delle Unità Toscane nella zona della dorsale appenninica. Schematicamente, in tale edificio, alle quote più elevate si collocano le Unità appartenenti al Dominio Ligure, mentre verso il basso affiorano prima le unità toscane seguite dalle unità appartenenti al cosiddetto Autoctono Padano (Fig. 11).

Gran parte del territorio, evidenzia corpi rocciosi riconducibili alle *Unità Liguridi Esterne*, mentre la collocazione della *Successione Epiligure* risulta limitata ad una vasta placca, che dalla vallata del Fiume taro, si estenda a nord sino ai territori dei comuni di Bardi e Valmozzola, in cui si rinviene l'esclusiva presenza del Membro della Val Pessola della Formazione di Ranzano e limitate zone di affioramento delle strutturalmente sottostanti Marne di Piano.

Le unità liguri, rappresentate in prevalenza, dalle formazioni definite come "Complessi di Base" preflysch, costituenti il basamento delle sequenze torbiditiche terziarie dei Flysch ad helmintoidi (Flysch di M. Caio) e appartenenti all'"Unità tettonica Media Val Taro", sono rappresentate dalle *Argilliti di S. Siro*, dal *Complesso di Casanova*, dalle *Arenarie di Scabiazza*, dalle *Argille a Palombini ecc..*, appaiono fortemente deformate attraverso strutture plicative e di taglio a piccola e grande scala, per effetto della lunga storia evolutiva che le ha contraddistinte. In sponda destra del F. Taro in settori non interessati dagli ambiti di studio, affiora con continuità la formazione delle Arenarie di M. Gottero, che marca tutto il settore di crinale, confinante con la Toscana.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

SCHEMA SULLA POSIZIONE DELLE UNITA' TETTONICHE

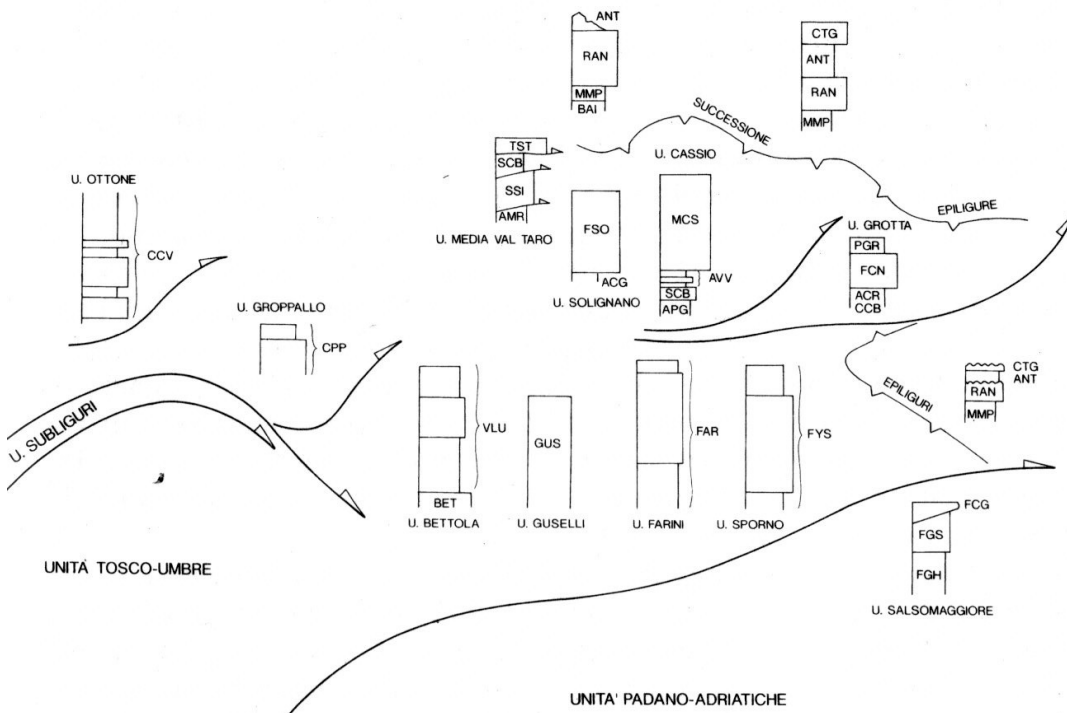


Fig 11 - Schema sulle posizioni delle varie unità tettoniche

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

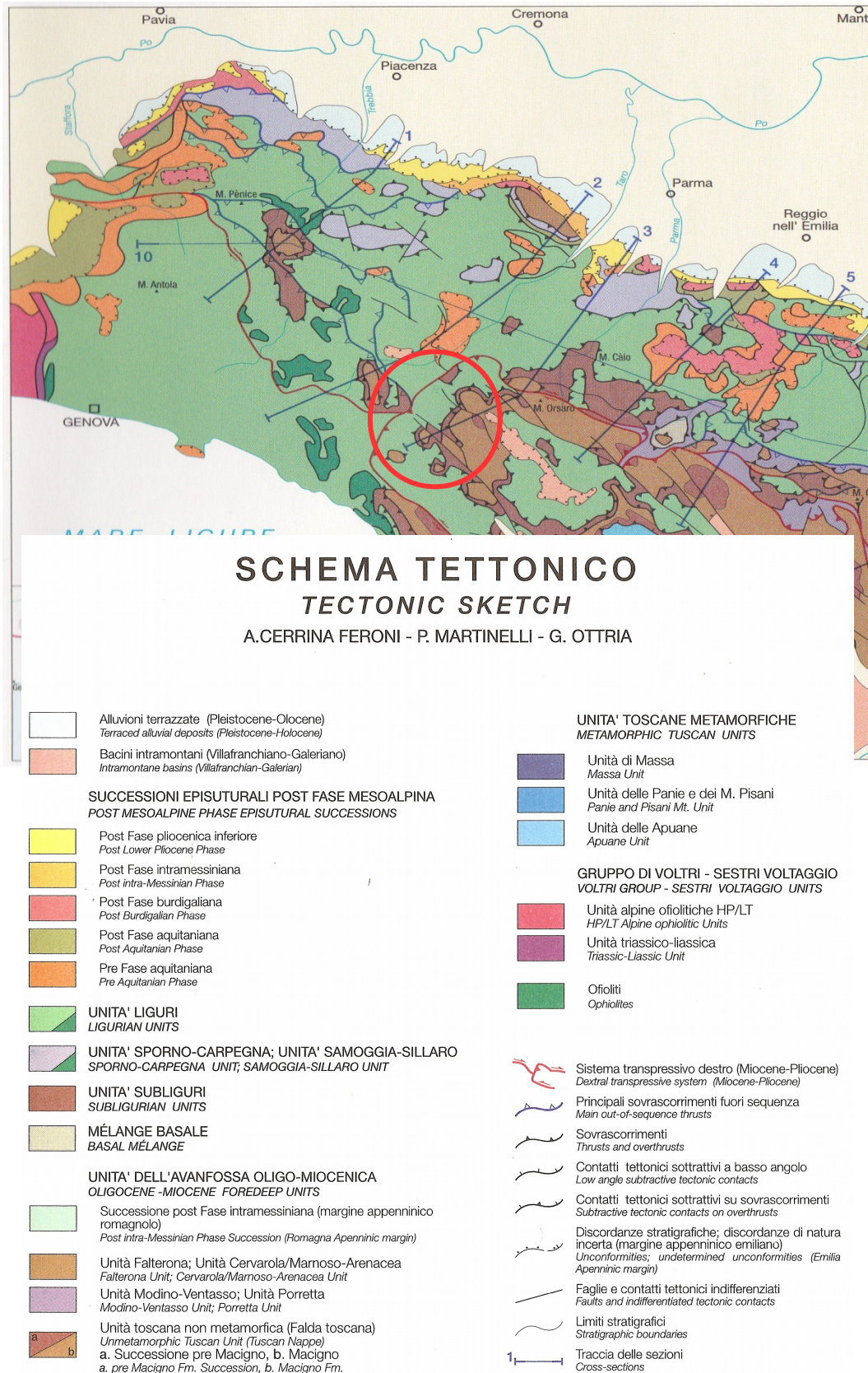


Fig. 12 - Schema tettonico - strutturale della porzione di Appennino in esame (Fonte: Carta geologico - strutturale dell'Appennino emiliano - romagnolo. C.N.R. - Regione Emilia - Romagna).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

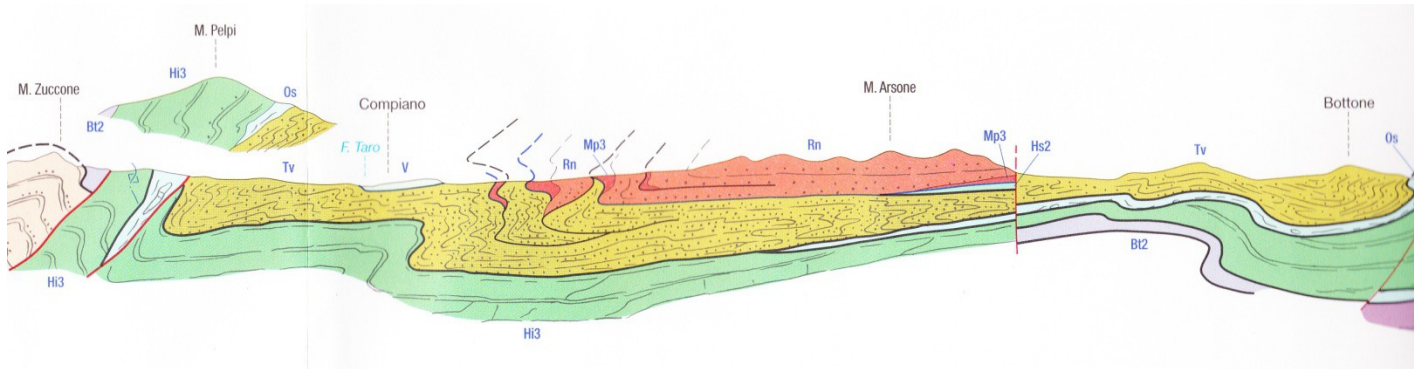


Fig. 13- Sezione tettonico - strutturale passante per la porzione di Appennino in esame
(Fonte: Carta geologico - strutturale dell'Appennino emiliano - romagnolo. C.N.R. - Regione Emilia - Romagna)

Lo stato deformativo, in aggiunta all'assetto lito-stratigrafico delle compagini rocciose, costituiscono i fattori geologici fondamentali che influiscono sulla risposta sismica dei terreni, in termini di amplificazione e velocità di propagazione delle onde S. Pertanto, alla base degli studi di microzonazione sismica non deve mai mancare un'attenta ed approfondita analisi degli aspetti geologico-morfologici generali e di dettaglio delle aree in esame.

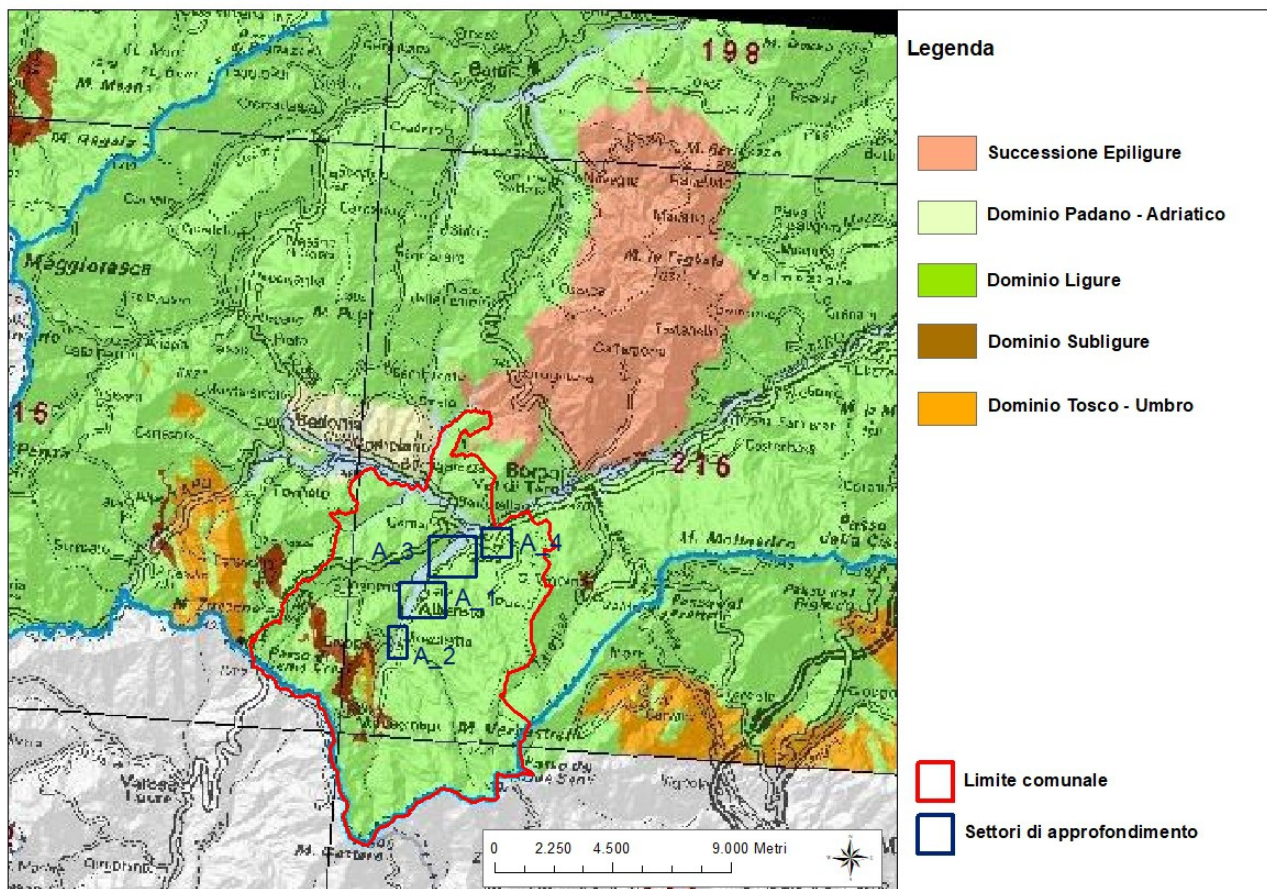


Fig. 14 - Inquadramento geologico di sintesi della porzione di Appennino in esame
(Fonte: Progetto CARG della regione Emilia - Romagna, Servizio Geologico e Sismico dei Suoli)

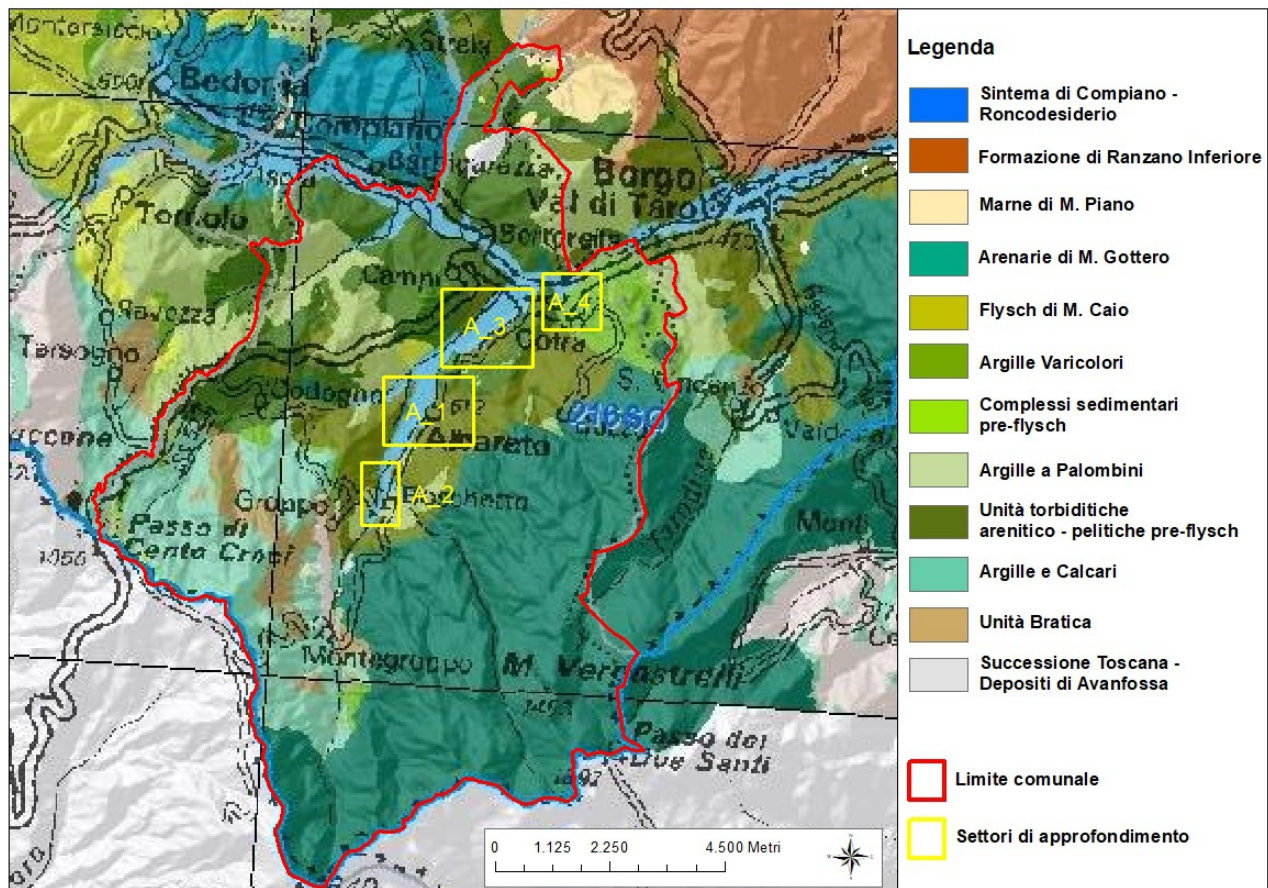


Fig. 15 – Inquadramento geologico della porzione di Appennino in esame
(Fonte: Progetto CARG della regione Emilia – Romagna, Servizio Geologico e Sismico dei Suoli)

Di seguito saranno brevemente descritte le formazioni affioranti nel territorio comunale di Albareto, seguendo la distinzione operata nelle Carte Geologiche dell'Appennino Emiliano – Romagnolo, alla scala 1:10.000, realizzate dalla Regione Emilia – Romagna nell'ambito del Progetto CARG.

L'analisi sarà limitata alle unità interessanti gli ambiti di studio e sarà di tipo schematico e limitata alle principali caratteristiche petrografiche e giacaturali, al fine di definire le proprietà geomeccaniche di resistenza caratteristiche di tali rocce.

Le unità tettonico-sedimentarie presenti sono state raggruppate nelle seguenti classi:

Depositi Quaternari Continentali;

Successione Neogenico – Quaternaria del Margine appenninico – padano

- AES8_ SINTEMA DI RAVENNA
- AES8a_ UNITA' DI MODENA

Sintema di Compiano

- SCM_ UNITA' DI COMPIANO

Successione Epiligure

- RAN_ FORMAZIONE DI RANZANO
- MMP_ MARNE DI MONTE PIANO

Unità Liguri

- GOT_ ARENARIE DI MONTE GOTTERO
- CAO_ FLYSCH DI MONTE CAIO
- SCM_ ARENARIE DI CAMPI
- SCB_ ARENARIE DI SCABIAZZA
- SSI_ ARGILLITI DI SAN SIRO
- AMR_ ARGILLE A PALOMBINI DDI M. RIZZONE
- CCV_ COMPLESSO DI CASANOVA
- SIGMA_ SERPENTINE
- BP_ BASALTI BRECCIATI

Unità di Canetolo (Subligure)

- ARB_ ARENARIE DI PONTE BRATICA
- ACC_ ARGILLE E CALCARI DI CANETOLO

Unità della falda toscana

- MRR_ MARNE DI MARRA
- MAC_ MACIGNO

Depositi Quaternari Continentali

- **a1 – Depositi di Frane attive.** Depositi gravitativi con evidenze di movimenti in atto o recente, costituiti da litotipi eterogenei raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensione variabile e natura calcarea e arenitica, immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa. La cinematica dei fenomeni è prevalentemente attribuibile a processi complessi, di scivolamento e colamento lento.
- **a2 – Depositi di frana quiescente.** Terreni detritici costituiti da depositi caotici a dominante matrice pelitica, con inclusi litoidi eterometrici ed eterogenei, apparentemente stabilizzati, legati prevalentemente a processi complessi, di scivolamento, colamento lento e scivolamento in blocco o DGPV.
- **a3_ Deposito di versante.** Coltre di materiale detritico generalmente fine, prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità, con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.
- **a6_ Detrito di falda.** Accumulo detritico costituito da materiale eterometrico ed eterogeneo, generalmente prodotto a quote elevate per fenomeni di dilavamento e crioclastismo, con frammenti litoidi di dimensioni variabili, con matrice scarsa di natura sabbioso – pelitica alterata e pedogenizzata. Frequentemente alla base di scarpate e lungo versanti acclivi.
- **b1_ Depositi alluvionali in evoluzione.** Ghiaie, talora embriate, sabbie e limi – argillosi di origine fluviale, attualmente soggette a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti arrotondati eterometrici ed eterogenei. I depositi dell'alveo inciso caratterizzano una distesa di

alluvioni ciottolose solcata da uno o al massimo due canali con andamento debolmente sinuoso e da barre fluviali longitudinali situate in posizione centrale e/o laterale. Nei canali sono presenti ghiaie poligeniche pulite con alto grado di cernita, che costituiscono il letto della corrente. Le barre sia laterali che centrali sono invece contraddistinte da ghiaie eterometriche poligeniche in scarsa matrice sabbiosa.

- **c3 - Deposito glaciale e periglaciale.** Accumulo detritico deposto per azione di un ghiacciaio, caratterizzato da detrito sciolto a struttura caotica con clasti eterometrici inglobati in matrice limoso-sabbiosa o limo-argillosa e con stratificazione mal visibile. Localmente frequenti i massi erratici. Questo tipo di deposito è localizzato nelle aree più alte dell'Appennino; la loro distinzione da frane vere e proprie è spesso problematica, in quanto frequentemente si presentano rimobilizzati ulteriormente lungo i versanti, pertanto la loro presenza può talora risultare sovrastimata.
- **i1_ Conoidi alluvionali.** Sono depositi di forma convessa, che si aprono a ventaglio allo sbocco dei rii nella valle. I detriti vengono distribuiti sulla superficie della conoide, per mezzo di frequenti spostamenti dell'alveo, secondo i raggi del ventaglio. Questi depositi sono costituiti da materiale eterogeneo per dimensioni: ciottoli, ghiaie, sabbie, limi.

Successione Neogenico – Quaternaria del Margine appenninico - padano

- **AES_** Unità costituita da depositi alluvionali intravallivi terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide, il tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è erosivo e discordante su unità più antiche. Pleistocene medio – Olocene. Si individua: **AES8_ Sistema di Ravenna.** Depositi di piana alluvionale, di terrazzo. Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, con copertura discontinua di limi argillosi. Depositi intravallivi terrazzati. Pleistocene sup. - Olocene; e **AES8a_ Unità di Modena.** Ghiaie prevalenti e sabbie ricoperte da una coltre limoso – argillosa discontinua. Depositi alluvionali intravallivi. Il profilo di alterazione è esiguo. Olocene. Sono delle aree relativamente pianeggianti, di dimensioni variabili, che rappresentano vecchie superfici di origine fluviale, delimitate da scarpate, che risultano da un successivo intaglio. Spesso, le scarpate dei terrazzi hanno una forma simile ad archi concavi, riconducibile all'erosione operata dalle anse ricurve dei torrenti. Le alluvioni terrazzate, risultano sopraelevate rispetto a quelle recenti e si rinvergono quasi esclusivamente lungo le incisioni del F. Taro, del T. Gotra e del T. Arcina. Esse sono formate da depositi di origine fluviale, caratterizzati da una successione prevalentemente ghiaiosa, con intercalazioni sabbiose, a giacitura sub-orizzontale e geometria lenticolare. Questi depositi sono ricoperti da un sottile strato di copertura limosa e/o argillosa che, allontanandosi dall'asse fluviale, aumenta progressivamente di spessore. I depositi di terrazzo in evoluzione orlano l'alveo inciso del torrente d'acqua e per questo sono interessati dalle acque fluviali durante gli eventi di piena più

significativi. Si tratta delle stesse ghiaie affioranti in alveo con clasti calcarei, calcareo-marnosi, arenacei, eterometrici e ben arrotondati. Se ne differenziano per il contenuto in matrice sabbiosa la quale è praticamente assente nei depositi d'alveo attuale mentre in questi è solitamente presente in percentuali variabili dal 10 al 30% circa.

Successione Epiligure

- **RAN - Formazione di Ranzano.** Data da più corpi sedimentari con geometria da lenticolare a tabulare e con facies deposizionali molto variabili da arenaceo-conglomeratiche a pelitico-arenacee. Origine prevalentemente torbidityca; ambiente di scarpata e di bacino, con presenza di frane sottomarine. Potenza variabile da qualche metro ad oltre 250 m. Nel comune si presenta una litofacies costituita da Torbiditi marnose di colore grigio con intercalazioni di strati o banchi arenacei con A/P<1 (**RAN2 - Formazione di Ranzano - membro della Val Pessola**). Litoareniti grigio-verdi, a marcata componente ofiolitica, e modeste quantità di rocce sedimentarie, in letti da medi a molto spessi, talora conbase grossolana, alternati a peliti siltoso-marnose scure (A/P generalmente >1). Contatto discontinuo, spesso erosivo e a luoghi discordante su MMP e su RAN1. (*Priaboniano terminale - Rupeliano inf.*).
- **MMP - Marne di M. Piano.** Argille, argille marnose e marnoso-siltose, marne rosse, rosate, grigio chiaro e verdi, con rari e sottilissimi strati di siltiti e feldspatoareniti risedimentate, marne e marne siltose grigie, grigio verdi, talora rosate, nella parte superiore della successione. Stratificazione generalmente poco evidente. Sedimentazione di tipo pelagico, in ambiente confinato e profondo, con rari apporti torbiditici. Il limite inferiore è discordante sulle unità liguri o netto su BAI, limite superiore netto con le Arenarie di Ranzano. La potenza affiorante è non superiore a 180 m. (*Luteziano sup. - Priaboniano*).

Unità liguri

- **GOT - Arenarie di Monte Gottero.** Areniti a composizione arkosica e subarkosica con frequenti intraclasti verdastri e locali basi erosive, alternate a siltiti ed argilliti nerastre in strati gradati medi e spessi; frequenti strati medio-grossolani non gradati e mal selezionati, spesso amalgamati. Si associano arenarie fini nerastre laminate e peliti nere, in regolari alternanze di strati medi e sottili. Presenti intercalazioni lenticolari di argilliti varicolori e nerastre, argilliti marnose e marne contenenti talvolta brecce monogeniche a matrice argillitica (GOTa - brecce argillitiche) prevalente con clasti da angolari a subangolari di calcilutiti biancastre e grigie, lembi di bancate calcarenitiche laminate e calcareo-marnose e lembi deformati delle stesse Arenarie di M.Gottero. Alla base intercalazioni metriche di arenarie litiche fini grigio-nocciola, in strati sottili e medi, laminati, alternati a siltiti marnose grigio chiare. Distinta localmente una litofacies

- pelitico-arenacea (GOTp). Torbiditi ed emipelagiti di ambiente marino profondo con depositi da colata di detrito. Potenza variabile da 700 a 1000 m circa. (Santoniano? - Paleocene)
- **CAO - Flysch di Monte Caio.** Torbiditi calcareo-marnose, grigio-scure, in strati da medi a molto spessi con una base arenitica media o fine passante a marna; a tetto intervalli sottili e medi di argilla nerastra fissile. Si alternano a pacchi di torbiditi arenaceo-pelitiche da sottili a medie e a torbiditi calcareo-pelitiche chiare in strati sottili e medi. Si intercalano localmente (Flysch di Testanello Auctt.) areniti grigio-nocciola da fini a grossolane passanti a marne siltose, in strati da medi a spessi e strati spessi di brecce monogeniche ad elementi calcareo-marnosi. Torbiditi di piana abissale e fanghi intrabacinali. Contatto inferiore netto con SSI. Potenza fino ad alcune centinaia di metri. (Campaniano sup. - Maastrichtiano).
 - **ACM - Arenarie di Campi.** Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche da fini a grossolane grigio-verdine, in strati da medi a spessi, gradati, con tetto fine e micaceo, o costituito da peliti nerastre e verdine in livelli sottili e molto sottili; si intercalano marne a base arenitica fine laminata, in strati medi e spessi. Torbiditi ed emipelagiti di ambiente marino profondo. (*Campaniano*)
 - **SCB – Arenarie di Scabiazza.** Torbiditi arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee con arenarie litiche grigio-nocciola, grigio-scure o grigio-verdastre, fini e medie in strati sottili e medi regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigio chiare a base arenacea fine e molto fine in strati da molto sottili a spessi (rapporto A/P da <1 a >1), conglomerati e calciliti in strati spessi. Possono essere presenti marne siltose grigie in strati molto spessi con base arenitica e conglomeratica fine ad elementi sedimentari. Nell'area di Ostia Parmense si individua una litofacies a brecce argillose (SCBa) costituita da brecce a blocchi di calcari grigio-verdini e biancastri e lembi eterometrici di marne grigiogiallastre, inglobati in matrice argillitica nera e verdastra, di potenza variabile da pochi metri a 50 m circa e una litofacies arenaceo-pelitica (SCBb); Sedimentazione torbiditica di ambiente marino profondo. Potenza geometrica affiorante può raggiungere 700 metri. (*Cenomaniano – Santoniano*).
 - **SSI_ Argilliti di S. Siro.** Argilliti rosso-violacee, brune o variegata, manganesifere, alternate con straterelli calcilutitici o siltitici ed arenitici grigi e grigio-verdastri ad alterazione color ocra o ruggine, e spessore mediamente compreso fra 10 e 30 cm, molto discontinui e deformati e con intercalazioni di areniti torbiditiche in livelli medio-sottili e calcareniti sottili. Depositi di debris flow a matrice argillitica e clasti eterogenei: palombini, ofioliti e rocce granitoidi (Gr). Localmente si interpongono lembi da metrici a decametrici di marne grigio-ocracee (litofacies marnosa - SSIa) e lembi di successioni pelitiche policrome fittamente stratificate (SSIb - litofacies argillitica). Nell'area dei Fogli 198 e parte del 216 viene attribuito il nome di Argilliti di S. Siro ad una formazione

considerata parte dell'Unità tettonica Media Val Taro (tettonicamente indipendente dall'Unità Caio-Bettola); sono state in questi fogli distinte una litofacies marnoso-calcareo (SSIC) costituita da marne e marne calcaree grigio-giallastre, in strati molto spessi a base calcarenitica fine intercalati da orizzonti argillitici nerastrati e policromi. (cfr. Marne di Pontolo Auctt.), ed una litofacies arenitica (SSIAr). Passaggio stratigrafico netto al sovrastante Flysch di M. Caio (nel Foglio 216 contatto discordante con APA). (*Cenomaniano?* - *Santoniano?*)

- **AMR - Argille a palombini di M. Rizzone.** Argilliti o argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, ocracee, rossastre, fissili, alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre o giallastre in superficie alterata, talora a base calcarenitica laminata, e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi; intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini in letti molto sottili e sottili di colore grigio scuro o di calcareniti medio-grossolane in strati da medi a spessi; localmente si intercalano argilliti marnose grigie in strati spessi, marne grigio-verdastre in strati medi e arenarie fini laminate in strati sottili; gli strati calcilutitici sono spesso "boudinati", a luoghi silicizzati, pervasivamente fratturati e caratterizzati da una fitta rete di vene di calcite, spalature verdastre sulle superfici di strato e frattura concoide. Si possono presentare in brecce monogeniche con scarsa matrice arenacea. Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri. (Berriasiano - Santoniano p.p).
- **CCV - Complesso di Casanova.** Argille caotiche inglobanti lembi di ofioliti (Basalti sbrecciati e serpentine), brecce, arenarie, conglomerati, calcari e marne (*Cretaceo*). Si distinguono due formazioni: **CCVb - Complesso di Casanova - litofacies a brecce mono e poligeniche a matrice pelitica**, costituite da brecce monogeniche (prevalenti) e poligeniche, in strati molto spessi e banchi a geometria lenticolare, con abbondante matrice pelitica grigio scura e clasti eterometrici, da angolari a subarrotondati, di calcilutiti chiare, più rari clasti di areniti scure e calcareniti (nell'area del Foglio 216 anche serpentiniti e basalti); si interpongono spezzoni di alternanze argillitico-calcaree e calcareo-marnose sempre molto deformate; lembi intensamente fratturati di Argille a Palombini. Potenza geometrica da 0 a 120 m circa. (*Campaniano inf.*); **CCVc - Complesso di Casanova - brecce poligeniche a matrice arenitica Brecce poligeniche**, per lo più grano-sostenute, a matrice arenaceo-siltosa o argillitica scura con clasti eterometrici da angolari a subangolari di basalti, serpentiniti, di litici sedimentari (calcilutiti tipo maiolica e palombino, torbiditi arenacee - ta, diaspri) e, in netto subordine, di ultramafiti, oficalciti, gabbri, granitoidi, radiolariti e clasti molli intraformazionali riferibili a CSU; strati lenticolari da medi a molto spessi. (*Campaniano inf.*).
- **Basalti sbrecciati Bp e Serpentine sr :** Rocce magmatiche intrusive ed ultrabasiche metamorfosate, verdi e nero-bluastrati, con superfici azzurrognole

(serpentiniti). Spesso brecciate e con frequenti vene di calcite bianca (oficalciti). (Cretaceo).

Unità di Canetolo (Subligure)

- **ARB - Arenarie di Ponte Bratica.** Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati da sottili a medi a base arenitica grigio-giallastra e grigio-verdastra fine o media passante a siltiti o siltiti marnose grigio scure; nell'area del Foglio 218 subordinati strati medi o spessi di arenarie grossolane. Si distingue una litofacies arenacea (ARBa) costituita da siltiti, siltiti marnose e subordinate areniti fini in strati sottili. Torbiditi ed emipelagiti di ambiente marino profondo. Contatti tettonici con le formazioni circostanti. (*Oligocene*)
- **ACC - Argille e calcari di Canetolo.** Argilliti grigio-nere in strati medi e spessi alternate a calcilutiti grigie o grigio-scure in strati medio-sottili e calcari marnosi in strati spessi e molto spessi, calcareniti gradate, brecce ad elementi micritici, calcarenitici e arenacei; breccie organogene (Nummuliti, Discocycline?), e calcari marnosi a base calcarenitica. Intercalazioni di areniti, spesso bioclastiche, e siltiti in strati gradati e laminati medio-sottili. Interazioni metriche di argilliti rosse alternate a strati spessi di calcsiltiti gradate marnose, arenacee alla base, di colore rosato (ACCac - litofacies varicolorata). Nell'area del Foglio 216, presso Montegropo, si distinguono lembi di paleosuolo (costituiti da argilliti grigie profondamente alterate in ocreo inglobanti arenarie calcaree silicizzate e/o decalcificate con incrostazioni in ossidi ed idrossidi di ferro e manganese). Sedimentazione emipelagica, intervallata a torbiditi intrabacinali e terrigene. Spessore massimo circa 400 m. (*Cretaceo sup.? - Eocene medio*).

Unità della falda toscana

- **MRR - Marne di Marra.** Siltiti marnose grigie, talora a patine giallastre, a stratificazione indistinta o con rare intercalazioni di arenarie torbiditiche fini in strati sottili. Localmente livelli di brecce sedimentarie poligeniche (bp1) ad elementi calcarei in matrice argillosa e lembi olistolitici di sequenze argilloso-calcaree. Potenza geometrica di circa 300 m. (*Chattiano - Aquitaniano*).
- **MAC - Macigno.** Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati gradati medi e spessi con basi arenitiche medie e localmente grossolane, a composizione da subarkosica a sublitarenitica, alternate a torbiditi in strati da sottili a medi con base arenitica fine e tetto pelitico. Si distinguono intercalazioni di brecce (MACol - litofacies a brecce sedimentarie) costituite da elementi calcarei, calcareo-marnosi in blocchi e lembi eterometrici in prevalente matrice argillitica. Spessore massimo di circa 1000 m. (*Chattiano - Aquitaniano*).

L'attuale assetto geomorfologico dell'ambito territoriale del Comune di Albareto è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni

tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sull'andamento morfologico del territorio.

Uno dei parametri geomorfologici più importanti nella modifica ed evoluzione del territorio è costituito dal diverso grado di morfoselezione presente, che risulta strettamente correlato con le litologie presenti e dipendente da altri fattori come clima, acclività, coperture boschive e arboree ecc...

La morfoselezione può essere definita come la tendenza dei terreni e delle rocce ad evolversi verso forme e strutture selettive sotto l'azione dei processi e degli agenti morfogenetici principali (acque superficiali e meteoriche, vento, gelo-disgelo, gravità, ecc.).

In questa ottica, la morfoselezione risulta correlata all'impedenza (capacità dei suoli di opporsi all'erosione operata dalle acque superficiali dilavanti) ed alla ritenzione idrica dei suoli (quantità di acque superficiali assorbita dai terreni superficiali), a loro volta condizionate dal tipo e grado di copertura vegetale esistente e dalla geologia e litologia del substrato; litofacies argillose o pelitiche offrono infatti una minore resistenza all'erosione rispetto a rocce arenacee o calcaree e, quindi, hanno meno possibilità di queste ultime di originare nel tempo forme selettive (picchi o rilievi rocciosi, scarpate strutturali, ecc.).

Tutti questi elementi condizionano in ultima analisi la stabilità idrogeologica dei versanti ed i tempi di corrivazione (velocità di ruscellamento delle acque superficiali verso valle) e quindi i tempi di formazione delle piene fluviali.

La bassa morfoselettività delle rocce pelitiche e di quelle argilloso-marnose in genere, è di norma abbinata ad una elevata e diffusa franosità, che col tempo si evolve verso morfologie più dolci e meno acclivi (ossia più stabili), che consentono, di conseguenza, una più agevole e conveniente utilizzazione antropica dei suoli e dei terreni.

Non a caso, infatti, le zone meno densamente antropizzate della fascia appenninica risultano quelle in cui affiorano le rocce maggiormente morfoselettive, ossia quelle che originano una morfologia impervia, con acclività e pendenze elevate e che comportano la formazione di suoli di ridotto spessore e produttività; su tali superfici, localizzate per lo più nelle zone di crinale, si sviluppano quindi boschi, cespugli e praterie.

Alla luce delle caratteristiche geologiche e litologiche principali delle rocce affioranti negli ambiti di studio, in grado di determinare un comportamento geomorfologico piuttosto omogeneo anche su grandi areali, sono state individuate le 4 classi di morfoselezione seguenti:

- Terreni con grado di morfoselezione da basso a molto basso: comprendono, di norma, le litofacies pelitiche (argillose) e marnoso-argillose, ma anche quelle in cui la fitta stratificazione o l'alternanza di litologie diverse o l'elevato grado di fratturazione delle stesse (tipo rocce argilloso-caotiche), portano ad evidenziare un comportamento poco resistente nei confronti dell'erosione e dell'alterazione morfologica. In tale classe sono state pertanto comprese le formazioni argillose quali le Argille a Palombini, le Argilliti di S. Siro.

- Terreni con grado di morfoselezione da basso a medio: sono composti litologie con comportamento geomorfologico intermedio, in quanto costituiti da litofacies marnose, marnoso-argillose, marnoso-calcaree e marnoso-arenacee resistenti, ma condizionate negativamente dal grado di fratturazione della compagine rocciosa, o dalla costante presenza di livelli a bassa resistenza, che li rendono poco stabili o sufficientemente stabili. In tale classe sono state considerate le formazioni costituite da fitte alternanze pelitico - arenacee come le Arenarie di Scabiazza, Arenarie di Campi.
- Terreni con grado di morfoselezione da medio ad alto: ricadono in questa classe i le litofacies riferibili alle note sequenze flyschiodi, spesso intensamente fratturate, anche se porzioni di flysch particolarmente marnose possono far rientrare tali unità più tipicamente nella classe precedente. La stratificazione massiccia più o meno regolare di tali litofacies, porta alla formazione, o di rilievi selettivi tabulari (in condizioni geologico-strutturali particolari), o di picchi rocciosi e linee di crinale ben definite rispetto al territorio circostante. In tale classe sono state comprese la formazione del Flysch di M. Caio, che affiora limitatamente anche negli ambiti territoriali individuati nel presente studio.
- Terreni con grado di morfoselezione da alto a molto alto:. Le litofacies che presentano tali caratteristiche di morfoselezione, sono quelle ad alta resistenza e spiccata energia di rilievo e comprendono la formazione arenacea delle Arenarie di Ranzano e delle Arenarie di M. Gottero, che caratterizzano l'intera area di crinale del territorio del comune.

In generale si può affermare che il territorio di Albareto è contraddistinto da una morfologia "giovanile" caratterizzata da versanti più o meno acclivi, con incisioni vallive spesso pronunciate, dovute prevalentemente all'azione erosiva dei corsi d'acqua. Le forme di accumulo fluviale sono evidenti specie nel tratto fluviale in cui sorge l'abitato di Albareto, dove diversamente dal resto del territorio hanno estensione significativa, mentre nel resto del territorio i depositi alluvionali occupano il fondo di valli strette (comprese fra versanti ricoperti da depositi gravitativi o incassate in pendii rocciosi). Molto diffuse sono le forme di erosione fluviale, specialmente sulle sponde geologicamente instabili o costituite da depositi detritici o litologie "tenere" (argilliti, argille, formazioni flyschoidi ecc.). Spesso tali fenomeni sono la causa dell'innescio di movimenti franosi di neoformazione sui versanti o della riattivazione di vecchie frane quiescenti.

Risultano evidenti gli stretti legami esistenti tra l'aspetto morfologico ed i motivi stratigrafico - tettonici e le caratteristiche geomeccaniche delle rocce. Laddove predominano i litotipi arenacei e calcarei, il rilievo si presenta accidentato, con pendii ripidi che seguono quasi fedelmente l'inclinazione degli strati, quando disposti a franappoggio; mentre sono caratterizzati da una forte acclività con strati a reggipoggio. Al contrario dove affiorano i terreni prevalentemente

marnoso – argillosi la morfologia assume caratteri attenuati ed un aspetto relativamente addolcito e si osservano frequentemente versanti interessati da diffusi e talora ampi fenomeni di dissesto.

In tale contesto, è chiaro che i fenomeni di gran lunga più significativi e diffusi nel territorio e che per i loro effetti hanno più rilevanti e significative ricadute sul territorio, a causa delle limitazioni e dei danni che provocano, sono i fenomeni legati alla gravità.

Nel presente studio, per la definizione dei movimenti gravitativi che interessano le aree in esame, si è fatto riferimento, principalmente, alla Carta del Dissesto della Provincia di Parma, alla scala 1:10.000, che ne prevede l'identificazione e la classificazione sulla base dello stato di attività e della tipologia.

Più precisamente, sulla base dello stato di attività, si distinguono solo due classi:

- **frana attiva:** movimento gravitativo ritenuto attivo o riattivato (in un settore di corpo di frana quiescente) all'atto dell'indagine fotointerpretativa, ovvero rilevato o confermato da controllo sul terreno; l'attività può trovare conferma anche in dati documentali recenti (pubblicazioni, carte geologiche, relazioni tecniche, ecc.);
- **frana quiescente:** riguarda tutti i tipi di dissesto in cui è possibile desumere, da indizi di natura geomorfologica e considerazioni di evoluzione morfoclimatica del territorio appenninico, la temporanea inattività del corpo di frana e della scarpata principale ad essa connessa;

Infatti, nelle porzioni di territorio cartografate, non sono mai stati individuati corpi di frana ritenuti inattivi in quanto le cause ed i processi che li hanno generati non sono più presenti o sono stati rimossi (definiti "frane relitte" nella Carta del Dissesto della Provincia di Parma).

Quanto alla tipologia, esaminando la Carta del Dissesto della Provincia di Parma, che fa riferimento alla classificazione dei movimenti gravitativi di *Cruden & Varnes* (1996), e tenendo conto delle classi stabilite dagli ICMS, nel territorio in esame, si sono distinte le seguenti frane:

- Scorrimento: classe in cui sono accorpati gli scivolamenti rotazionali e quelli traslazionali o planari
- Colata: che può essere di terra o di fango
- Complessa: data dalla combinazione di 2 o più movimenti di tipo semplice
- Non definita: indicata, altrimenti, come indeterminata (quando la tipologia di movimento non è chiara)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

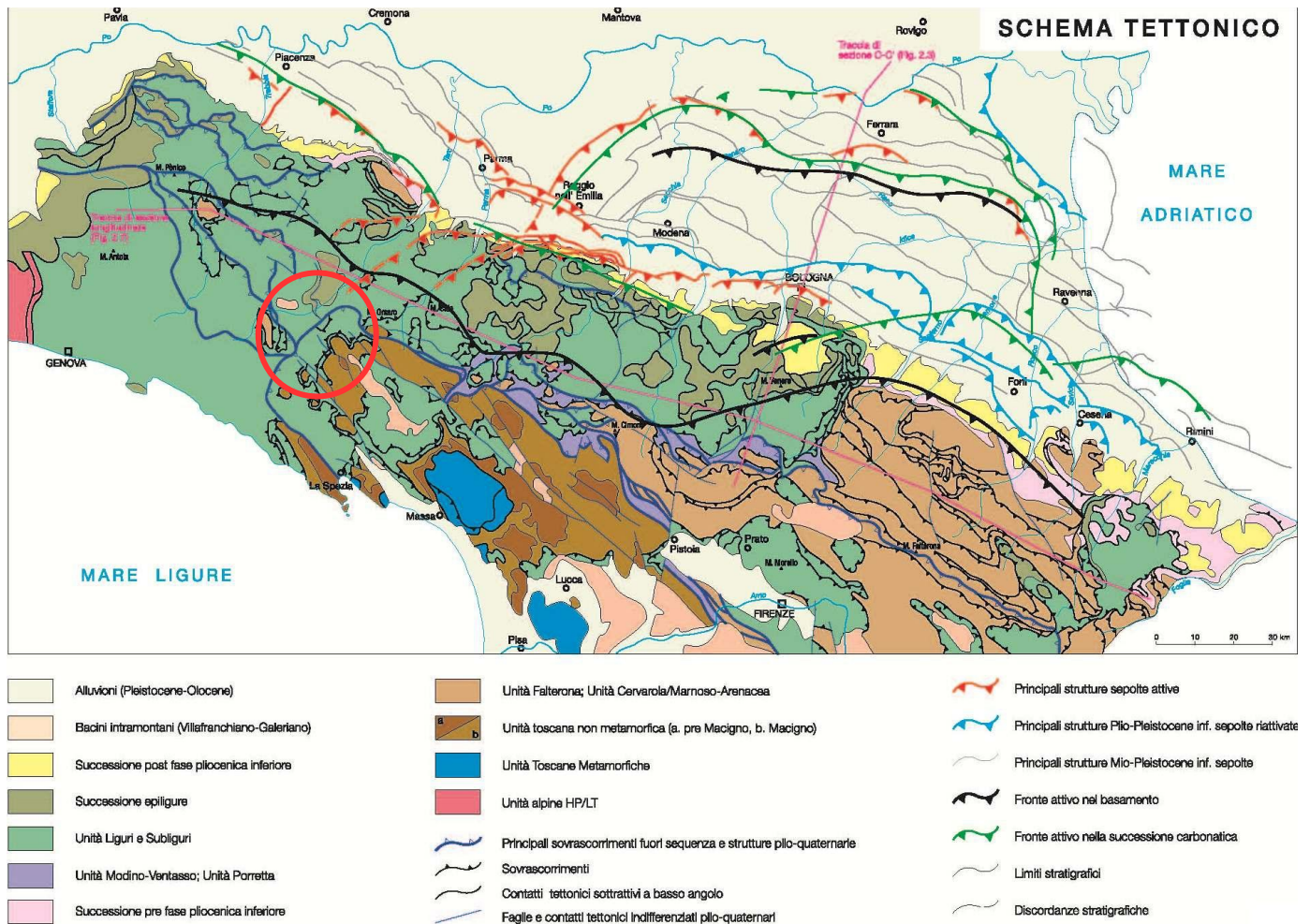


Fig. 16 - Schema tettonico generale della Regione Emilia Romagna. Cerchiata in rosso l'area indicativamente coincidente con il Comune di Albareto

4. INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

L'Appennino settentrionale è una catena a *thrusts* facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Euroasiatica.

Si tratta di un edificio costituito da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini (Fig. 16): il Dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (Liguridi s.l., Auctt.) e il Dominio Tosco-Umbro-Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico.

Le formazioni rocciose appartenenti al Dominio Toscano, sono localizzate essenzialmente lungo la zona di crinale, mentre le unità liguri caratterizzano la fascia che si estende fino al di sotto dei depositi alluvionali della pianura.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

Il fronte appenninico è evidenziato dalle strutture ad arco delle pieghe emiliane e ferraresi, posizionate quasi a ridosso del fiume Po, dove sovrascorre con direzione settentrionale la piattaforma padano-veneta.

Oltre che al contatto tra unità tettoniche differenti, si possono rinvenire all'interno di ciascun dominio strutture attive, il cui studio risulta estremamente importante per definire i meccanismi di rottura che generano i terremoti.

Dall'analisi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna (Fig. 17), emerge che le zone a maggiore sollevamento, con tassi >1 mm/anno, sono individuabili nella parte alta della catena, corrispondente al settore a monte del principale raddoppio crostale a conferma dell'attività di questa struttura.

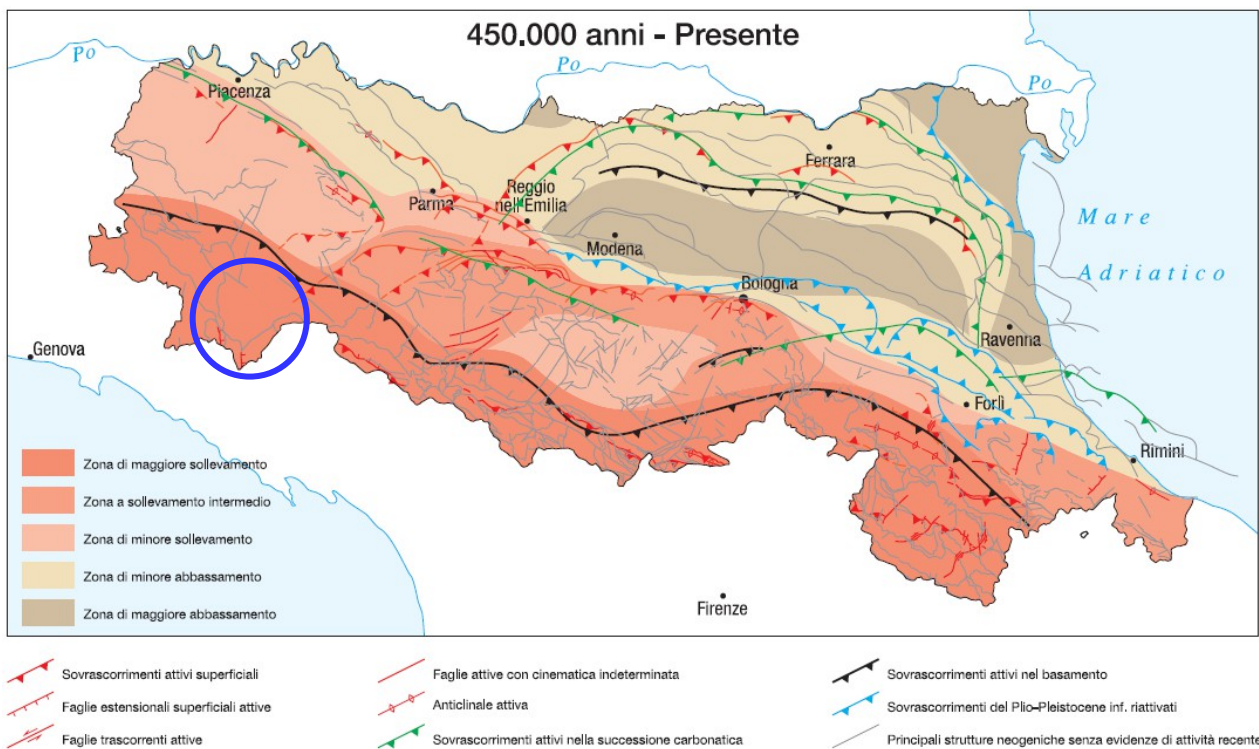


Fig. 17 - Schema dell'attività neotettonica della Regione Emilia Romagna. Cerchiata in blu l'area indicativamente coincidente con il Comune di Albareto

L'area a sollevamento intermedio, con tassi mediamente ≥ 1 mm/anno, corrisponde al settore immediatamente retrostante la struttura superficiale del margine che da Bologna si estende verso NW fino alla valle del Taro.

Le aree a minore sollevamento (< 1 mm/anno) si collocano immediatamente a valle della struttura crostale.

La sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 km, risulta molto diffusa in catena e più localizzata in pianura, soprattutto in corrispondenza della dorsale ferrarese.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

I meccanismi focali calcolati risultano compressivi e trascorrenti indicando direzioni di compressione sia NE-SW che NW-SE. I meccanismi focali distensivi sono nettamente secondari. Risulta quindi che la cinematica delle principali strutture attive superficiali è di tipo transpressivo.

La sismicità crostale, con ipocentri mediamente compresi tra 15 e 35 km, mostra una distribuzione simile a quella più superficiale ma con una densità inferiore. Anche in questo caso i meccanismi focali risultano compressivi e trascorrenti con direzioni di compressione sia NW-SE che NE-SW ed i meccanismi distensivi sono rari e ben localizzati.

La sismicità più profonda, con ipocentri oltre i 35 km, fino ad oltre 50 km, è sempre diffusa nel settore di catena e in corrispondenza del margine appenninico-padano, e decisamente minore in pianura. I meccanismi focali calcolati sono in accordo con quanto riscontrato nei livelli strutturali superiori.

Risulta così un modello geodinamico attivo in cui le strutture superficiali della copertura, quelle crostali nonché quelle del mantello, sebbene tra loro distinte, sono tutte coerenti e inquadrabili in un sistema transpressivo che rispetto alle zone esterne dell'avampaese padano, relativamente stabili, assume il significato di un sistema di ordine inferiore all'interno di una zona di trascorrenza destra.

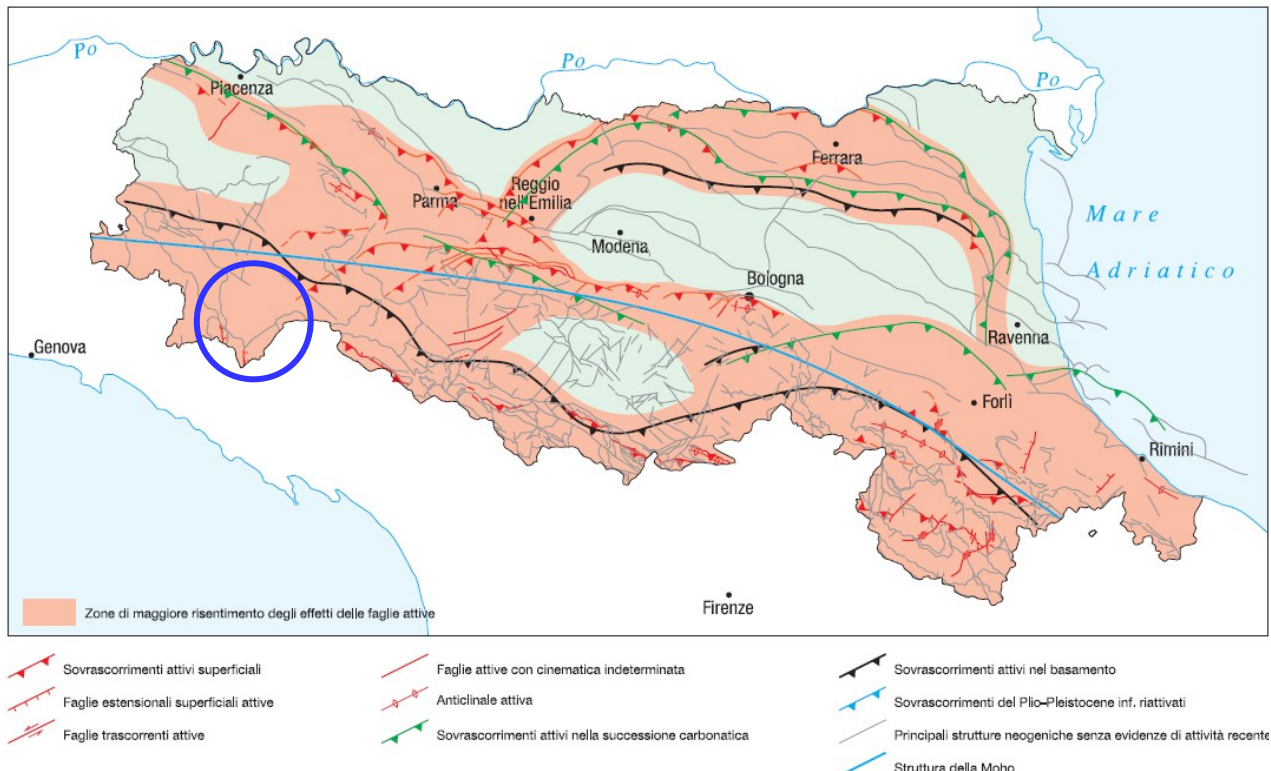


Fig. 18 – Carta della zonizzazione di maggiore risentimento degli effetti delle faglie attive della Regione Emilia Romagna. Cerchiata in blu l'area indicativamente coincidente con il Comune di Albareto

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

In Fig. 18 è riportata la distribuzione delle strutture attive rispettivamente della copertura, della crosta e del mantello con una zonazione delle aree che maggiormente risentono della loro attività. Per questa zonazione si è tenuto conto anche degli effetti superficiali quali le aree di maggiore sollevamento in catena e di minore abbassamento in pianura, come pure della distribuzione delle aree a maggiore frequenza di fenomeni franosi. Si osserva che il territorio del Comune di Albareto è situato in una zona di discreto risentimento degli effetti delle faglie attive.

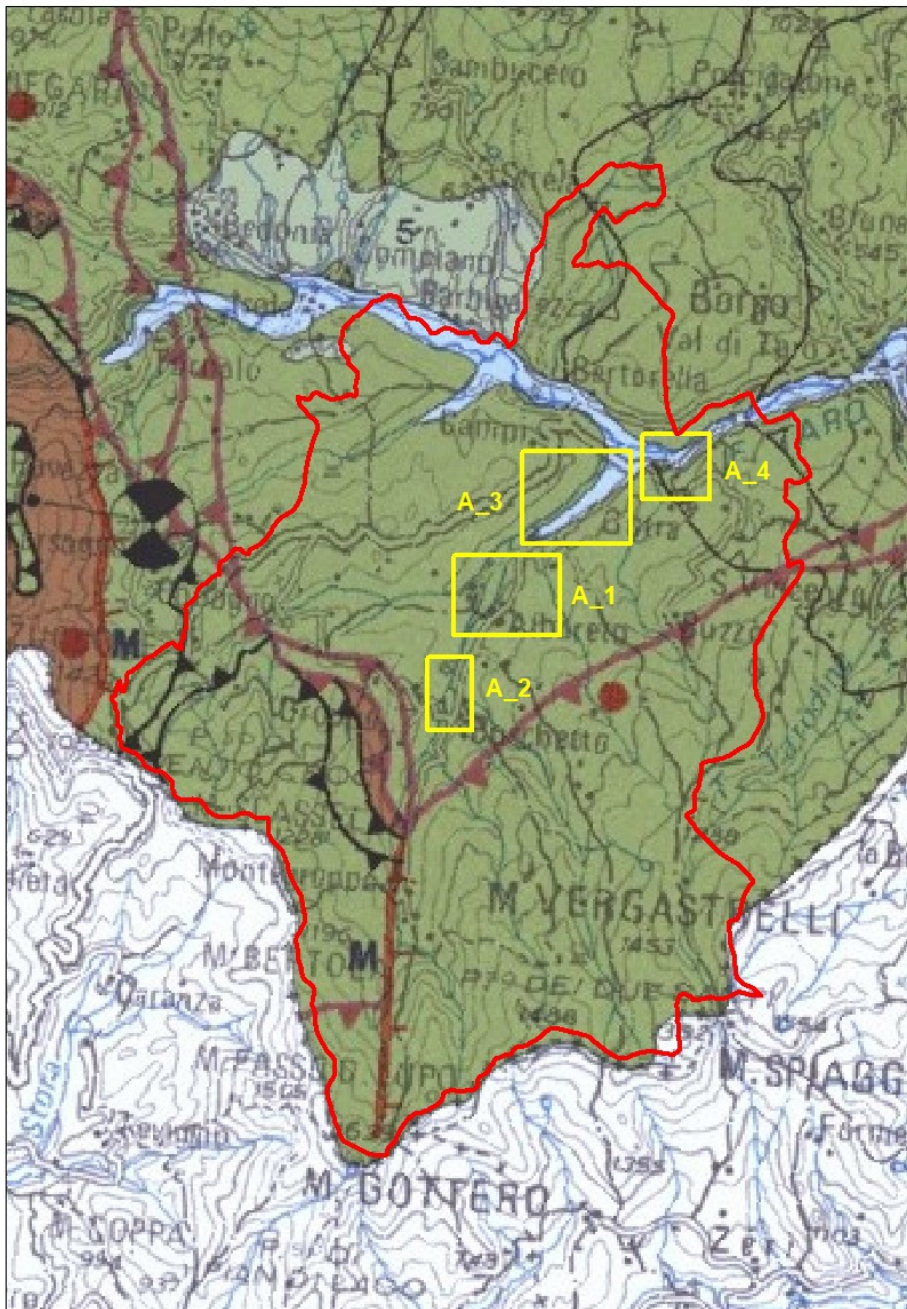


Fig. 19 - Stralcio Carta Sismo – Tettonica della Regione Emilia-Romagna con indicazione degli areali di studio e nella pagina seguente relativa legenda

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

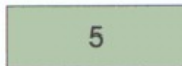
Studio di Microzonazione sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Albareto



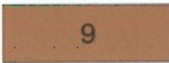
Limite comunale



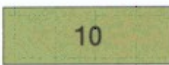
Settori di approfondimento



Depositi fluvio-lacustri intramontani (Pliocene superiore-Pleistocene medio, 2,1 - 0,2 Ma)
Intramountain fluvio-lacustrine deposits (Late Pliocene-Middle Pleistocene, 2,1 - 0,2 My)



Depositi delle avanfosse dell'Oligocene superiore-Miocene: Macigno, Arenarie del M. Cervarola, Arenarie del M. Falterona, Marnoso-Arenacea (28 - 6,8 Ma)
Foredeep deposits Late Oligocene-Miocene in age: Macigno, Mt Cervarola Sandstones, Mt Falterona Sandstones, Marnoso-Arenacea (28 - 6,8 My)



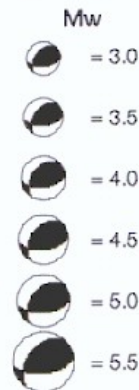
Unità Liguri, Subliguri ed Epiliguri (Giurassico - Miocene, 205 - 6,8 Ma)
Ligurian, Subligurian and Epiligurian Units (Jurassic - Miocene, 205 - 6,8 My)

Epicentri dei terremoti *Earthquake epicenters* Meccanismi focali *Earthquake focal solutions*

strumentali
instrumentals



macro-sismici
macroseismics



Faglia normale
Normal fault

Faglia inversa
Thrust fault

Faglia trascorrente
Strike-slip fault

Faglia inversa/trascorrente
Thrust and strike-slip fault

Faglia normale/trascorrente
Normal and strike-slip fault

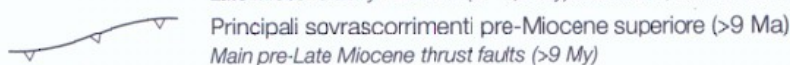
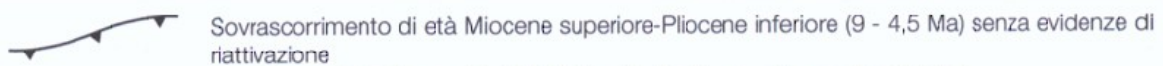
Strutture affioranti *Outcropping structures*

Strutture attive e recenti (<1 Ma), determinate su base morfostrutturale (M) e/o geologica (G)
Active and recent structures (<1 My), recognized on the basis of morphostructural (M) and/or geological (G) data



Strutture plio-quadernarie (4,5 - 1 Ma)

Plio-Quaternary structures (4,5 - 1 My)



La Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna alla scala 1:250.000, rappresenta il documento fondamentale per la definizione della pericolosità sismica locale e all'individuazione di strutture potenzialmente sismo genetiche ed ha consentito di ottenere il quadro neotettonico e sismotettonico dell'area di studio.

Lo stralcio della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna riferito al territorio al contorno del Comune di Albareto è riportato in Fig. 19.

Nel dettaglio, in Fig. 19, all'interno del perimetro comunale di Albareto (specie nel settore prossimo al crinale appenninico), si evidenziano numerose strutture (sovrascorrimenti e faglie) attive, affioranti, recenti e di età più antica, senza chiare evidenze di riattivazione (Miocene Sup. - Pliocene Inf. 9 - 4,5 M.A. e Miocene Sup. > 9 M.A.), a conferma del sensibile grado di sismicità dell'area. Si osserva anche un importante sovrascorrimento di età miocenica - pliocenica inferiore successivamente riattivato. A est del comune si sviluppa una rilevante finestra tettonica, in cui si concentrano strutture (sovrascorrimenti e faglie) a prevalente meccanismo focale trascorrente. I principali epicentri di eventi macrosismici sono di magnitudo M compresa tra 5 e 5,5.

5. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

I dati geotecnici necessari alla realizzazione dello studio sono stati reperiti presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale, dove è stato possibile consultare numerose relazioni geologiche, prodotte a corredo di progetti edilizi e di opere pubbliche e di acquisire copia delle indagini geognostiche eseguite.

Tutte le indagini sono state trasformate in formato digitale con modalità georiferita, al fine di consentirne l'elaborazione in ambiente GIS.

A tal proposito sia i dati di base, che i dati elaborati sono stati organizzati in formato vettoriale (shapefile) nel rispetto delle indicazioni per l'archiviazione informatica, rappresentazione e fornitura dei dati degli studi di microzonazione sismica e dell'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza, di cui all'OPCM 4007/2012 e al Decreto del 16.03.2012 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile".

Relativamente al territorio in esame non sono stati individuati dati nella banca dati geognostica della Regione Emilia-Romagna.

Inoltre ad integrazione dei dati esistenti è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine.

In considerazione del fatto che per le aree oggetto di studio è emersa la disponibilità di un discreto numero di prove pregresse, che consentono di ricostruire con adeguata approssimazione la stratigrafia del sottosuolo sino alla profondità di interesse, ai fini del

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

presente studio si è ritenuta sufficiente l'esecuzione di nuove indagini geofisiche finalizzate alla definizione dei profili di Vs e alla misura delle frequenze naturali dei terreni, ritenendo viceversa superflua l'esecuzione di prove geotecniche in sito. Inoltre l'esecuzione di alcuni stendimenti di sismica a rifrazione, ha consentito di definire delle sezioni della piana alluvionale in prossimità del capoluogo

Più in particolare sono state eseguite n° 25 indagini di sismica passiva mediante misure di ascolto delle vibrazioni ambientali secondo la tecnica HVSR a stazione singola, accompagnate da n° 5 prospezioni sismiche di tipo MASW e da n° 2 stendimenti di sismica a rifrazione.

La strumentazione hardware utilizzata è costituita da:

- SISMOGRAFO 24 CANALI - 24 bit della PASI, Modello MOD. "GEA 24" con geofoni orizzontali e verticali da 4,5 HZ, nel nostro caso utilizzato per indagini sismiche attive tipo RIFRAZIONE SISMICA / TOMOGRAFIA SISMICA e MASW.
- GEOFONO 3D tricomponente a stazione singola - 24 bit della PASI, Modello MOD. "GEMINI 2" nel nostro caso utilizzato per indagini sismiche attive MASW-HS e indagini passive HVSR.

Per maggiori dettagli si può consultare il sito della casa produttrice: <http://www.pasisrl.it>

Il software di elaborazione e restituzione dei dati è costituito da:

SOFTWARE DI ELABORAZIONE DATI :

- WinMASW 3C - Versione 6.0 per MASW e HVSR
- HoliSurface - Versione 4.0 per HS e HVSR
- ZOND ST2D - Versione 4.2 per rifrazioni / tomografia sismica

Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri delle singole componenti (componente del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni).

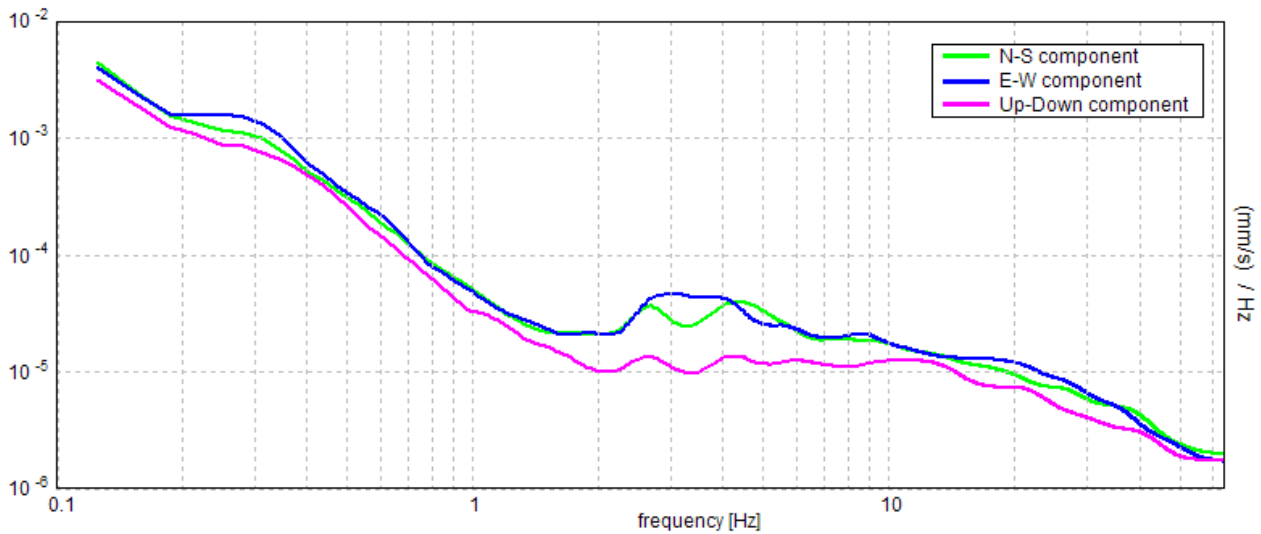


Fig. 20 - Esempio di spettro delle singole componenti

Le risultanze delle misure HVSR sono state riportate nell'Allegato "Indagini tromografiche_ HVSR, indagini MASW e sismiche a rifrazione di nuova realizzazione"

6. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

La base per uno studio di microzonazione sismica è la definizione, quanto più accurata possibile, del modello geologico del sottosuolo, cercando di individuare come varia la successione stratigrafica all'interno delle aree in esame e a che profondità si possa trovare il substrato.

A tale scopo, per il Comune di Albareto, sono stati esaminati e confrontati tra loro tutti i dati geognostici raccolti oltre a differenti cartografie tematiche, con scale di diverso grado di dettaglio.

Rimandando al corrispondente paragrafo la descrizione specifica delle caratteristiche delle 4 porzioni di territorio comunale oggetto del presente studio, di seguito, ci si limita a proporre alcune considerazioni generali su come il complesso assetto geologico rilevato possa modificare il moto sismico in superficie e quali problematiche comporti per la determinazione degli effetti locali.

A riguardo, in primo luogo, va considerato che gli ambiti in esame e oggetto di approfondimento ricadono completamente all'interno del Dominio Ligure, formazioni e sedimenti che nel quadro evolutivo appenninico, hanno subito la massima traslazione. Al di sotto delle coperture quaternarie, sono presenti, quasi esclusivamente formazioni argillose e

argillitiche e pelitico arenacee: infatti, prevalgono le argilliti massive di S. Siro e in subordine le Argille a palombini e le Arenarie di Scabiazza.

In ogni caso, si tratta di depositi a natura prevalentemente argillosa e secondariamente arenacea e calcarea, a struttura massiva e solo raramente sono contraddistinti da una stratificazione ben definita. Nelle porzioni più superficiali di tali compagini rocciose le velocità di propagazione delle onde sismiche non raggiungono mai gli 800 m/s; valori simili si possono incontrare a profondità più elevate dove il substrato risulta più compatto e, conseguentemente, le velocità delle onde S tendono ad aumentare a valori prossimi a quelli del *bedrock* sismico.

Si consideri, inoltre, che dette velocità risultano fortemente condizionate anche dal grado di fratturazione degli ammassi rocciosi, determinato da vari fattori, primi fra tutti, l'azione tettonica, la gravità e gli agenti atmosferici. Ciò interessa, in particolare, il livello di roccia più superficiale, di spessore variabile, fortemente alterato (regolite).

Anche nei depositi quaternari si osservano significative variazioni nei profili delle V_s , sia in relazione allo stato di addensamento dei depositi, generalmente maggiore all'aumentare della profondità, che al tipo di litologie attraversate, con significativi incrementi al passaggio tra un orizzonte fine ad uno prevalentemente ghiaioso.

Le conoscenze geognostiche, quando possibile, consentono di individuare le prime superfici di discontinuità, ad esempio, all'interno delle alluvioni, dove la copertura, prevalentemente limoso-argillosa, poggia sul livello granulare più superficiale o al contatto tra i depositi quaternari e il substrato marino. Quanto alle discontinuità più profonde, come potrebbe essere il limite regolite/roccia in posto o determinate dal passaggio tra strati costituiti da litotipi differenti, all'interno del substrato marino, è difficile che si abbiano informazioni attendibili.

D'altra parte, come verrà illustrato nel prosieguo della relazione, le indagini di sismica attiva e passiva effettuate restituiscono curve H/V in cui sotto i 20 Hz, sono talvolta presenti più picchi, con contrasti d'impedenza bassi e simili tra loro, a frequenze associabili a differenti profondità.

E' evidente che, in un tale contesto, definire la risposta sismica locale non sia sempre facile, così come risulta spesso una discreta forzatura assimilare l'assetto geologico delle varie zone ad un modello fisico monodimensionale.

7. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come già indicato, il presente studio, oltre ad utilizzare una grande quantità di dati progressi, ha previsto l'esecuzione di una nuova campagna di indagini sismiche.

La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

I risultati ottenuti per ciascuna prova, riportati nell'Elaborato 7 – Prove tomografiche, sono:

- il grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica, in cui si possono osservare picchi caratteristici, in corrispondenza di determinate frequenze;
- La velocità media delle onde di taglio Vs.

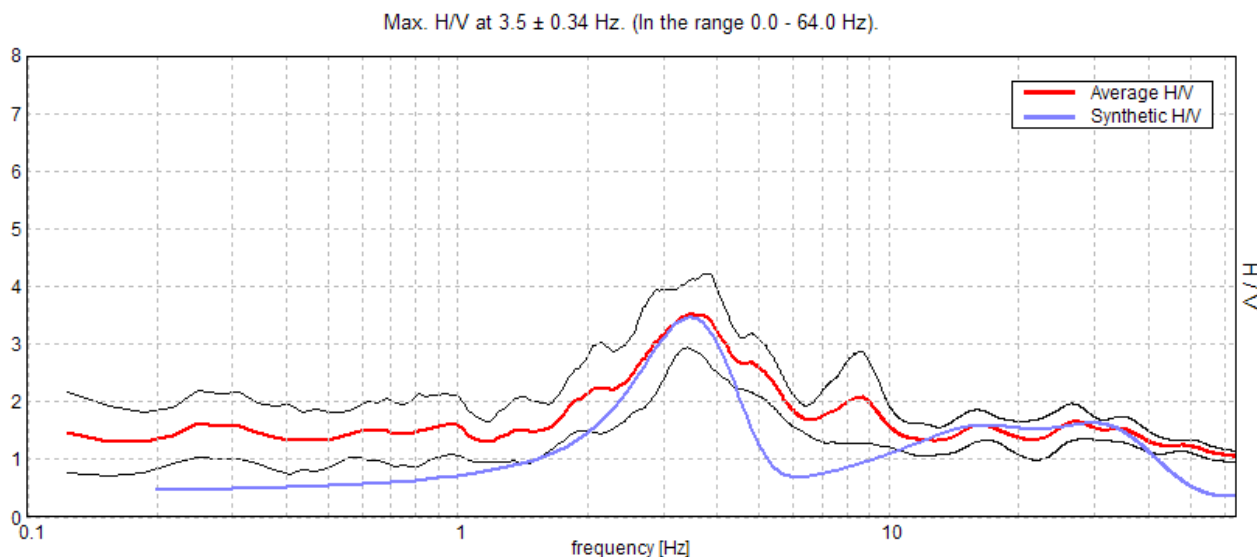


Fig. 21 – Esempio di curva H/V naturale con curva H/V sintetica

Per determinare la velocità delle onde di taglio Vs viene utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavato attraverso il rilievo tomografico.

La relazione seguente lega la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S (Vs) e alla profondità della base dello strato (H):

Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva sintetica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata, per poi ricavare la Vs media per ogni singolo strato.

Sulla base di tali elaborazioni viene ottenuta la curva della Vs con la profondità

Al fine di determinare la qualità delle singole misure HVSR effettuate e la loro relativa affidabilità, si è, inoltre, provveduto alla classificazione delle prove valutando, in accordo con i più recenti studi in materia, le caratteristiche dei fondamentali principi su cui si basa la tecnica di indagine a sismica passiva utilizzata.

Nello specifico si è proceduto all'analisi della durata complessiva delle singole registrazioni, utilizzando esclusivamente quelle capaci di produrre stime "robuste" del campo medio delle vibrazioni ambientali, soddisfacendo in tal senso i primi 3 criteri del progetto SESAME (linee guida 2005), relativi alla robustezza statistica del segnale. Quindi, per ogni

singola acquisizione è stato valutato l'andamento complessivo della curva H/V, prestando particolare attenzione, durante la fase di elaborazione, alla plausibilità fisica della curva stessa, verificabile attraverso l'individuazione di massimi caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale.

Quanto ai criteri delle linee guida SESAME 2005 relativi alla "chiarezza" del picco di possibile risonanza, essi risultano in alcuni casi non soddisfatti per i motivi già anticipati nel Capitolo 6 (le caratteristiche geologiche del territorio esaminato fanno sì che, nelle curve H/V, siano generalmente presenti più picchi, con contrasti d'impedenza bassi e simili tra loro).

Ogni singola prova HVSR utilizzata nel presente studio, a prescindere dalle verifiche sopra descritte, è stata confrontata con le risultanze di quelle adiacenti e riferite al medesimo contesto litostratigrafico e geomorfologico. Inoltre il loro utilizzo e la loro interpretazione è stata supportata dal confronto e dalla relativa taratura con altre prove geofisiche (MASW - RE.MI.) e profili stratigrafici derivanti dai sondaggi geognostici disponibili.

Tale confronto e la conoscenza acquisita in anni di attività professionale sul territorio hanno portato in taluni casi a privilegiare le informazioni ricavate dalle prove geognostiche esistenti a discapito delle risultanze della campagna geofisica svolta a corredo del presente studio, mentre in altri, i più numerosi, si è osservato accordo e congruenza tra di essi.

8. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Nella prima fase di lavoro, di concerto con l'Ufficio Tecnico Comunale, sono stati definiti i limiti degli areali da sottoporre allo studio di Microzonazione Sismica. Infatti, dal momento che il percorso di formazione del nuovo strumento di pianificazione urbanistica è stato completato e i suoi contenuti approvati e adottati, si è potuto operare nel rispetto delle indicazioni in esso contenute coinvolgendo nel presente studio, oltre alle porzioni di territorio già urbanizzate, quelle che saranno presumibilmente interessate da nuove edificazioni, nuove infrastrutture o sostanziali trasformazioni urbanistiche o aree di particolare interesse artigianale industriale.

Molto spesso tali aree si sviluppano in buona parte nella porzione basale del versante, occupando in parte la piana alluvionale del T. Gotra. Parte delle aree individuate invece si sviluppano nella parte bassa del versante, dove l'acclività è minore, ma dove purtroppo insistono numerosi corpi detritici di genesi gravitativa e legate a fenomeni di deposizione come ad esempio corpi di frana quiescente, soggetti ad analisi di terzo livello di approfondimento, tuttavia, in accordo con l'Ufficio tecnico del Comune, si è scelto di distribuire anche su di essi alcune delle stazioni tomografiche, per avere un quadro generale delle aree e per acquisire informazioni, che, in ogni caso, saranno utili per studi e approfondimenti futuri.

Una volta eseguita tale operazione, sono stati acquisiti dati bibliografici e di archivio, sono stati condotti rilievi sul territorio ed è stata analizzata la cartografia geologica e geomorfologica disponibile.

Successivamente è stata eseguita la campagna indagini di sismica passiva e attiva (misure di ascolto dei microtremori con tromografo digitale portatile, prove MASW e stendimenti di sismica a rifrazione) ai fini della definizione delle frequenze fondamentali dei terreni e delle caratteristiche geofisiche dei terreni presenti.

Gli elaborati prodotti in questa prima fase sono costituiti da:

- **Carte delle indagini:** in tale cartografia sono riportate le indagini pregresse e quelle di nuova esecuzione; tutte le prove sono state classificate in base alla tipologia;
- **Carte geologico-tecniche:** tali carte sono state derivate dalla revisione a scala dettagliata dei rilievi disponibili. In questa cartografia sono rappresentati gli elementi geologici e morfologici che possono modificare il moto sismico in superficie;
- **Carte delle frequenze naturali dei terreni:** tali carte riportano i punti di misura e i risultati di indagini di sismica passiva (misure HVSR); in particolare, sono stati indicati il valore F_0 del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale) e, quando presente, di un secondo picco significativo (frequenza secondaria), meno evidente del primo (F_1).
- **Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica:** in questa cartografia sono indicate le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini e analisi di microzonazione sismica e i livelli di approfondimento ritenuti necessari, distinguendo tra zone suscettibili di instabilità, ove sono richiesti approfondimenti di terzo livello, e zone suscettibili di amplificazioni locali, oggetto di approfondimenti di secondo livello, all'interno delle quali sono state operate ulteriori distinzioni, identificando delle microzone omogenee, sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche.

Successivamente e in diretta continuità con la prima, è stata svolta la seconda fase di lavoro (II Livello di approfondimento), che ha quale obiettivo la Microzonazione Sismica del territorio indagato.

In questa fase sono stati prodotti i seguenti elaborati:

- **Carte delle velocità delle onde di taglio S:** carte in cui sono indicati tutti i punti di misura di V_s con indicazione, per ogni punto misura, del valore di V_{sH} o di V_{s30} .
- **Carte di microzonazione sismica:** carte in cui sono raffigurate le amplificazioni stimate, tramite procedure semplificate, per i vari settori di territorio in esame.

Le elaborazioni sono state rappresentate nelle varie cartografie, ciascuna delle quali costituita da una tavola A_1, contenente i macroambiti individuati:

- A_1. Albareto capoluogo – San Quirico;

- A_2. Boschetto;
- A_3. Zona artigianale/industriale - Case Mezzetta;
- A_4. Gotra.

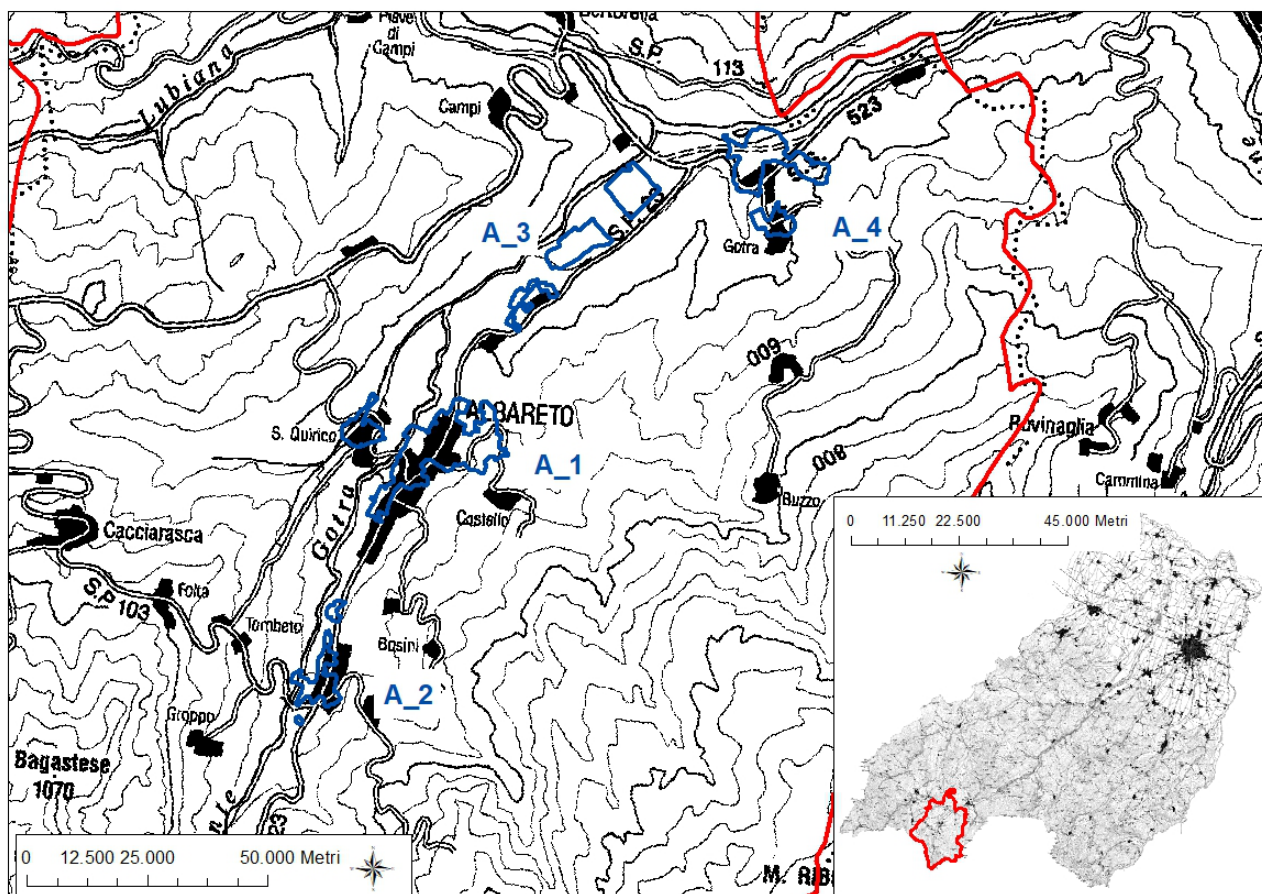


Fig. 22 – Localizzazione del Comune di Albareto nel quadro della Provincia di Parma e individuazione degli Ambiti di studio del presente lavoro. A_1 Albareto Centro e San Quirico Centro, A_2 Boschetto, A_3 Area artigianale – industriale – Case Mezzetta e A_4 Gotra

9. ELABORATI CARTOGRAFICI

Carte delle indagini

Nelle Carte delle indagini, alla scala 1:5.000, sono state riportate le ubicazioni delle prove di nuova esecuzione (per i cui report si faccia riferimento all'Allegato 2– *Prove tromografiche, stendimenti MASW e sismiche a rifrazione*) e dei dati pregressi, relativi a indagini geognostiche e/o sismiche a corredo di pratiche edilizie depositate presso l'Ufficio Tecnico Comunale o eseguite da enti pubblici, come Università e Servizio Tecnico di Bacino

Esse sono state distinte in base alla tipologia in:

- sondaggio a carotaggio continuo (distinguendo se intercetta o meno il substrato)

- prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
- prova penetrometrica dinamica super pesante
- prova penetrometrica dinamica pesante
- prova penetrometrica dinamica media
- prova penetrometrica dinamica leggera
- trincea o pozzetto esplorativo
- Profilo sismica a rifrazione
- stazione microtremore a stazione singola
- MASW
- ReMi

come raffigurato nella legenda riportata in Fig. 23

Legenda

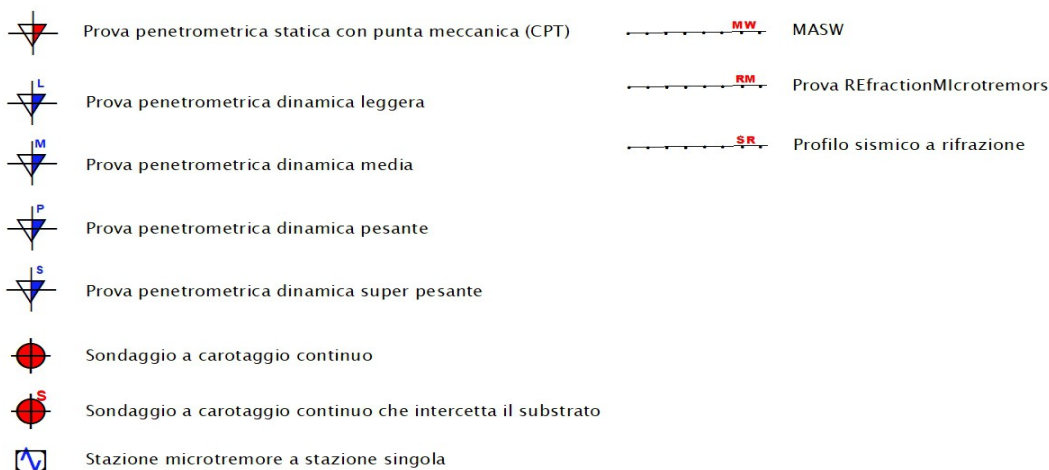


Fig. 23 – Legenda delle Carte delle indagini

Nelle carte e nei relativi software di archiviazione sono indicate anche diverse indagini esterne ai perimetri degli ambiti di studio, ove sono state concentrate le analisi, ma ugualmente utili a definire il modello geologico e le caratteristiche litostratigrafiche.

Nei successivi paragrafi vengono specificati numero e tipologia di indagini con riferimento agli otto ambiti oggetto di studio, indicando solo le indagini che ricadono completamente o parzialmente al loro interno.

A_1. Albareto Capoluogo – San Quirico

La ricerca effettuata, relativamente a tale settore, ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 8 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT).

- N° 12 prove penetrometriche dinamiche super pesanti.
- N° 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti.
- N° 22 prove penetrometriche dinamiche medie.
- N° 2 prove penetrometriche dinamiche leggere.
- N° 17 trincee o pozzetti esplorativi.
- N° 1 misura di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR)
- N° 2 MASW.
- N° 1 ReMi.
- N° 3 profili sismici a rifrazione SR.

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da N° 10 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR) e N° 4 MASW, di cui N° 2 accompagnate da profili sismici a rifrazione

A_2. Boschetto

La ricerca effettuata, relativamente a tale settore, ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 4 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT).
- N° 2 misura di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR).
- N° 2 MASW.

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 5 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR) e N° 1 indagine MASW.

A_3. Area artigianale/industriale – Case Mezzetta

La ricerca effettuata, relativamente a tale settore, ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 2 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT).
- N° 13 prove penetrometriche dinamiche super pesanti.
- N° 3 prove penetrometriche dinamiche medie.
- N° 7 prove penetrometriche dinamiche leggere.
- N° 9 trincee o pozzetti esplorativi.
- N° 3 MASW.

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 6 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR) e N° 1 indagine MASW.

A_4. Gotra

La ricerca effettuata, relativamente a tale settore, ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- N° 8 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT).
- N° 5 prove penetrometriche dinamiche super pesanti.
- N° 2 MASW.
- N° 1 stazione microtremore a stazione singola.
- N° 3 trincee o pozzetti esplorativi.
- N° 3 MASW.

Ad integrazione di tali dati, è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 4 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR) e N° 1 indagine MASW.

Carte geologico-tecniche per la microzonazione sismica

Nelle Carte geologico-tecniche per la microzonazione sismica sono state riportate le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche e idrogeologiche) derivate da elaborati esistenti e da indagini geognostiche pregresse.

Questi dati hanno consentito di definire il modello di sottosuolo e sono risultate funzionali alla realizzazione delle Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1), che saranno descritte nel successivo paragrafo.

Nel presente studio, per la stesura delle Carte geologico-tecniche, si è fatto riferimento, in particolare, alla seguente documentazione, opportunamente verificata mediante sopralluoghi di campagna:

- "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna". Tavola n° 216SW, alla scala 1:25.000, e Sezioni 216090 e 216130, 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 216090 e 216130, 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.

Sulla base di tali fonti informative, 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, risulta sempre non rigido (caratterizzato da $V_s \leq 800$ m/s).

Esse sono identificate da un codice che, nel caso del substrato, contraddistingue formazioni rocciose costituite da alternanza di litotipi, mentre, per le coperture, identifica sia le caratteristiche tessiturali che l'ambiente genetico-deposizionale.

A parte sono raffigurate le aree interessate da instabilità di versante, con retini che ne indicano la tipologia e lo stato di attività.

Nelle Carte geologico-tecniche sono stati indicati anche gli elementi tettonico-strutturali quali giaciture degli strati, e le forme di superficie (ad es.: conoide alluvionale) che possono modificare il moto sismico.

La scala di rilevamento e di rappresentazione è 1:5.000.

Nei successivi paragrafi viene sinteticamente descritto l'assetto litostratimetrico che caratterizza i quattro ambiti oggetto di studio.

A_1. Albareto Capoluogo – San Quirico

Il Capoluogo è posto lungo la sponda idrografica destra del torrente Gotra, interessando, la corrispondente zona terrazzata, oltre che la porzione bassa di un versante che immerge in direzione nord-occidentale. Sul versante opposto è localizzato l'abitato di San Quirico, anch'esso sottoposto agli approfondimenti di MZS.

Lungo le aree terrazzate strettamente connesse al corso d'acqua si individuano depositi contrassegnati con il codice **Gctf**, costituiti da ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla, che coincide con l'Unità di Modena, sulla quale è stata edificata buona parte dell'abitato del Capoluogo.

I dati stratigrafici raccolti hanno consentito di stimare che, in tali zone, la copertura del substrato marino, costituita da depositi alluvionali a differente tessitura, principalmente ghiaiosa, presenta spessori variabili, mediamente pari a 5 m.

Sempre in corrispondenza del Capoluogo, verso monte, il substrato viene ricoperto da corpi detritici contrassegnati dalla sigla **MLec**, originati da processi eluviali (ossia da alterazioni in posto) e colluviali (spostamento dei detriti alla base del versante per gravità, ruscellamento, soliflusso, ecc.). Lo spessore medio di questi depositi si attesta su valori prossimi ai 5 metri.

Le aree più elevate del capoluogo, oltre che la quasi totalità dell'abitato di San Quirico, mostrano l'affioramento del substrato roccioso, quasi interamente riconducibile alla formazione delle Argilliti di San Siro e, solo all'estremità settentrionale, alle Arenarie di Scabiazza, entrambe le unità sono state identificate con il codice **AL**.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

Per quel che concerne i fenomeni gravitativi, oltre ai già trattati depositi di origine detritica, si rileva un numero limitato di piccoli dissesti, per lo più in stato di quiescenza, a tipologia a scorrimento o non definita.

Tra le forme di superficie si osserva una piccola conoide alluvionale generata dal piccolo corso d'acqua denominato Rio del Ruffinale che interessa il Capoluogo in prossimità della confluenza con il T. Gotra. Le sezioni riportate nella **Fig. 24** raffigurano rispettivamente, il contesto geologico del Capoluogo e dell'abitato di San Quirico.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

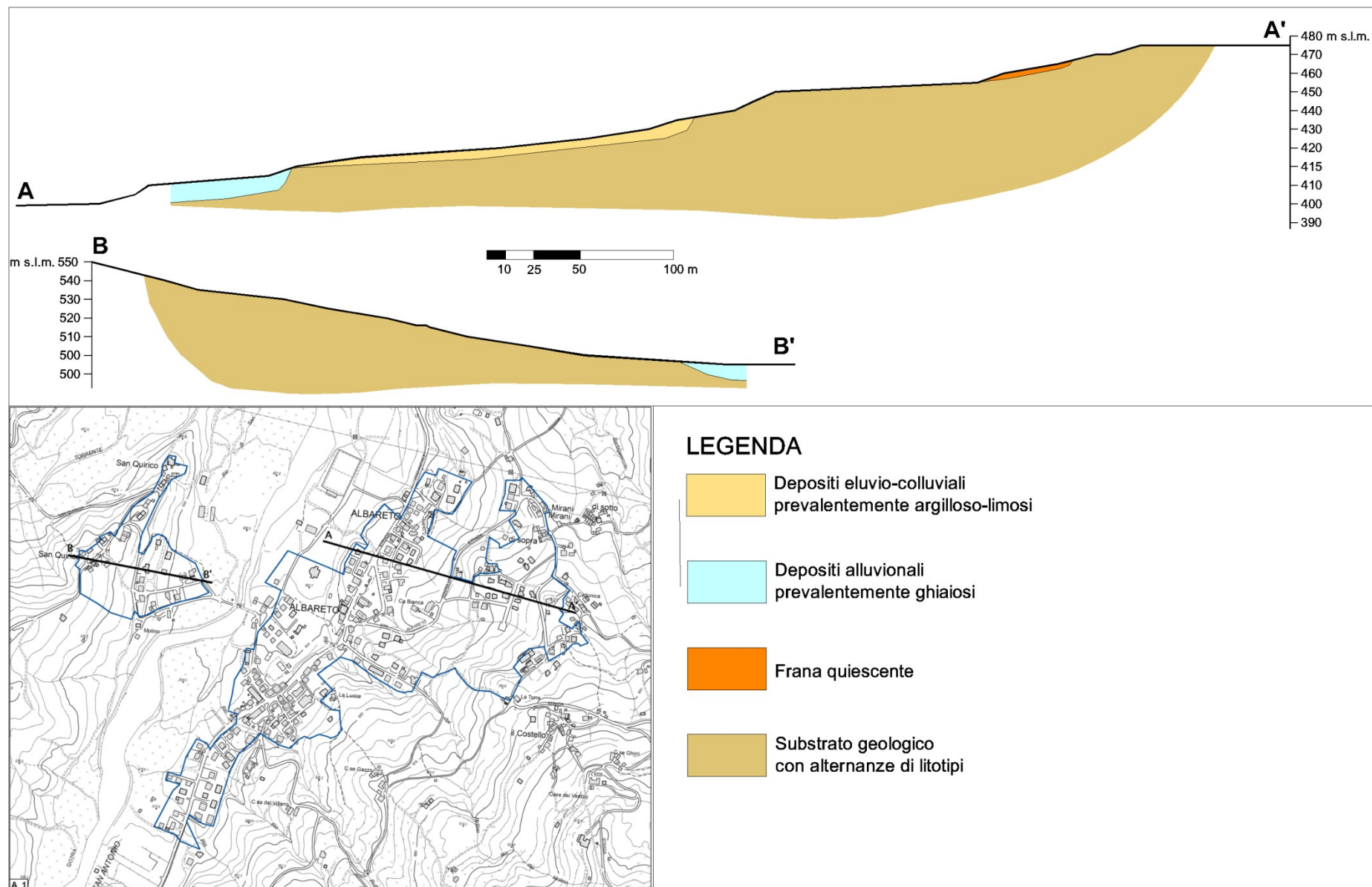


Fig.

24 - Sezioni geologiche ad Albareto capoluogo e San Quirico

A_2. Boschetto

Tale ambito, localizzato a meno di un Km di distanza dal Capoluogo verso monte, sempre in destra idrografica del T. Gotra, presenta un assetto geologico del tutto analogo al precedente, essendo costituito da depositi alluvionali terrazzati (**Gctf**) in adiacenza al corso d'acqua e, risalendo in direzione del versante, da un substrato geologico affiorante (**AL**), talora ricoperto da depositi eluvio colluviali (**MLec**).

Anche in questo caso lo spessore dei depositi alluvionali è mediamente pari a 5 m, mentre il substrato roccioso è quasi interamente costituito da formazioni a prevalente componente pelitica, come le Argille a palombini e le Argilliti di San Siro. Limitatamente ad un piccolo lembo posto all'estremità dell'ambito in prossimità del corso d'acqua, si rilevano corpi rocciosi delle Arenarie di Scabiazza.

Da un punto di vista geomorfologico, le aree mostrano una certa stabilità, l'unico corpo detritico quiescente, a tipologia complessa, si individua in un piccolo sub-ambito posto a sud del centro abitato di Boschetto.

In direzione opposta, nell'estremità settentrionale di Boschetto, si osservano infine le evidenze morfologiche di una conoide alluvionale edificata da un collettore di alimentazione laterale al T. Gotra.

La sezione riportata in **Fig. 25** raffigura parzialmente quanto sopradescritto.

A_3. Area artigianale/industriale – Case Mezzetta

Dal Capoluogo, percorrendo per poco meno di un Km la Strada Provinciale in direzione della confluenza del T. Gotra con il Fiume Taro, si raggiunge l'area Comunale destinata alle attività Artigianali/Industriali. Essa è posizionata quasi interamente su depositi alluvionali terrazzati (**Gctf**) originati dal T. Gotra che mostrano spessori medi di circa 10 metri, talora prossimi a 15 metri, superiori rispetto ai depositi simili analizzati negli ambiti precedenti.

Il substrato dell'area è costituito da corpi rocciosi (identificati con il codice **AL**) appartenenti alle Argille varicolori e, solo localmente alle Arenarie di Scabiazza. Il loro affioramento è limitato alle prime pendici dei rilievi che sottendono il bacino del T. Gotra, immediatamente a fianco delle aree terrazzate.

Sia i corpi detritici di natura eluvio-colluviale che i fenomeni franosi risultano pressoché assenti nell'area in ragione delle basse pendenze riscontrate nelle porzioni terrazzate, che ricoprono quasi tutta la superficie dell'ambito.

La sezione riportata in **Fig. 26** raffigura quanto sopradescritto.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

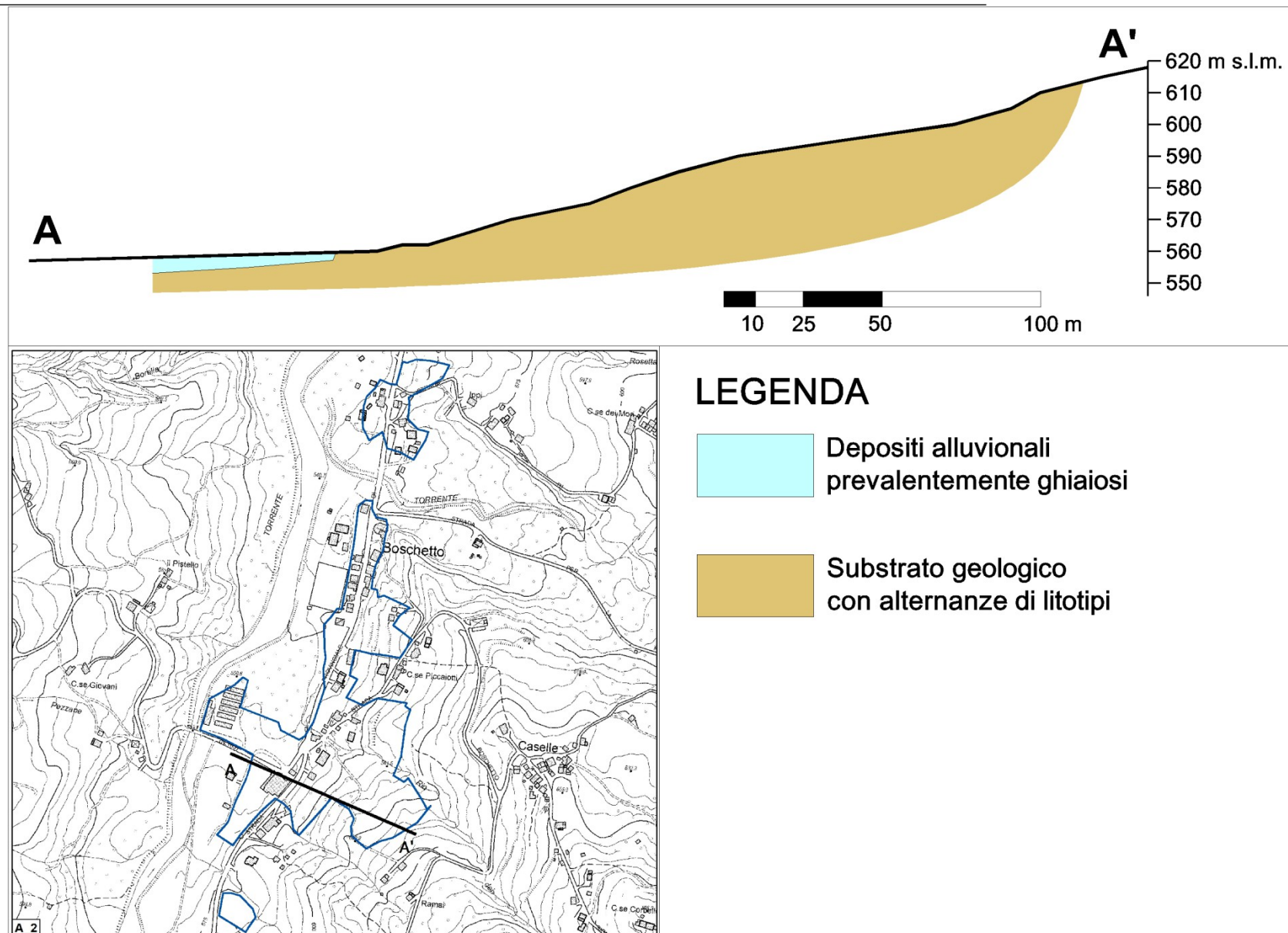


Fig. 25 – Sezione geologica in località Boschetto

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

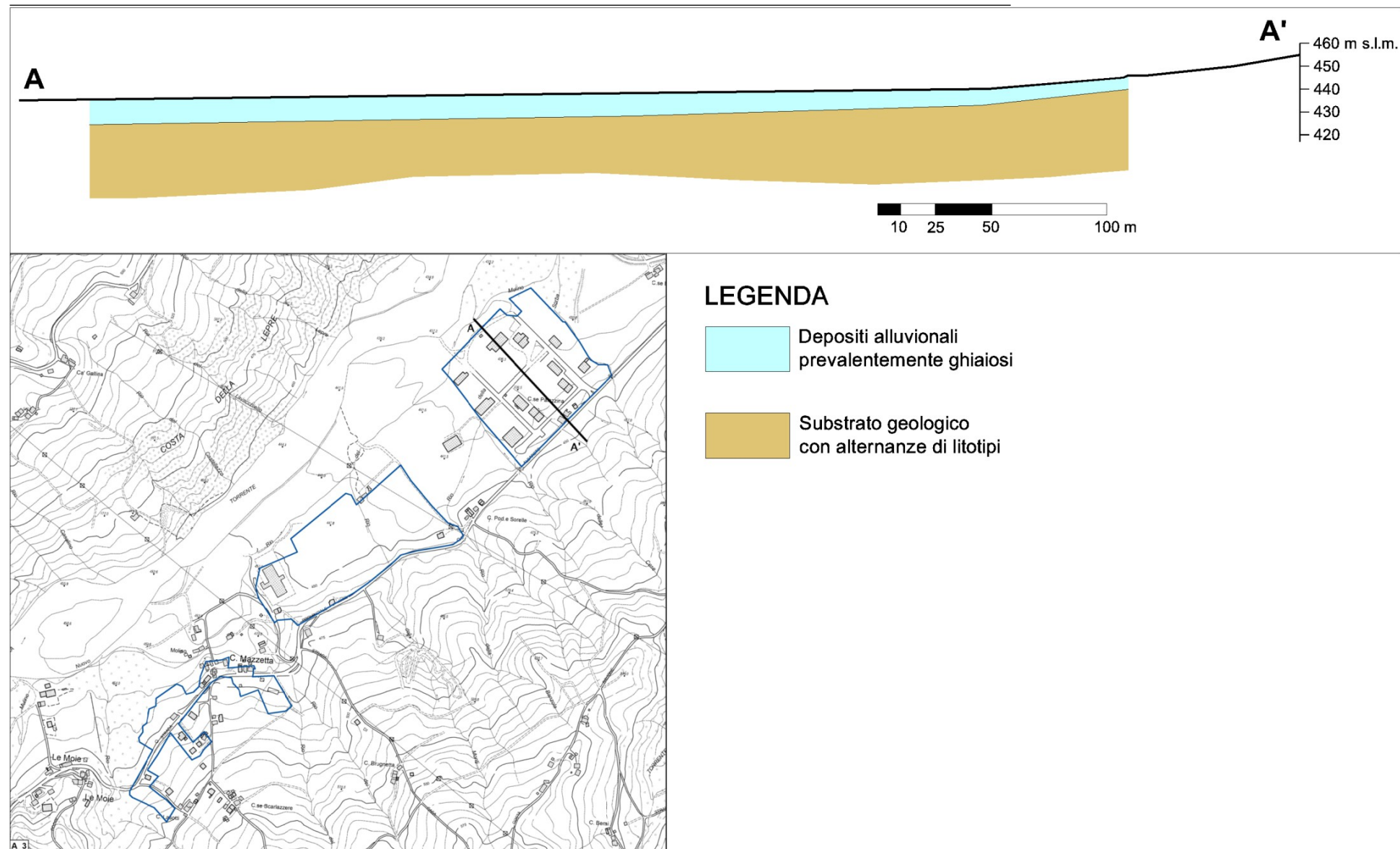


Fig. 26 – Sezione geologica nell'Area artigianale/industriale – Case Mezzetta

A_4. Gotra

Il centro abitato di Gotra si inserisce lungo la sponda idrografica destra del Fiume Taro, interessando, la corrispondente zona terrazzata, nonché i primi rilievi appenninici.

L'ambito di studio può essere sostanzialmente suddiviso in due settori.

Il primo, collocato lungo la conoide alluvionale deposta dal T. Uccellecchia in prossimità della confluenza con il F. Taro, è costituito da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi ricoperti da un sottile strato di terreni argilloso-limosi (**GCTf** e **GPes**). Si è stimato che lo spessore medio dell'alluvionale possa attestarsi sui 10 metri.

Il secondo settore viene associato alle aree posizionate sui primi rilievi, laddove il substrato roccioso è ricoperto da corpi franosi quiescenti a tipologia complessa o a scorrimento e, solo localmente, da depositi eluvio-colluviali (**MLec**).

La sezione riportata in **Fig. 27** raffigura quanto sopradescritto.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

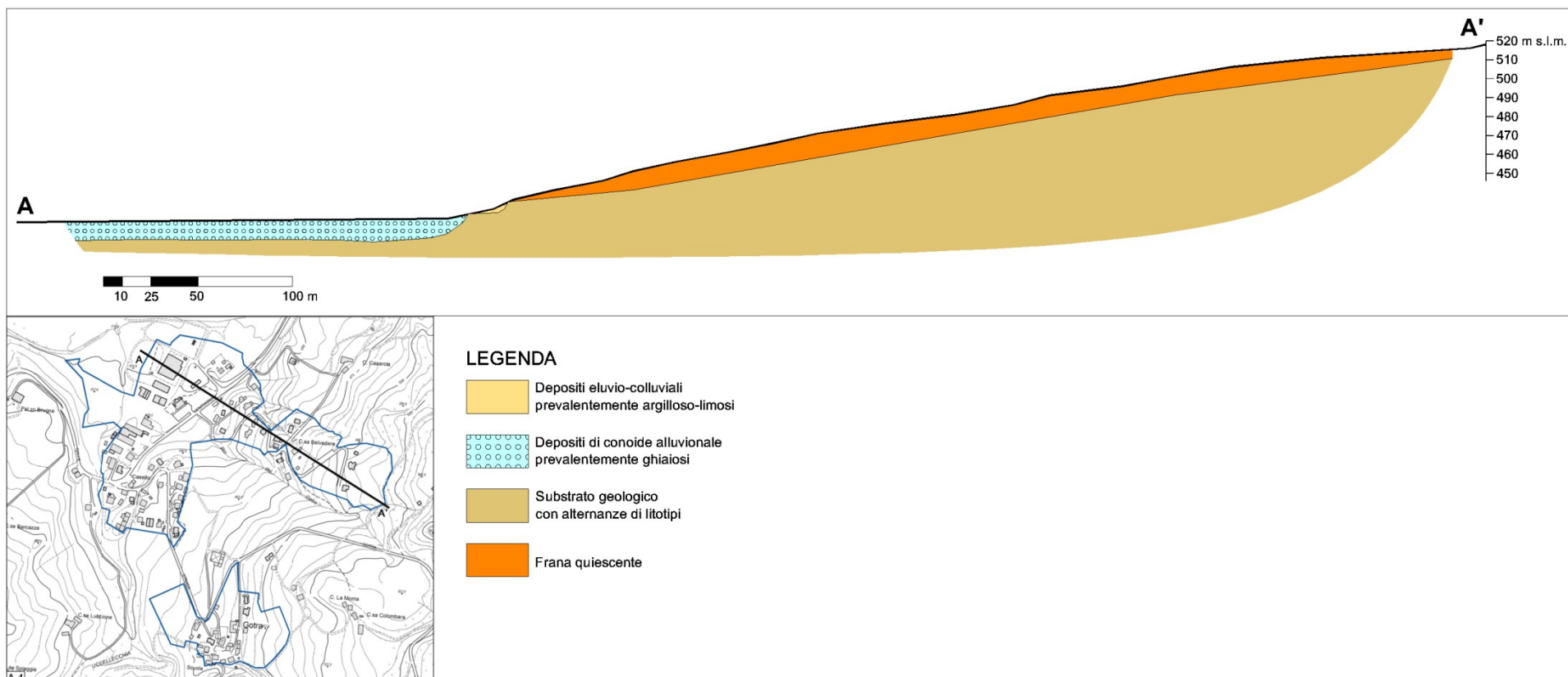


Fig. 27 – Sezione geologica nell'abitato di Gotra

Carte delle frequenze naturali dei terreni

Sulla base di tutti i dati tomografici disponibili, sono state redatte delle Carte delle frequenze naturali dei terreni, sempre a scala 1:5.000.

In queste carte sono stati riportati tutti i punti di misura (39), con associati i risultati delle singole prove. In particolare, sono stati indicati il valore F_0 del picco significativo, corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale (frequenza principale) e, quando presente, di un secondo picco significativo (frequenza secondaria), meno evidente del primo (F_1).

Sono stati tralasciati i picchi con frequenze superiori ai 20 Hz, in quanto di scarso significato ai fini del presente studio.

Gli indirizzi tecnici a cui si è fatto riferimento 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:

- Nessun picco significativo
- $F_0 \leq 0,6$ Hz
- $0,6 \text{ Hz} < F_0 \leq 1$ Hz
- $1 \text{ Hz} < F_0 \leq 2$ Hz
- $2 \text{ Hz} < F_0 \leq 8$ Hz
- $F_0 > 8$ Hz

Inoltre, sono state utilizzate simbologie diverse a seconda che la prova sia caratterizzata, in corrispondenza della frequenza principale, da un alto contrasto di impedenza ($H/V > 3$) o da un basso contrasto di impedenza (ampiezza $H/V \leq 3$).

Nei successivi paragrafi vengono descritti e commentati i risultati a cui si è pervenuti nei tre ambiti oggetto di studio.

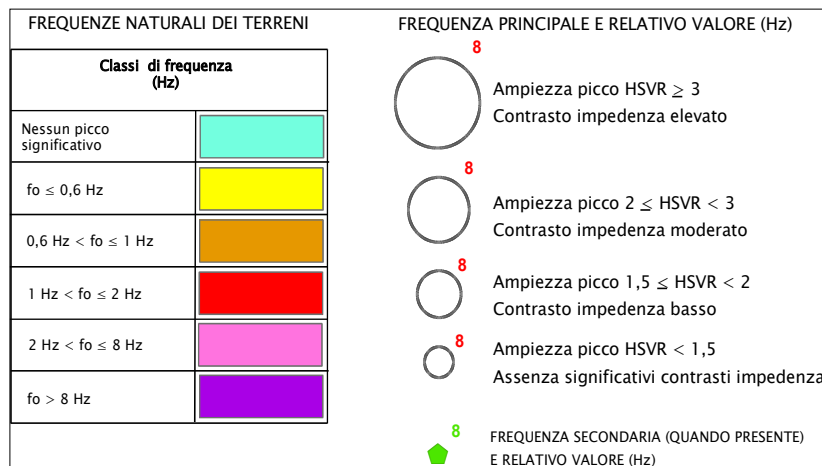


Fig. 28 – Legenda delle Carte delle Frequenze naturali dei Terreni

• **A_1. Albareto capoluogo – San Quirico**

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

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034001P159HVS163	Albareto	Frana quiescente con substrato a -5m da p.c.	0,6	2,4		
034001P160HVS164	Albareto	terrazzo con substrato a -5 m da p.c.	0,5	2,2	16	2,1
034001P161HVS165	San Quirico	Substrato affiorante	0,5	2,1		
034001P162HVS166*	Case Mirani		2,7	2,4	20	2,4
034001P163HVS167	Albareto	Substrato affiorante	3,8	2,8		
034001P164HVS168	Cadonica	Substrato affiorante	1,1	2,2		
034001P165HVS169*	Mirani di Sotto		0,5	1,9	3,5	1,7
034001P166HVS170*	Il Costello		1,1	2,1	5,3	1,2
034001P176HVS180*	Campo Sportivo		0,5	2,6		
034001P177HVS181	Palafungo	terrazzo con substrato a -5 m da p.c.	12,4	2,8	7	2,3

*Prove posizionate all'esterno dell'ambito.

• **A_2. Boschetto**

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

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034001P168HVS172*	Boschetto		9,4	2,3	0,7	2
034001P167HVS171	Boschetto	terrazzo con substrato a -5 m da p.c.	1,5	2,5		
034001P169HVS173	Case Bordi	Frana quiescente con substrato a -5m da p.c.	4,6	2,1		
034001P170HVS174*	Caselle		1,2	2,3	8,4	2
034001P171HVS175	Boschetto	Substrato affiorante	11,1	2		

*Prove posizionate all'esterno dell'ambito.

• **A_3. Area artigianale/industriale – Case Mezzetta**

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

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034001P153HVS157	Case Mezzetta	terrazzo con substrato a -10 m da p.c.	1,5	2,7		
034001P154HVS158	Zona Artigianale	terrazzo con substrato a -10 m da p.c.	1,5	2,1	2,5	1,7
034001P155HVS159	Zona Artigianale	Substrato affiorante	2,9	3	14	2,4
034001P156HVS160	Zona Artigianale	terrazzo con substrato a -10 m da p.c.	0,7	2,5	6	1,8
034001P157HVS161	Case Mezzetta	terrazzo con substrato a -10 m da p.c.	8,7	1,9	0,5	1,8
034001P158HVS162*	Case Mezzetta		0,8	2,2	2,7	2,1

*Prove posizionate all'esterno dell'ambito.

• **A_4. Gotra**

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

prova	ubicazione	caratteristiche geologiche	picco principale F0		picco secondario F1	
			frequenza Hz	ampiezza H/V	frequenza Hz	ampiezza H/V
034001P149HVS153	Gotra	conoide alluvionale con substrato a -10 m da p.c.	0,5	2,3		
034001P150HVS154	Gotra	Frana quiescente con substrato a -5m da p.c.	0,9	2,8		
034001P151HVS155	Gotra	conoide alluvionale con substrato a -10 m da p.c.	0,5	2,6	9,2	2,3
034001P152HVS156*	Case Colombara		0,8	3,2	4,9	2,9

*Prove posizionate all'esterno dell'ambito.

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 tomografiche 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 bassi contrasti di impedenza ($H/V < 3$); e generalmente questi sono compresi tra 2 e 3, mentre i valori > 3 sono assenti.
- la classe di frequenze in cui ricade la maggior parte dei picchi, indipendentemente dalle caratteristiche geologico-tecniche del territorio in esame, è quella tra i 0,6 e gli 1 Hz;
- nelle fasce terrazzate presenti risulta complesso individuare delle correlazioni e dei valori caratteristici e più frequenti dei picchi di frequenza, forse a causa della disomogeneità di tali depositi e delle lenti ghiaiose presenti, che talora generano contrasti di impedenza significativi.
- dove lo spessore delle alluvioni è < 10 m il valore del picco è spesso intorno al valore di 1,5 Hz, con altri valori tipici registrati intorno a 0,7 - 0,8 Hz, ma sono presenti valori anomali non correlabili.
- in corrispondenza dei corpi franosi, valgono delle considerazioni analoghe a quelle fatte al punto precedente. In tali corpi la maggioranza dei valori dei picchi di frequenza risultano < 1 Hz, ma sono presenti valori anomali, non correlabili.

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 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 si osserva che, in corrispondenza delle aree esaminate in Comune di Albareto, non è mai presente la categoria 1 – zone stabili, mentre sono state individuate le seguenti 4 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Cfr. **Fig. 29**):

• **Zona 1** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido con alternanze di litotipi ricoperto da depositi eluvio-colluviali costituiti da una coltre detritica limo – argillosa contenente clasti di dimensioni variabili e di spessore inferiore a 3,00 m. Contraddistingue buona parte degli ambiti di Albareto Capoluogo - San Quirico e Boschetto, in misura minore l'Area artigianale/industriale – Case Mezzetta, mentre è assente nell'intorno dell'abitato di Gotra.

• **Zona 2** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido con alternanza di litotipi, ricoperto da una coltre di depositi eluvio-colluviali e/o detrito di versante, a granulometria prevalentemente argillosa, di spessore medio pari a 5 m. Si rinviene diffusamente all'interno dell'abitato Albareto Capoluogo, diversamente negli altri ambiti è circoscritto a limitate porzioni di territorio.

• **Zona 3** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido con alternanza di litotipi, ricoperto da depositi di origine alluvionale, a granulometria mista, prevalentemente ghiaiosi di spessore medio pari a 5 m. Caratterizza le aree terrazzate delle località di Albareto Capoluogo, San Quirico e Boschetto.

• **Zona 4** - Successione stratigrafica costituita da substrato non rigido con alternanza di litotipi, ricoperto da depositi di origine alluvionale, a granulometria mista, prevalentemente ghiaiosi di spessore medio pari a 10 m. L'aumento di spessore dei depositi alluvionali si manifesta nelle aree terrazzate poste in prossimità della confluenza del T. Gotra nel Fiume Taro (Area artigianale/industriale – Case Mezzetta e Gotra).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

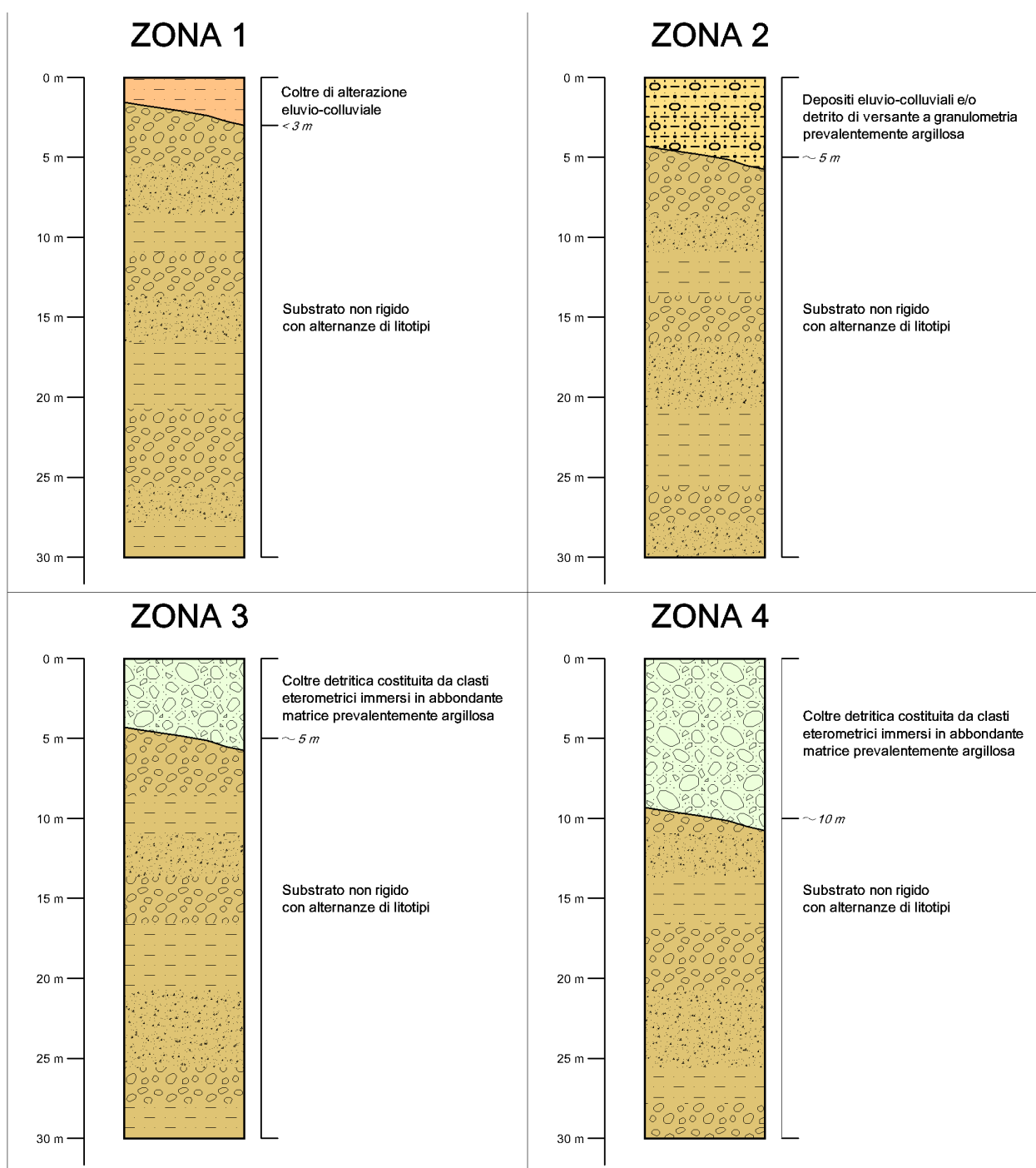


Fig. 29 - Colonne litostratigrafiche sintetiche, rappresentative delle microzone 1, 2, 3 e 4

Sempre nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica sono state raffigurate anche 6 Zone di attenzione per instabilità di versante (Cfr. **Fig. 30**):

• **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 5**, corrisponde a un piccolo fenomeno gravitativo localizzato all'estremità meridionale dell'abitato di Boschetto, ed è caratterizzato da una successione stratigrafica costituita da uno spessore medio pari a 5 m di depositi di frana, del tipo scorrimento-attiva, costituiti da elementi litoidi eterometrici immersi

in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, poggianti sul substrato non rigido con alternanza di litotipi.

• **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 6**, E' stato cartografato un corpo di limitate dimensioni nel settore centrale del Capoluogo. Risulta caratterizzata da una successione stratigrafica costituita da uno spessore medio pari a 5 m di depositi di frana, del non definito-attiva, costituiti da elementi litoidi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, poggianti sul substrato non rigido con alternanza di litotipi.

• **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 7**, interessa le porzioni di versante più a monte del Capoluogo e dell'abitato di Gotra. E' caratterizzata da una successione stratigrafica costituita da uno spessore medio pari a 10 m di depositi di frana, del tipo scorrimento-quiescente, costituiti da elementi litoidi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, poggianti sul substrato non rigido con alternanza di litotipi.

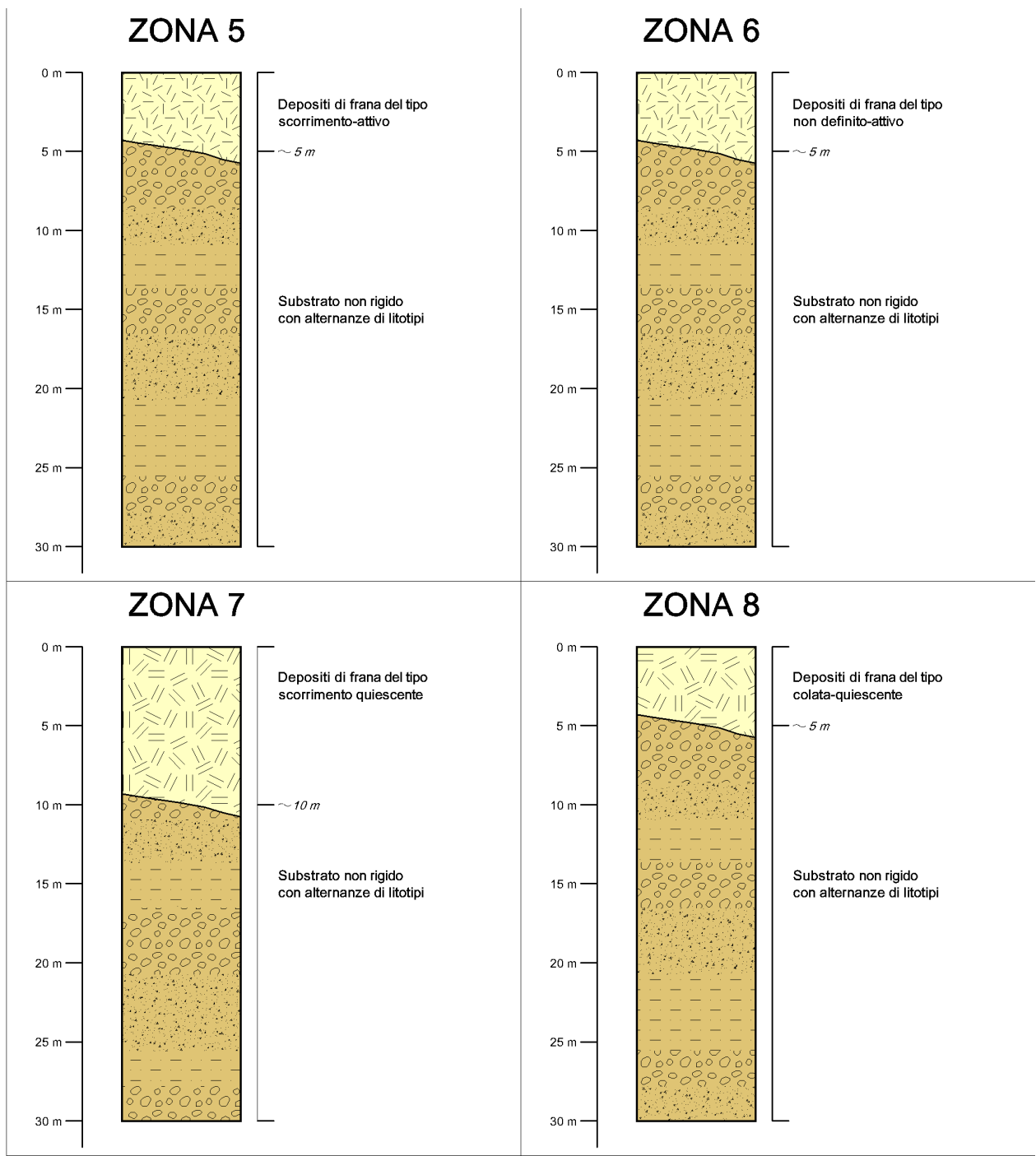
• **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 8**, si individua in una limitatissima area posta all'estremità nord-orientale dell'Area Artigianale - Case Mezzetta, è caratterizzata da una successione stratigrafica costituita da uno spessore medio pari a 5 m di depositi di frana, del tipo colata-quiescente, costituiti da elementi litoidi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, poggianti sul substrato non rigido con alternanza di litotipi.

• **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 9**, che coinvolge una buona parte dell'abitato di Gotra, nonché piccole aree situate nel centro di Boschetto e dell'Area Artigianale - Case Mezzetta, è caratterizzata da una successione stratigrafica costituita da uno spessore medio pari a 5 m di depositi di frana, del tipo complesso-quiescente, costituiti da elementi litoidi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, poggianti sul substrato non rigido con alternanza di litotipi.

• **ZA_FR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 10**, riguarda unicamente una porzione di territorio localizzata nel Capoluogo, è caratterizzata da una successione stratigrafica costituita da uno spessore medio pari a 5 m di depositi di frana, del tipo non definito-quiescente, costituiti da elementi litoidi eterometrici immersi in una matrice prevalentemente argilloso-limosa, poggianti sul substrato non rigido con alternanza di litotipi.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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



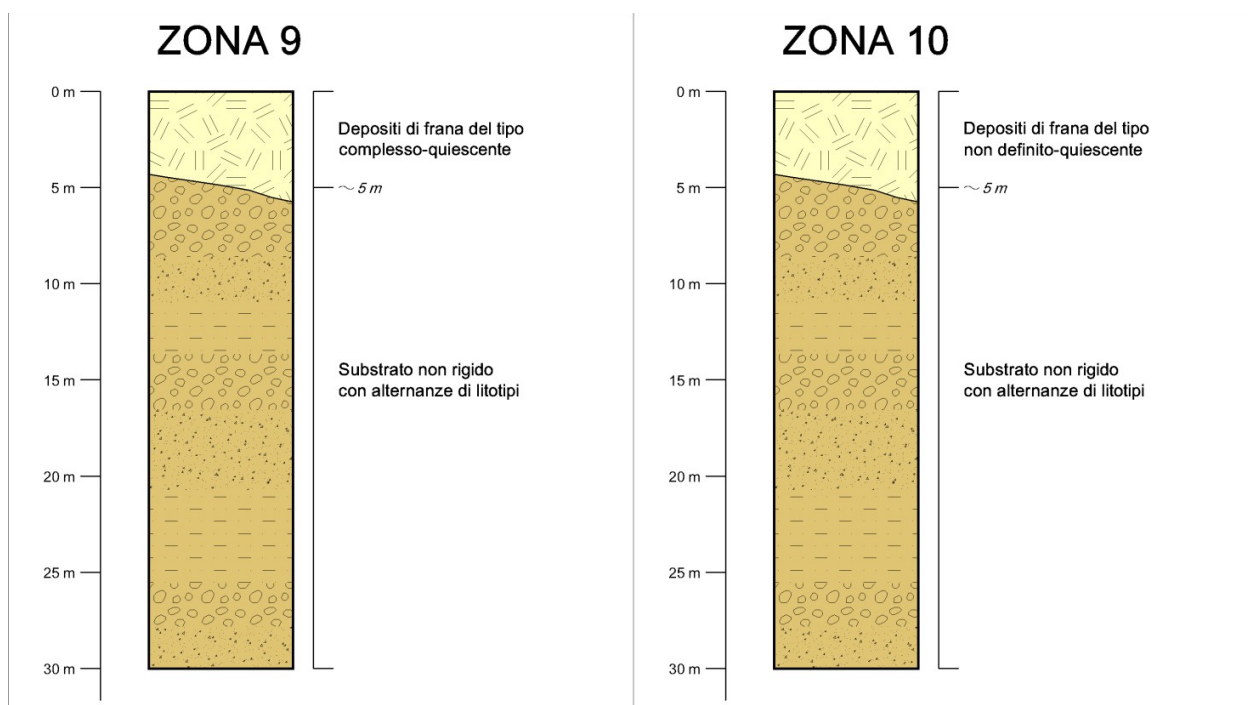


Fig. 30 – Colonne litostratigrafiche sintetiche, rappresentative delle microzone di attenzione per instabilità di versante

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 e MASW) 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*);

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

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 , anch'essa rappresentata nelle carte) da p.c. del contrasto di velocità più significativo individuato dalla 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 $V_{S_{30}}$.

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

• **A_1. Albareto capoluogo – San Quirico**

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S, relativamente al Capoluogo.

prova	$V_{S_{30}}$ (m/s)	V_{SH} (m/s)
034001P71HVS75	301	
034001P159HVS163	458	
034001P160HVS164		360
034001P161HVS165	345	
034001P162HVS166	357	
034001P163HVS167	382	
034001P164HVS168	392	
034001P165HVS169	409	
034001P166HVS170	422	
034001P176HVS180		316
034001P177HVS181		263
034001L24REMI24		216
034001L1MASW1		262

Tab. 1 – Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S. Ambito A_1

• **A_2. Boschetto**

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio, per l'abitato di Boschetto.

prova	V _{S30} (m/s)	V _{SH} (m/s)
034001P72HVS76	519	
034001P73HVS77	519	
034001P168HVS172		172
034001P167HVS171		160
034001P169HVS173		216
034001P170HVS174	496	
034001P171HVS175	508	
034001L22MASW22		281

Tab. 2 – Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S. Ambito A_2

• **A_3. Area artigianale/industriale – Case Mezzetta**

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio effettuate nell'Area artigianale/industriale – Case Mezzetta.

prova	V _{S30} (m/s)	V _{SH} (m/s)
034001P153HVS157		332
034001P154HVS158		301
034001P155HVS159	412	
034001P156HVS160		314
034001P157HVS161		253
034001P158HVS162	506	
034001L9MASW9	466	
034001L12MASW12	520	
034001L13MASW13	456	

Tab. 3 – Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S. Ambito A_3

• **A_4. Gotra**

Di seguito, viene proposta una tabella riepilogativa delle misure di velocità delle onde di taglio S, registrate nell'ambito di Gotra.

prova	V _{S30} (m/s)	V _{SH} (m/s)
034001P149HVS153		375
034001P150HVS154		318
034001P151HVS155		292
034001P152HVS156	468	
034001P174HVS178		110
034001L19MASW19	543	

Tab. 4 – Risultati delle misure di velocità delle onde di taglio S. Ambito A_4

I risultati sopraindicati, una volta mediati e con alcune correzioni a favore di sicurezza, hanno consentito di definire dei valori di V_{s30} o di V_{sH} da assumere per ciascuna MOPS, definita nel paragrafo precedente, e che sono serviti per calcolare i fattori di amplificazione sismica nel successivo paragrafo.

Di seguito viene proposta una tabella riepilogativa di tali valori:

ZONA	V_{s30} (m/s)	V_{sH} (m/s)	H (m)
Zona 1 (Capoluogo - Area artigianale Case Mezzetta)	400		< 3
Zona 1 (Boschetto)	500		< 3
Zona 2		250	5
Zona 3		300	5
Zona 4		300	10
Zona 5		150	5
Zona 6		150	5
Zona 7		250	10
Zona 8		200	5
Zona 9		250	5
Zona 10		250	5

Tab. 5 - Tabella riepilogativa delle velocità delle onde di taglio S degli ambiti del Comune di Albareto

Carte di microzonazione sismica (Livello 2)

Gli ultimi elaborati in cui sono riportati i risultati del presente studio sono le Carte dei fattori di amplificazione, anch'esse redatte alla scala 1:5.000, in cui sono raffigurate le amplificazioni stimate per i vari settori di territorio in esame.

La stima dell'amplificazione stratigrafica è stata effettuata tramite procedure semplificate (utilizzo di abachi e formule), possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

Essa è stata quantificata in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodi. Dove PGA_0 e SI_0 sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento, e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e Intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminati.

La scelta dell'abaco per la stima è stata valutata sulla base delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo.

Nel dettaglio, si sono usate le seguenti tabelle, proposte nell'Allegato A2 degli indirizzi regionali, paragrafo A2.1.1 - APPENNINO (zone collinari e montane), in caso di substrato non rigido, vale a dire caratterizzato da $V_s \ll 800$ m/s:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA*Studio di Microzonazione sismica (I° e II° livello di approfondimento) di alcuni Macroambiti del Comune di Albareto*

- Tabelle riportate in Tab. 6 quando il substrato sismico risulta affiorante o sub-affiorante, (cfr. Zona 1 della Carta delle MOPS)
- Tabelle riportate in Tab. 7 quando il substrato sismico non risulta affiorante o sub-affiorante (cfr. Zone 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 della Carta delle MOPS)

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
F.A. PGA					1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1
F.A. SI1					1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2
F.A. SI2					1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3

Fattori di Amplificazione PGA, SI1 e SI2

Tab. 6 – Tabelle da utilizzare per la stima di F.A. per APPENNINO in caso substrato marino affiorante (copertura sciolta < 3 m), caratterizzato da $V_s < 800$ m/s (da Allegato 2 degli indirizzi regionali)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

	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

Fattori di Amplificazione **PGA**. Colonna 1 H (m), riga 1 V_{sH} (m/s)

	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	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

Fattori di Amplificazione **SI1** ($0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$). Colonna 1 H (m), riga 1 V_{sH} (m/s)

	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	1.3	1.1
40		3.5	3.2	2.6	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		3.3	3.3	3.0	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI2** ($0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$). Colonna 1 H (m), riga 1 V_{sH} (m/s)

Tab.7 – Tabelle da utilizzare per la stima di F.A. per APPENNINO in caso substrato marino non affiorante (copertura sciolta > 3 m), caratterizzato da $V_s < 800$ m/s (da Allegato 2 degli indirizzi regionali)

Il calcolo dei singoli fattori di amplificazione è stato effettuato considerando la profondità del substrato e le velocità già definite, per ciascuna microzona, nel paragrafo precedente. Conseguentemente, per gli areali oggetto di microzonazione sono stati attribuiti i valori riportati nella seguente tabella:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

ZONA	F.A. PGA	F.A. SI1	F.A. SI1
Zona 1 (Capoluogo - Area artigianale Case Mezzetta)	1,8	1,7	1,5
Zona 1 (Boschetto)	1,6	1,6	1,4
Zona 2	1,6	1,5	1,4
Zona 3	1,5	1,4	1,3
Zona 4	1,8	1,6	1,4
Zona 5	2,3	2,1	1,4
Zona 6	2,3	2,1	1,4
Zona 7	2,0	1,9	1,4
Zona 8	2,0	1,7	1,4
Zona 9	1,6	1,5	1,4
Zona 10	1,6	1,5	1,4

Tab. 8 - Tabella dei Fattori di amplificazione sismica

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

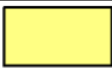








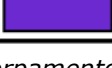
	1.1 - 1.2
	1.3 - 1.4
	1.5 - 1.6
	1.7 - 1.8
	1.9 - 2.0
	2.1 - 2.2
	2.3 - 2.4
	2.5 - 3.0
	3.1 - 3.5
	>3.5

Fig. 31 - Legenda adottata per l'accorpamento dei fattori di amplificazione nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Nelle stesse carte le zone di attenzione per instabilità di versante, per le quali sono richiesti approfondimenti di terzo livello, sono state cartografate a parte, contrassegnandole con l'apposito retino, ma con colore di fondo dato dall'amplificazione calcolata con gli Abachi.

10. CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

È stato richiesto all'Ufficio Tecnico del Comune di Albareto se era in possesso di documentazione di archivio, relativa a danni sul territorio comunale provocati da eventi sismici avvenuti in passato, ma la risposta è stata negativa in quanto non risultano agli atti documenti specifici.

I recenti eventi sismici del gennaio e maggio 2012 non hanno provocato danni significativi a fabbricati pubblici e/o privati.

In Comune di Albareto, quindi non è stato possibile effettuare un'analisi della distribuzione dei danni degli eventi sismici avvenuti in passato, in quanto, relativamente a tale tematica, non sono stati trovati documenti specifici.

A riguardo, non è stata utile neppure la consultazione di DBMI15, la versione 2015 del Database Macrosismico Italiano, poiché, in esso, il Comune di Albareto non è citato.

A fronte delle indicazioni e criticità emerse, si raccomanda che, in fase progettuale, si tenga conto delle indicazioni di pericolosità fornite, e, nello specifico, per quanto riguarda le aree in cui sono stati calcolati Fa maggiori 2, sia valutato con attenzione se possa essere ritenuto sufficiente un approccio di tipo semplificato (probabilmente con utilizzo del profilo E) o sia preferibile effettuare un'analisi della risposta sismica locale.

Infine, si auspica che nelle stesse aree, pur non essendo state definite come "zone suscettibili di instabilità", secondo i criteri fissati dagli indirizzi regionali, possa essere effettuato un approfondimento di terzo livello, di iniziativa pubblica, che, tra le altre cose, contribuirebbe a dare più chiarezza circa la vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio esistente e a verificare la validità del modello interpretativo applicato.

11. BIBLIOGRAFIA

- 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
- Baldi M., Baldini U., Bevivino R., Castagnetti S., Daminelli R., Gianferrari C., Marcellini A., Martelli L. e Tinto A., 2010: UNIONE TERRE DI CASTELLI: VALIDAZIONE DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO (2010) - 29° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida, Prato.
- 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. http://www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833
- Locati M., Camassi, R. e Stucchi M. (a cura di) (2011) . BDMI11, LA VERSIONE 2011 DEL DATABASE MICROSISMICO ITALIANO. Milano,Bologna, <http://Emidius.mi.ingv.it/DBMI11>
- 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)
- Meletti C. e Valensise G., (2004). ZONAZIONE SIMMOGENETICA 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, 65 pp. + 5 appendici.
- Petrucci F., Carreggio M., Cavazzini R. e Piccin A. "EVOLUZIONE QUATERNARIA DI UN TRATTO DI VERSANTE IN LOCALITA' BORGIO VAL DI TARO (PARMA)". Estratto da ACTA NATURALIA de "L'Ateneo Parmense". Vol. 25 - N. 4 - 1988.
- CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA - Scala 1:250.000 (2004) - Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Sezione di Firenze
- GUIDELINES FOR THE IMPLEMENTATION OF THE H/V SPECTRAL RATIO TECHNIQUE ON AMBIENT VIBRATIONS MEASUREMENTS, PROCESSING AND INTERPRETATION - SESAME European research project, dicembre 2004
- 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
- NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - FOGLIO 199 APAT - REGIONE EMILIA-ROMAGNA

12. ALLEGATI

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

Tav. 1	Carta delle indagini	scala 1:5.000
Tav. 2	Carta Geologico - tecnica	scala 1:5.000
Tav. 3	Carta delle frequenze naturali dei terreni	scala 1:5.000
Tav. 4	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica	scala 1:5.000
Tav. 5	Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)	scala 1:5.000
Tav. 6a	Carta di Microzonazione sismica Livello 2 - FA _{PGA}	scala 1:5.000
Tav. 6b	Carta di Microzonazione sismica Livello 2 - FA _{IS 0,1-0,5s}	scala 1:5.000
Tav. 6c	Carta di Microzonazione sismica Livello 2 - FA _{IS 0,5-1,0s}	scala 1:5.000

Inoltre, la presente relazione è corredata da:

Allegato - Indagini tromografiche_ HVSR, indagini MASW e sismiche a rifrazione di nuova realizzazione

Borgo Val di Taro Maggio 2018

Il Tecnico incaricato

Dott. Geol. Domenico Bianco

