

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Emilia-Romagna

Comune di Casalgrande



Regione	Soggetto realizzatore	Data
	Dott. geol. Stefano Castagnetti	MAGGIO 2013

hanno collaborato:

- **Responsabile**

dott. arch. GIULIANO BARBIERI

- **Soggetto realizzatore**

dott. geol. STEFANO CASTAGNETTI

- **Collaboratori**

dott. geol. MARCO BALDI

dott. geol. LORENZO BURATTI

- **Supporto nella compilazione schede CLE**

geom. ANTHONY RANUZZINI

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	3
3.	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	7
4.	DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	16
5.	MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	17
6.	INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	18
7.	METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	24
8.	ELABORATI CARTOGRAFICI	26
9.	CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI ...	43
10.	BIBLIOGRAFIA	44
11.	ALLEGATI	45

1. INTRODUZIONE

Su incarico del Comune di Casalgrande¹ (Provincia di Reggio Emilia) è stato eseguito uno studio di analisi del rischio sismico, finalizzato alla MICROZONAZIONE SISMICA del territorio comunale – secondo livello di approfondimento.

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 integrazioni².

Il lavoro è stato condotto in stretto raccordo con il Responsabile del Settore Urbanistica ed Edilizia Privata e con gli urbanisti di CAIRE Urbanistica, Società incaricata di redigere il nuovo Piano Strutturale Comunale.

L'analisi di carattere generale è stata sviluppata ed estesa all'intero territorio comunale, mentre le indagini e le relative elaborazioni sono state limitate alle aree urbanizzate, alle aree urbanizzabili e agli areali per i quali il nuovo strumento di pianificazione urbanistica prevede significative trasformazioni urbanistiche.

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;

¹ Determina Dirigenziale n° 5592 del 13/11/2012

² 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)

- b) determinazione delle frequenze naturali dei terreni, ai fini della individuazione di fenomeni di risonanza significativi;
- c) suddivisione dettagliata del territorio, in base all'amplificazione attesa, in aree a maggiore e minore pericolosità sismica;
- d) 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.

A corredo dello studio di MS è stata condotta l'analisi della Condizione Limite dell'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano, nel rispetto degli standard di rappresentazione e archiviazione informatici, di cui al Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile 27.4.2012, n° 1755.

Gli elementi censiti sono stati acquisiti dal Piano Comunale di Protezione Civile del Comune di Casalgrande, redatto nel 2012 dallo scrivente professionista e approvato con Delibera di Giunta Comunale n° 67 del 12.07.2012.

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

La fascia di territorio in cui ricade il Comune di Casalgrande si inserisce in un vasto contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica di tipo compressivo, conseguenza della convergenza tra la placca africana che si muove verso nord-est e la placca euro-asiatica.

Gli studi sulla pericolosità sismica promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio nazionale denominata "ZS9" (Fig. 1), che prevede l'individuazione di 36 "zone-sorgente", i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali distribuzione spaziale e frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc..

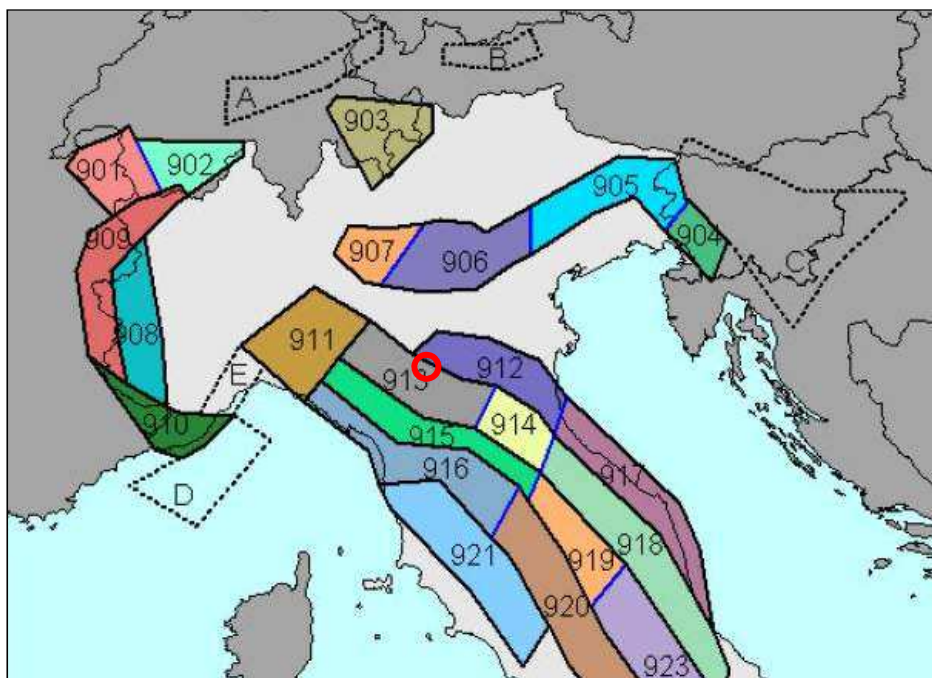


Fig. 1 – Zonazione sismogenetica ZS9. Da: "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica – Rapporto conclusivo, aprile 2004" – INGV. Il cerchio rosso individua approssimativamente il territorio del Comune di Casalgrande

Il territorio del Comune di Casalgrande ricade sul confine tra la zona sismogenetica "912" denominata "Dorsale Ferrarese" e la zona sismogenetica "913" denominata "Appennino Emiliano".

La zona sismogenetica "913" è caratterizzata da movimenti prevalentemente compressivi in direzione NW e da meccanismi trascorrenti nelle zone di svicolo, che interrompono la continuità longitudinale delle strutture attive.

La maggior parte dei terremoti che si verificano in questa zona avvengono a profondità in genere comprese tra 12 e 20 km.

La zona 912 rappresenta la porzione più esterna, sepolta dai sedimenti alluvionali, della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale, ed è caratterizzata da terremoti che avvengono in genere a profondità comprese tra 5 e 8 km. Sulla base dei meccanismi focali, i valori di magnitudo massima previsti sono pari a $M_{wmax} = 6,14$ per la ZS912 e $M_{wmax} = 5,91$ per la ZS913.

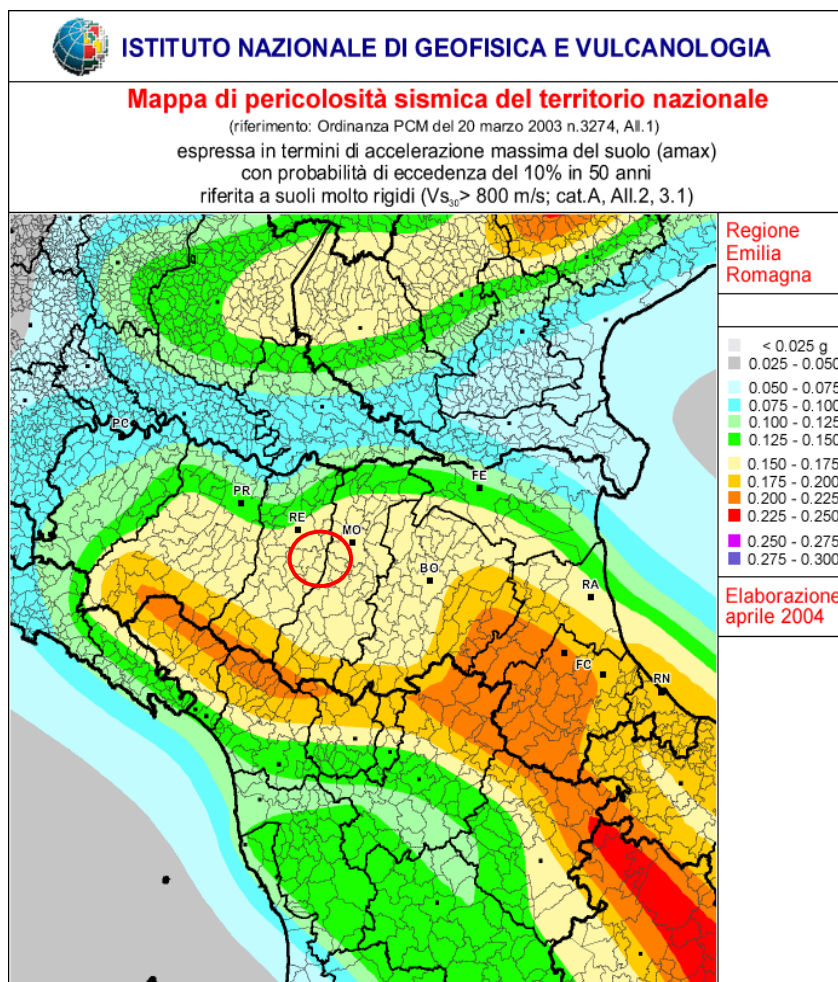


Fig. 2 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV). Dettaglio per la Regione Emilia-Romagna. L'ubicazione del Comune di Casalgrande è evidenziata dal cerchio rosso

Dall'analisi della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale elaborata dall'INGV nel 2004 (Fig. 2) si può osservare che il territorio del Comune di Casalgrande si colloca in un areale, in cui si possono registrare valori di accelerazione massima del suolo pari a $0.150\div 0.175\text{ g}$, con un tempo di ritorno (T_r) pari a circa 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

L'areale in cui ricade Casalgrande presenta una sismicità propria di livello medio-basso, connessa all'attività del margine appenninico reggiano ed inoltre risente di terremoti prodotti da zone sismogenetiche relativamente distanti quali il margine appenninico parmense e modenese, la "Dorsale ferrarese", la Garfagnana ed il Lago di Garda.

Tale situazione è confermata dalla consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti (PTI11) e relativo database macrosismico (DBMI11).

L'estrazione eseguita con riferimento alla vicina città di Reggio Emilia tra l'anno 1000 e il 2006 (Tab. 1 e Fig. 3) ha restituito numerosi eventi, che hanno prodotto un significativo risentimento sulle strutture antropiche.

Is	data	epicentro	Io	Mw
8	1547 02 10 13:20	Reggio Emilia	7	5.14 ±0.34
7	1671 06 20 10:00	Modena-Reggio Emilia	7	5.25 ±0.72
7	1831 09 11 18:15	Reggiano	7-8	5.54 ±0.32
7	1832 03 13 03:30	Reggiano	7-8	5.53 ±0.18
6-7	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	6	4.66 ±0.12
6-7	1465 04 07 15:30	Pianura Padana	5-6	4.51 ±0.34
6-7	1608 01 06 22:20	Reggio Emilia	5-6	4.51 ±0.34
6-7	1806 02 12	NOVELLARA	7	5.19 ±0.39
6-7	1811 07 15 22:44	SASSUOLO	6-7	5.25 ±0.40
6-7	1857 02 01	PARMENSE	6-7	5.09 ±0.25
6-7	1873 05 16 19:35	REGGIANO	6-7	5.09 ±0.59
6-7	1915 10 10 23:08	REGGIO EMILIA	6	5.02 ±0.22
6-7	1971 07 15 01:33:23	Parmense	8	5.64 ±0.09
5-6	1222 12 25 12:30	Basso Bresciano	7-8	5.84 ±0.56
6	1501 06 05 10:00	Appennino modenese	9	5.98 ±0.32
6	1505 01 03 02:00	Bolognese	8	5.57 ±0.25
6	1591 05 24	REGGIO EMILIA	6	4.72 ±0.34
6	1810 12 25 00:45	NOVELLARA	6	5.29 ±0.22
6	1831 07 14 15:30	Reggiano	5-6	4.69 ±0.44
6	1918 05 06 08:05	Reggiano	5-6	4.52 ±0.69
6	1983 11 09 16:29:52	Parmense	6-7	5.06 ±0.09
6	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	6	4.74 ±0.09
6	1996 10 15 09:56:02	Correggio	7	5.41 ±0.09
5-6	1547 03 24	Reggio Emilia		
5-6	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	7	5.76 ±0.09
5-6	1967 04 03 16:36:18	Reggiano	5-6	4.69 ±0.19
5-6	2000 06 18 07:42:08	Parmense	5-6	4.43 ±0.09

Tab. 1 – Storia sismica di Reggio Emilia tra il 1000 e il 2006.

(M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11> - parzialmente modificato)

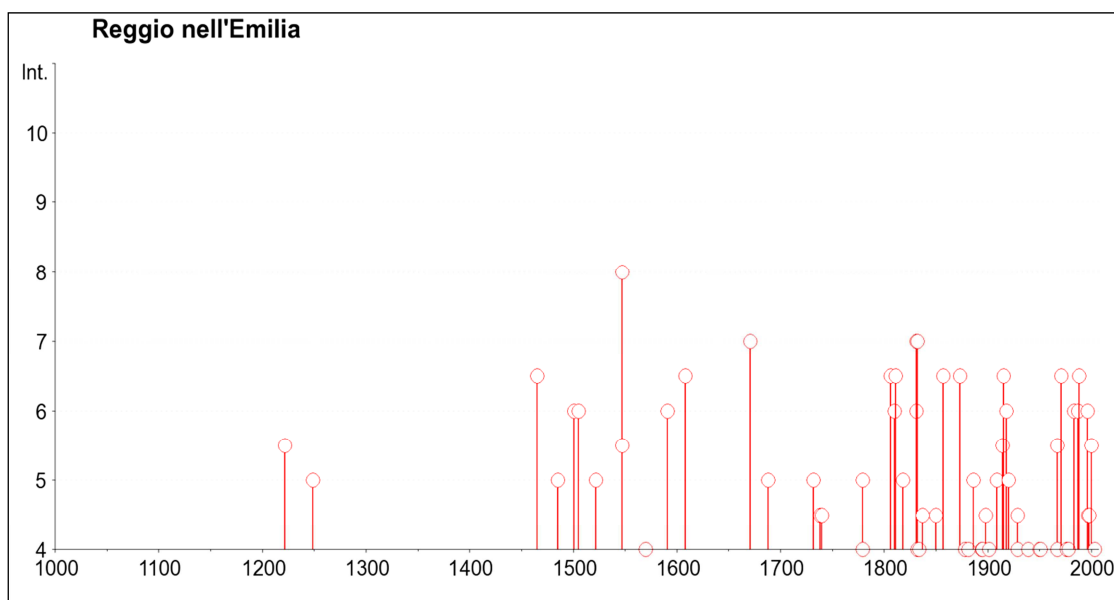


Fig. 3 - Elenco dei terremoti più forti risentiti nell'area di Reggio Emilia tra il 1000 e il 2006 di cui alla Tab. 1. (M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>)

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 Casalgrande è stato classificato in 2^a zona sismica³. Tale classificazione corrisponde ad un livello di sismicità medio.

La classificazione di cui sopra è riprodotta in Fig. 4 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.

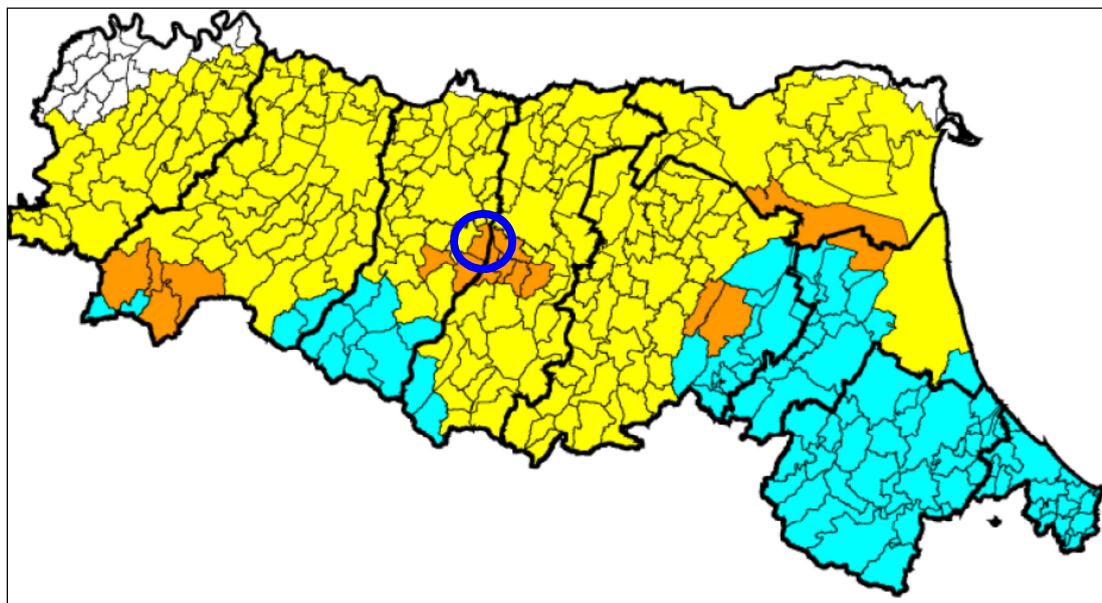


Fig. 4 – Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna a seguito dell'OPCM n° 3274/2003. Regione Emilia-Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli. Il cerchio blu individua il territorio del Comune di Casalgrande.

La classificazione in 2^a zona sismica di Casalgrande e dei comuni limitrofi (Castellarano e Viano in provincia di Reggio Emilia, più un gruppo di comuni modenesi) è riconducibile agli effetti di danno di un terremoto verificatosi il 5.6.1501 sul margine appenninico modenese.

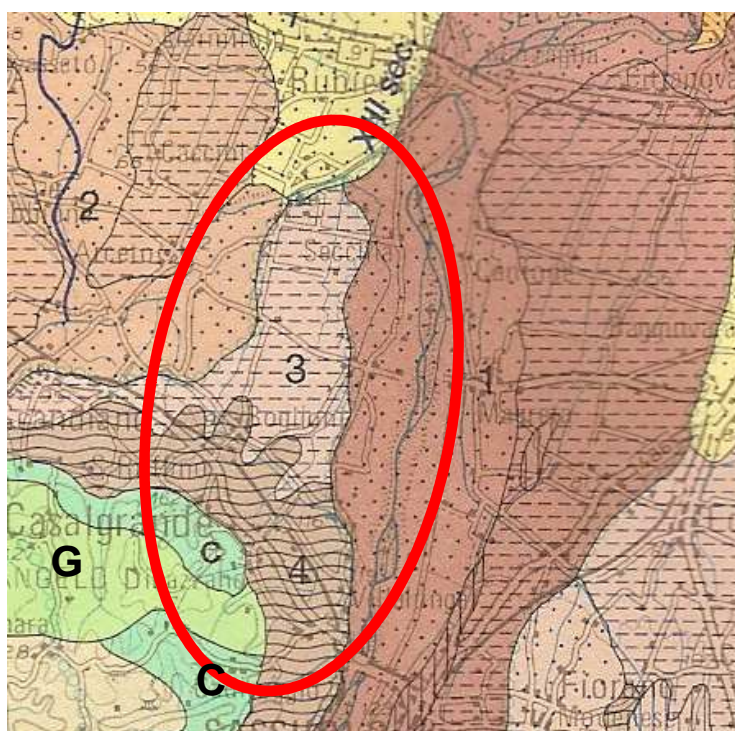
Tuttavia tale classificazione non appare coerente con la mappa di pericolosità sismica riportata in Fig. 2 e di conseguenza non è da escludere una revisione in futuro della classificazione sismica in questo settore regionale.

³ L'OPCM 3274/2003 suddivide i Comuni in 4 "ZONE" sismiche, di cui la zona 1 corrisponde al livello di rischio più elevato, mentre la zona 4 corrisponde al livello di rischio più basso. In precedenza i comuni sismici erano suddivisi in 3 "CATEGORIE" distinte con il medesimo criterio.

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio del Comune di Casalgrande, sotto il profilo geologico, ricade a cavallo del margine appenninico-padano, ovvero della zona di passaggio tra la fascia pedemontana della Pianura Padana e i primi rilievi dell'Appennino.

Infatti si possono distinguere due areali: il settore collinare, costituito dalle grandi unità litologiche dell'Appennino Emiliano-Romagnolo e la restante porzione del territorio (fascia pedecollinare e alta pianura), che è costituita superficialmente dai depositi alluvionali di conoidi e terrazzi alluvionali (Carta geologica di pianura dell'Emilia-Romagna – ed. 1999).



LEGENDA

GRANDI UNITA' LITOLOGICHE DELL'APPENNINO

- C** prevalenti argille e marne con intercalazioni di areniti, conglomerati e rare calcareniti
- G** alternanze di marne, argille e calcari, con intervalli politico-arenacei di origine torbiditica

DEPOSITI ALLUVIONALI

DEPOSITI DI CONOIDE E DI TERRAZZO

- 1 ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari, intercalate a sabbie e sabbie limose in strati di spessore decimetrico
- 2 sabbie, limi sabbiosi e limi, in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi lenticolari
- 3 limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, in subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi lenticolari

DEPOSITI ALLUVIONALI INDIFFERENZIATI

- 4 ghiaie, sabbie, limi e limi argillosi

Fig. 5 – Ingrandimento della Carta geologica di pianura dell'Emilia-Romagna, Ed. 1999 alla scala 1:250.000

Il settore collinare è costituito dalle Unità Liguri, costituite da rocce di varia natura (sedimenti clastici arenacei calcarenitici), sedimentate su crosta oceanica in un mare profondo (Bacino ligure-piemontese) che era localizzato tra l'odierna Corsica e la costa tirrenica, in un periodo di tempo compreso tra il Cretacico e l'Eocene medio (150÷45 milioni di anni fa).

Il settore pedemontano e di alta pianura è costituito da depositi di ambiente continentale riferibili al Quaternario, che ricoprono la struttura marginale dell'Appennino e la struttura profonda della Pianura Padana.

Le successioni argillose della struttura marginale appenninica, che localmente coincide con la fascia pedecollinare del territorio comunale, sono rappresentate dalle "Formazione a Colombacci", dalle "Argille Azzurre" e dalle sabbie gialle del "Sintema di Costamezzana"; tali successioni, progredendo verso la pianura, sono ricoperte dai depositi di terrazzo e di conoide alluvionale pleistocenici (Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore).

Dal punto di vista evolutivo, la Pianura Padana è legata all'orogenesi Alpina e Appenninica: in un arco di tempo che va dal Pliocene all'Olocene, nella depressione ancora in parte occupata dal mare (Bacino Perisuturale Padano), i detriti fini e grossolani drenati dai rilievi iniziano a costruire i delta (conoidi), che vanno ad "affogarsi" ed esaurirsi nel mare o più spesso nelle paludi padane. Il sommarsi di questi fenomeni a quelli già sviluppati nel versante alpino ha portato al riempimento del bacino padano con successioni a carattere regressivo: alla base sabbie e peliti torbiditiche, seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

L'interpretazione dei profili sismici eseguiti nel corso degli anni dall'AGIP (Di Dio, 1997) ha permesso di riconoscere due direzioni di progradazione: la prima, assiale, est-vergente, connessa al paleodelta del Po; la seconda, trasversale, nord-vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione appenninica, che per il territorio in studio sono rappresentati dal F. Secchia, e dal T. Tresinaro.

Il riempimento del bacino padano ed il successivo passaggio alla sedimentazione continentale, non sono avvenuti in maniera progressiva e continua, ma sono il risultato di diverse fasi tettonico-sedimentarie "parossistici", che hanno originato numerose superfici di discontinuità stratigrafica, che hanno permesso di suddividere i depositi di riempimento del bacino padano in unità stratigrafiche principali (Supersintema del Pliocene medio-superiore, Supersintema del Quaternario Marino e Supersintema Emiliano-Romagnolo) che, limitatamente a quelle affioranti nella zona in esame, sono oggetto di descrizione geolitologica nel successivo capitolo.

I depositi affioranti della zona di pianura del territorio comunale sono riconducibili a sistemi deposizionali di conoide alluvionale, costituiti nella zona prossimale da depositi grossolani (ghiaie e sabbie) di canale fluviale, amalgamati tra loro a formare dei corpi tabulari coalescenti, mentre verso valle (zona di conoide distale) il progressivo aumento di sedimenti fini (peliti) determina la separazione dei corpi ghiaiosi.

Più in particolare possono essere distinti:

- depositi propri di canale fluviale nella fascia lungo il letto del F. Secchia, costituiti da materiale grossolano quale ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie, intercalate a sabbie limose
- depositi di canale, argine e rotta fluviale nella fascia più settentrionale del territorio, a valle, lungo il letto del F. Secchia, costituiti da materiali quali limi sabbiosi.
- depositi propri di piana inondabile (area interfluviale) che occupano tutto il territorio comunale che si apre verso valle, in sinistra orografica del F. Secchia, costituiti da sedimenti più fini quali limi, limi argillosi e argille, in spessori decimetrici, con inclusi corpi lenticolari di ghiaie e sabbie.

Sotto il profilo tettonico-strutturale, l'assetto del sottosuolo del Comune di Casalgrande è riferibile all'assetto generale del margine Appenninico padano e dell'alta Pianura Padana, rispettivamente per i settori di collina e di pianura. La fonte dei dati esposti è costituita dallo "Studio della Pericolosità Sismica delle Province di Modena e Reggio Emilia" – Università di Modena e Reggio Emilia, 2001 e soprattutto dalla "Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna", 2004 (Fig. 6).

La fascia di alta pianura si inserisce in un contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano.

Tale raccorciamento si è prodotto attraverso due importanti fasci paralleli di strutture di embricazione sepolte aventi direzione NW-SE e vergenza verso NE, le cui superfici di distacco interessano la copertura mesozoica e terziaria (Boccaletti et al., 1985).

Il fascio più settentrionale, denominato *Fronte di accavallamento esterno* (External Thrust Front = ETF), appartiene all'arco delle "Pieghe Emiliane e Ferraresi" che costituiscono il fronte della catena appenninica, sepolto dai sedimenti quaternari padani, che circa all'altezza del Po sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta.

Il fascio meridionale, coincidente con il margine morfologico appenninico, si sviluppa nel sottosuolo in corrispondenza dei terrazzi pre-wurmiani ed è denominato *Fronte di accavallamento pedeappenninico* (Pedeappenninic Thrust Front = PTF). Anche questo fronte risulta coinvolto da discontinuità trasversali (linee) coincidenti con alcuni corsi d'acqua appenninici, tra i quali il F. Secchia, che delimitano settori a diverso comportamento tettonico-sedimentario.

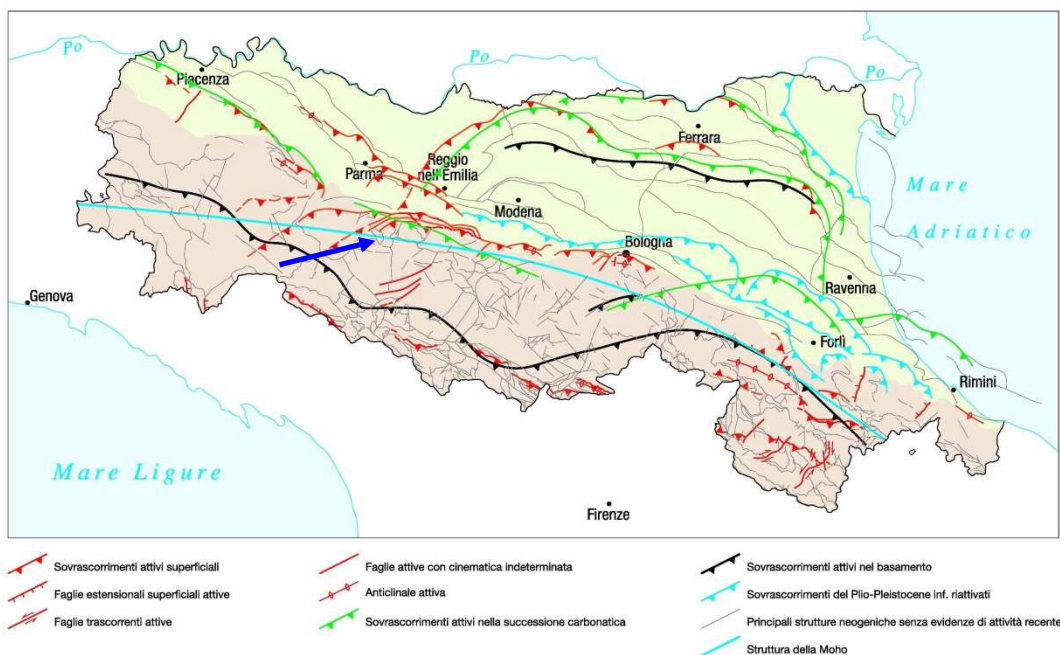


Fig. 6 - Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna” - Servizio Geologico Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna – 2004. La freccia individua l'ubicazione del territorio in studio

Tali sistemi di pieghe-faglie portano ad un'innalzamento relativo della base della sequenza plio-quadernaria lungo il margine appenninico-padano, rispetto all'approfondimento che viceversa subisce procedendo a NW di Reggio Emilia e di Rubiera.

In particolare, nel settore collinare del territorio in esame, lungo la linea di separazione tra le Unità Liguri e le Argille Azzurre della successione post-evaporitica, si trova una importante struttura a tettonica compressiva attiva (faglia normale sepolta) a direzione NO-SE, riferibile al PTF e coincidente con il limite morfologico Appennino-Pianura Padana.

Sulla base dei moderni concetti di stratigrafia sequenziale, nell'ambito dei depositi quadernari del margine appenninico padano e dell'antistante pianura sono state riconosciute due sequenze principali (Fig. 7), in risposta ad altrettanti eventi tettonici di sollevamento regionale, così denominate:

- **SUPERSINTEMA DEL QUATERNARIO MARINO** (affiorante nella fascia collinare)
- **SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO**

L'organizzazione verticale delle facies di questi sistemi deposizionali è costituita dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria fine, con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana, indotta dalle disattivazioni e dalle successive riattivazioni dei sistemi deposizionali.

All'interno delle sequenze deposizionali principali (Supersintemi) sono state distinte sequenze di rango inferiore, denominate Sintemi, delimitate da superfici di discontinuità indotte da

eventi tettonici minori a carattere locale e/o da oscillazioni climatico-eustatiche; a loro volta i Sistemi vengono suddivisi in unità minori (Subsistemi e Unità).

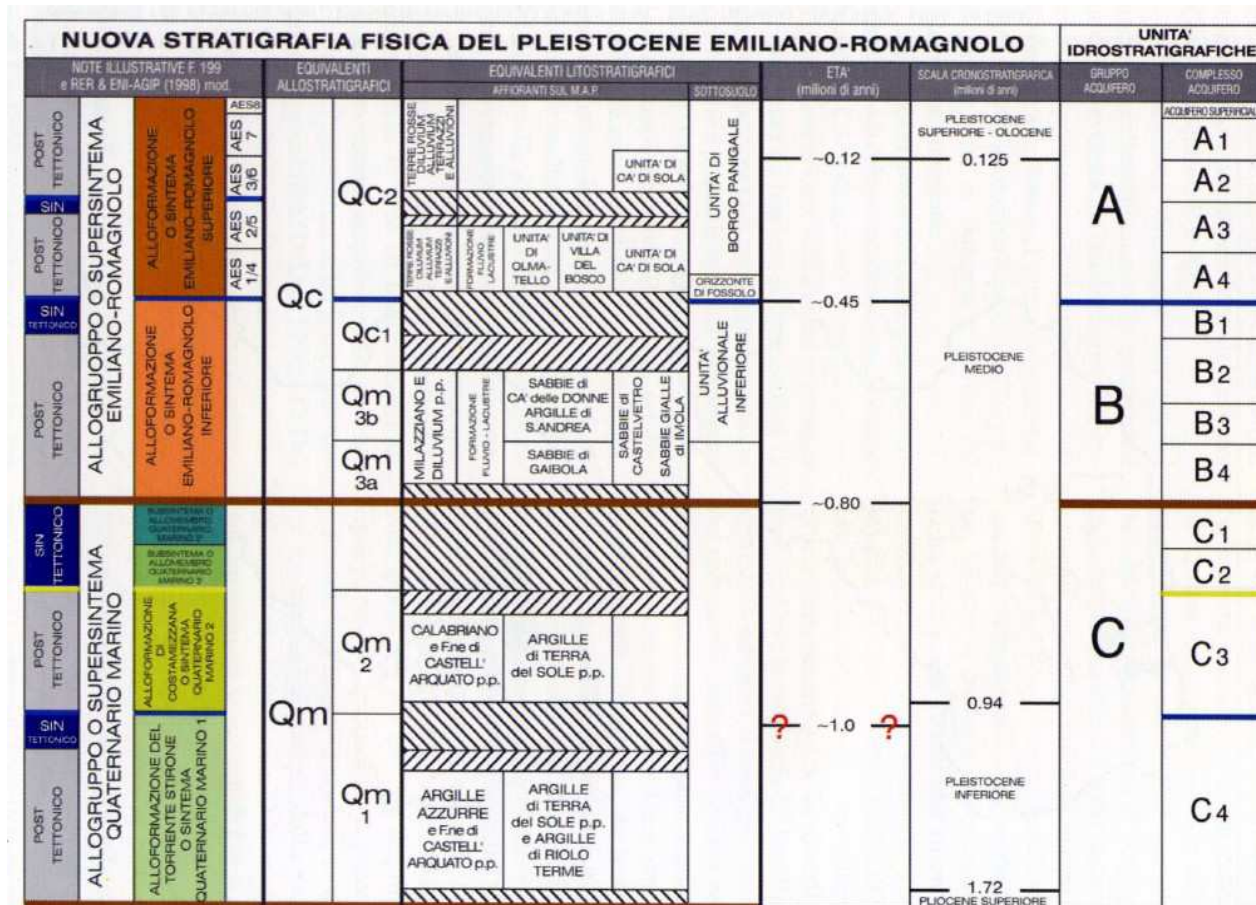


Fig. 7 - Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. (G. Di Dio, 2001)

Il Supersistema Emiliano-Romagnolo, è composto da due unità principali: una unità inferiore, denominata "Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore" ed un'unità superiore detta "Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore", separate da una superficie di discontinuità stratigrafica, individuata in affioramento e seguita nel sottosuolo tramite l'interpretazione dei profili sismici.

Il Supersistema Emiliano-Romagnolo giace in discordanza sul Supersistema Quaternario Marino, di età Pliocene superiore (?) - Pleistocene inferiore, il quale risulta costituito da terreni parali e marini, che si sono depositi al di sopra di una estesa superficie di discontinuità al termine di un evento di sollevamento tettonico di importanza regionale.

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna - Progetto CARG", i depositi affioranti nell'areale in studio sono costituiti da sedimenti alluvionali della conoidi del F. Secchia e del T. Tresinaro appartenenti all'unità stratigrafica del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore.

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo (piana alluvionale).

Sotto il profilo geomorfologico, il territorio del Comune di Casalgrande si colloca nel settore orientale della fascia di alta pianura e della prima collina reggiana.

Si individua una prima "quinta collinare" con andamento NW-SE e quote attorno ai 200 m s.l.m., che si interseca con altri crinali secondari con andamento ortogonale (SW-NE) e quote superiori, comprese tra 350 e 200 m s.l.m., con un massimo di circa 378 m in corrispondenza di M. Petrone.

In questa fascia l'assetto geomorfologico è controllato dalle caratteristiche litologiche del substrato e dalla tettonica, come risulta evidente osservando i lineamenti dell'idrografia superficiale a scala regionale. È pertanto il risultato di una serie di processi che hanno modellato in passato e che modellano tuttora le formazioni rocciose presenti.

Le forme del paesaggio evidenziano generalmente versanti moderatamente inclinati, dolci ed arrotondati nel settore occidentale dei rilievi collinari (in questa zona prevalgono affioramenti riferibili alla Formazione delle Argille Azzurre), con passaggio morbido e graduale all'alta pianura. Viceversa nel settore meridionale di "alta collina" e nella fascia orientale del crinale collinare, dove affiorano Unità Liguri, i versanti sono più ripidi e maggiormente incisi dai corsi d'acqua e il passaggio alla pianura appare più brusco.

Laddove insistono litologie prevalentemente argillose si riscontrano movimenti franosi e alcune forme calanchive.

A ridosso della fascia di passaggio tra collina e pianura, si individuano i primi terrazzi, intagliati in depositi continentali fluviali, che vanno riducendosi in ampiezza per la presenza di faglie del margine appenninico.

Progredendo verso la pianura, già a partire dall'estremità settentrionale dei depositi terrazzati ed allo sbocco delle valli appenniniche, sono rilevabili morfologie legate ai depositi alluvionali di conoidi, generalmente con forme a tronco di cono e con pendenze dell'ordine del 2÷4%. Tali depositi sono costituiti da materiali alluvionali ghiaiosi e sabbiosi, ricoperti da materiali fini, riferibili al F. Secchia e al T. Tresinaro.

I fenomeni franosi e alcune forme calanchive si concentrano in quella porzione di territorio collinare dove affiorano litologie prevalentemente argillose (Argille a Palombini, Argille Azzurre, Argille Varicolori di Cassio) o alternanza di calcare o arenarie intercalati da strati argillosi (Flysch di Monte Cassio).

Dal punto di vista tipologico, la maggior parte dei movimenti è costituita da colate, che assumono le caratteristiche di un fluido viscoso in grado di muoversi anche in presenza di limitate pendenze del versante. Tuttavia nelle formazioni flisciodi, laddove gli strati di calcare o arenarie scivolano sugli strati plastici di argilla, si verificano “scivolamenti traslazionali o rotazionali.

La rete idrografica del territorio del Comune di Casalgrande è costituita dal F. Secchia, dal T. Tresinaro, da numerosi corsi d'acqua che si sviluppano dalla fascia collinare verso la pianura, generalmente con direzione SSW-NNE e da un reticolo di canali artificiali con funzione irrigua e scolante.

Il corso d'acqua principale è il F. Secchia, che scorre sul limite orientale del territorio con andamento circa SSW-NNE e che individua il confine amministrativo con la Provincia di Modena.

L'asta principale del Secchia ha origine dal crinale appenninico nella zona dell'Alpe di Succiso e presenta una lunghezza di circa 160 Km. La superficie del suo bacino idrografico risulta essere poco meno di 2200 Km². Lungo il territorio oggetto di studio, la larghezza dell'alveo oscilla tra i 420 e i 520 m e costituisce la zona apicale e in parte distale di conoide, caratterizzata da alluvioni ghiaiose, con lenti limoso-argillose tendenzialmente verso le sponde.

La parte di alta pianura del Secchia è caratterizzata da una marcata tendenza all'erosione di fondo con significativi abbassamenti. Il fenomeno è accompagnato da un restringimento della sezione dell'alveo in tutto il tratto, con conseguente stabilizzazione delle barre longitudinali.

A valle della traversa di Castellarano si assiste ad un degrado dell'aspetto fluviale dovuto principalmente all'assenza del materasso ghiaioso, con conseguente abbassamento del piano di scorrimento fluviale, tale da mettere in luce il sottostante substrato argilloso. Ciò provoca la canalizzazione dell'alveo ed un radicale mutamento in negativo dell'ambiente e del paesaggio fluviale. Tale fenomeno di origine antropica, imputabile alle massicce estrazioni di ghiaie in alveo operate tra gli anni '50 e '70, ha tra l'altro ridotto la capacità del fiume di approvvigionare le falde freatiche di subalveo.

Le numerose opere di difesa trasversali, realizzate generalmente a protezione di attraversamenti stradali, sono caratterizzate da notevoli dimensioni e da salti complessivi elevati e determinano uno squilibrio di bilancio del trasporto solido sull'asta (sovralluvionamento a monte e riduzione del trasporto solido a valle), con conseguente esaltazione dell'erosione di fondo e lo scalzamento delle difese spondali.

Il T. Tresinaro, in cui confluiscono la maggior parte dei rii minori, delimita l'estremo confine settentrionale del territorio comunale, per poi confluire nel F. Secchia più a nord nel territorio del Comune di Rubiera.

I corsi d'acqua minori si originano nel settore collinare e convogliano le loro acque nei due corsi d'acqua principali, il F. Secchia ed il T. Tresinaro.

Procedendo da ovest verso est, vanno ricordati:

- il Rio Riazzone: nasce in prossimità di M. Babbio e scendendo a valle segna parte del confine ovest del territorio comunale, per confluire più a nord nel T. Tresinaro;
- il Fosso Varana, il Rio Medici e il Rio Castello: si sviluppano sulla fascia collinare, oltrepassano il Capoluogo, per poi confluire nel canale irriguo Canaletto, che a sua volta confluisce nel T. Tresinaro;
- il Rio Ripa e il Fosso Arpiana: confluiscono nel Rio Canalazzo, a sua volta affluente del T. Tresinaro;
- il Rio delle Fornaci e il Rio Razzolo: nei pressi della località S. Antonino confluiscono nel Rio Brugnola, che a sua volta, poco più a valle, confluisce nel F. Secchia;
- il Rio della Rocca: attraversa l'estremità meridionale del territorio e confluisce nel F. Secchia.

Sul territorio del Comune di Casalgrande è inoltre presente un'importante rete di canali artificiali realizzati nei secoli scorsi per scopi irrigui e per sfruttare le acque come forza motrice. Il più importante di questi è il *Canale di Secchia*, altrimenti denominato *Canale di Reggio*, che deriva le acque del Secchia all'altezza di Castellarano, per poi attraversare diagonalmente il territorio di Casalgrande e dirigersi verso Reggio Emilia. Il canale interagisce con una fitta rete di irrigazione e scolante.

Per la caratterizzazione idrostratigrafica dell'areale di pianura e della prima fascia collinare, si è fatto riferimento allo studio *"Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna"* (G. Di Dio – Regione Emilia-Romagna, ENI AGIP – 1998) e *"Gli acquiferi della pianura emiliano-romagnola"* (Maria Teresa De Nardo – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna).

Secondo tali studi gli acquiferi presenti nel sottosuolo dell'alta pianura emiliana sono costituiti dai materiali che i fiumi appenninici depositano ed hanno depositato in uscita dalle valli, allo sbocco in pianura, e consistono in grossi corpi ghiaiosi sovrapposti gli uni agli altri per alcune centinaia di metri, mentre nella fascia di bassa pianura sono costituiti dalle sabbie che il Po ha sedimentato lungo il suo percorso e nel suo apparato deltizio.

Gli acquiferi, suddivisi in tre gruppi principali denominati informalmente "A, B e C" (Unità Idrostratigrafiche Sequenziali - UIS), sono separati fra loro da intercalazioni impermeabili o poco permeabili detti acquitardi. A questi tre grandi Gruppi Acquiferi, corrispondono le tre sequenze di

depositi quaternari del margine appenninico e della pianura padana, rispettivamente i Sintemi Emiliano-Romagnolo Superiore e Inferiore, e il Supersistema Quaternario marino. Ciascun gruppo acquifero a sua volta viene suddiviso in diversi Complessi Acquiferi e Acquitardi, secondo un modello di suddivisione gerarchico per ranghi via via più piccoli sulla base della dimensione e dell'estensione areale dei corpi idrogeologici che li compongono (cfr. Fig. 7).

Il territorio comunale, sotto il profilo idrogeologico, è costituito dalla parte occidentale della conoide pedemontana e di alta pianura del F. Secchia, dalla conoide del T. Tresinaro e dalle conoidi dei corsi d'acqua minori (Rio Riazzone e altri).

Gli acquiferi sono costituiti dalle successioni di sedimenti marini e continentali (Supersistema Quaternario Marino e Supersistema Emiliano-Romagnolo), ed il limite basale impermeabile coincide con il tetto delle Argille Azzurre.

La conoide del F. Secchia è caratterizzata da depositi alluvionali medio recenti depositi dal corso d'acqua stesso, che costituiscono un unico corpo acquifero (spessore compreso fra 100 e 300 metri) di tipo monostrato, formato da spessi letti ghiaioso-sabbiosi generalmente continui, separati da sottili intercalazioni limo-argillose e limo-sabbiose, che aumentano progressivamente verso nord, mentre i depositi grossolani diminuiscono di spessore assumendo andamento lenticolare.

La falda dell'acquifero è di tipo libero, nel tratto apicale e mediano della conoide, mentre passa a confinata nel settore mediano-distale, per il progressivo aumento di spessore sia della copertura limo-argillosa e sia degli strati a granulometria fine in profondità.

Il limite tra il sistema monostrato a falda libera e quello a falda in pressione, corre poco a valle dei terrazzamenti pedecollinari.

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici il territorio insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, corrispondente al Sintema Emiliano-Romagnolo Sup., il cui livello basale si colloca a profondità variabili da circa -200 m nella zona meridionale, sino a -250 m nel settore settentrionale.

Dai dati acquisiti si può ritenere che sul territorio comunale la soggiacenza minima si colloca sempre a profondità superiore ai 10 m dal piano campagna.

Nella maggior parte del territorio la direzione del flusso della falda sotterranea presenta direzione SW-NE, mentre nella fascia meridionale a ridosso della SP51 fino circa alla confluenza del Rio Prugnola nel F. Secchia la direzione è S-N. Infine nell'areale a nord dell'abitato di Salvaterra la falda assume una direttrice ovest-est.

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

La ricerca effettuata presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale ha consentito di esaminare numerose relazioni geologiche, prodotte a corredo di progetti edilizi e di opere pubbliche e di acquisire copia delle indagini geognostiche e di laboratorio 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.

Tali indagini, unitamente a quelle contenute nella banca dati geognostica della Regione Emilia-Romagna, hanno permesso di ricostruire il modello geologico delle aree interessate dallo studio di microzonazione sismica.

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 elevato numero di prove pregresse, che hanno consentito di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo sino alla profondità di interesse, ai fini del 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.

Più in particolare sono state eseguite n° 43 indagini di sismica passiva mediante misure di ascolto delle vibrazioni ambientali secondo la tecnica HVSR a stazione singola e n° 10 indagini geofisiche tipo MASW (Multichannel Spectral Analysis of Waves).

Le misure HVSR a stazione singola sono state eseguite impiegando un tromografo digitale portatile modello Micromed Tromino® di proprietà dello scrivente soggetto attuatore.

Viceversa le prove MASW sono state commissionate alla società TECNOGEOFISICA S.n.c. con sede a Carpi (MO).

Le risultanze delle misure HVSR sono state riportate nell'Allegato n° 1, mentre le metodologie di esecuzione e le risultanze delle prove MASW sono state riportate nell'Allegato n° 2.

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Come ricordato in precedenza Il territorio del Comune di Casalgrande si colloca in corrispondenza del margine appenninico-padano, ovvero della zona di passaggio tra la fascia pedemontana della Pianura Padana e i primi rilievi dell'Appennino.

Il settore morfologicamente più rilevato è costituito dall'affioramento di depositi prevalentemente argillosi di origine marina che si immergono verso la pianura, venendo ricoperti da depositi alluvionali, la cui potenza aumenta sempre più spostandosi da sud verso nord.

La maggior parte del territorio si sviluppa nella zona di coalescenza tra la conoide alluvionale del T. Tresinaro ad ovest e quella ben più importante del T. Secchia, il cui apice è situato all'altezza di Sassuolo. La conoide del F. Secchia presenta una forma planimetrica asimmetrica rispetto all'attuale corso del fiume, essendo maggiormente sviluppata in destra idrografica, a testimonianza di una migrazione nel tempo verso occidente del corso d'acqua.

Il sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di orizzonti ghiaiosi che risultano prevalenti nella zona ad est del F. Secchia, con spessori di ordine decametrico. Viceversa ad occidente del fiume i livelli ghiaiosi si assottigliano e le intercalazioni di depositi fini limo-argillosi tendono a sostituirsi ai depositi grossolani, per poi diventare prevalenti allontanandosi dal corso d'acqua.

Complessivamente tali depositi appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Il Sintema è organizzato in più Subsintemi, ognuno dei quali è costituito da una porzione inferiore a litologie relativamente più fini per lo più argillose, mentre le ghiaie e le sabbie, quando presenti, sono spesso canalizzate e di limitata estensione. La parte superiore del subsintema è invece caratterizzata da granulometrie più grossolane, con le ghiaie che presentano un tetto tabulare e maggiore estensione rispetto a quelle della porzione sottostante.

Tale situazione è ben rappresentata dalle Sezioni geologiche pubblicate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (cfr. Figg. 8 – 11).



Fig. 8 - Ubicazione delle Sezioni geologiche pubblicate dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna che attraversano il territorio del Comune di Casalgrande

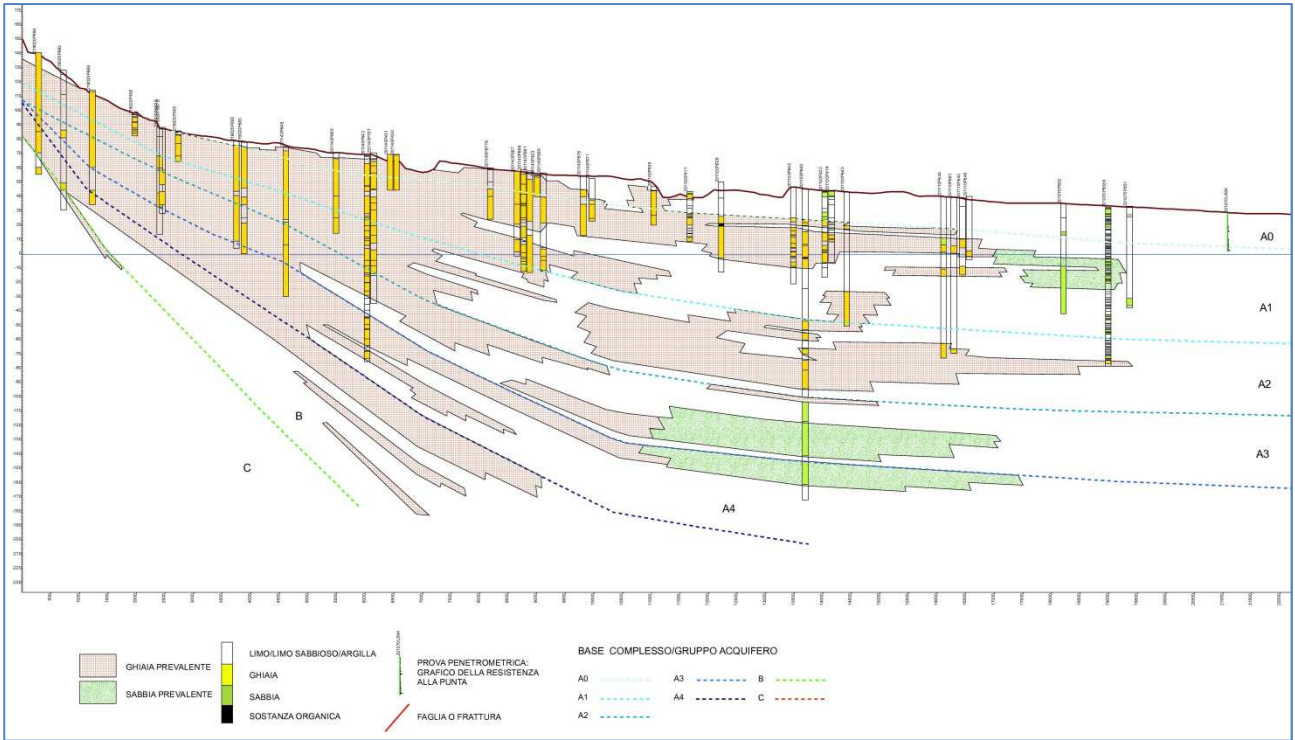


Fig. 9 - Stralcio della Sezione geologica 98 di cui alla Fig. 8
 (Fonte: "Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna")

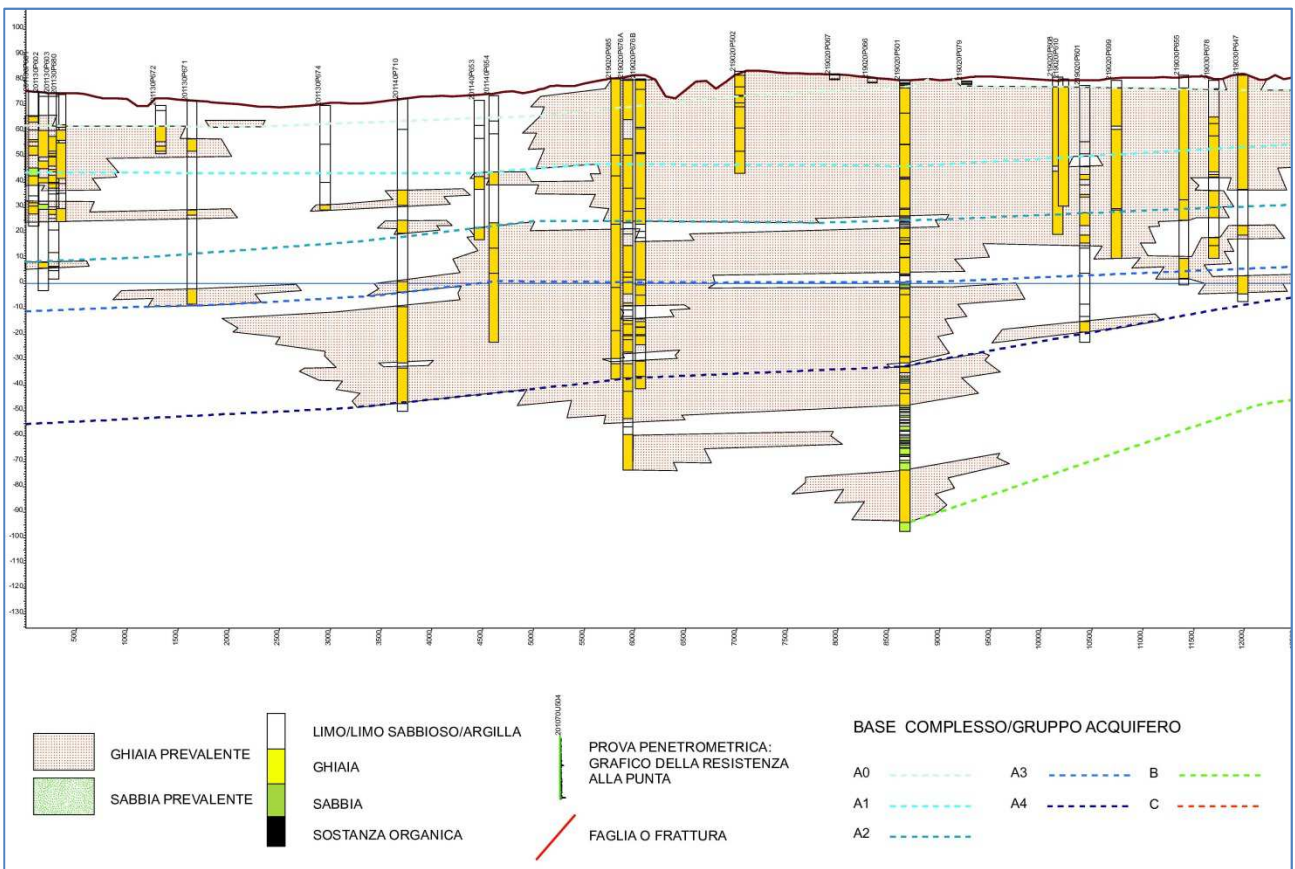


Fig. 10 - Stralcio della Sez. 103 di cui alla Fig. 8
 (Fonte: "Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna")

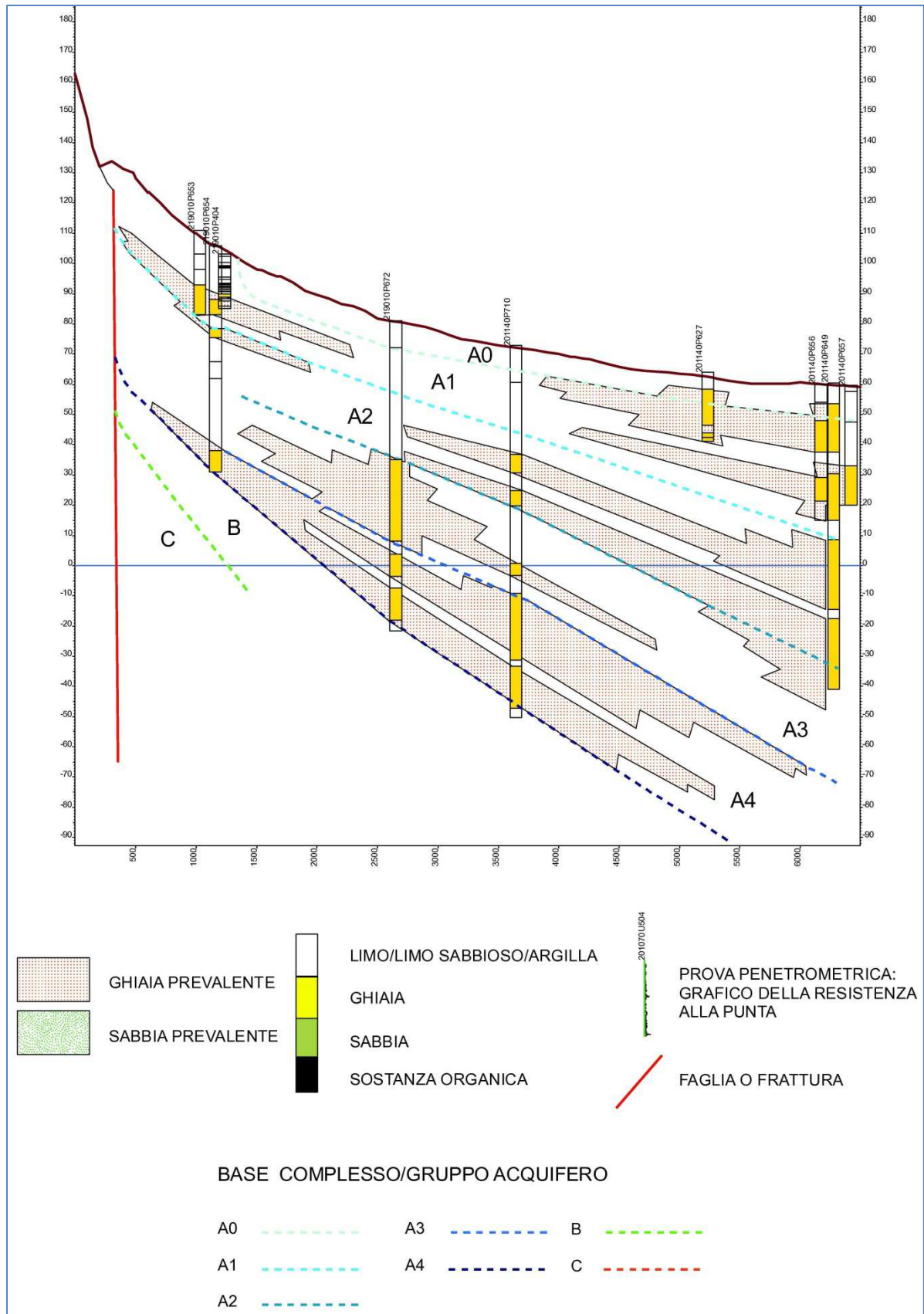


Fig. 11 - Stralcio della Sez. 108 di cui alla Fig. 8
 (Fonte: "Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna")

Si tratta quindi di unità cicliche caratterizzate dall'alternarsi di due litologie (fini e grossolane) e le discontinuità che separano i subsistemi sono rappresentate in alta pianura da paleosuoli ben sviluppati, legati a periodi di interruzione della sedimentazione, che hanno consentito la pedogenesi della parte sommitale dei depositi ghiaioso-sabbiosi. Spostandosi più a valle la superficie di separazione tra subsistemi non è più contrassegnata dalla presenza di paleosuoli e può essere individuata solo basandosi sulla differenza litologica.

Il Subsistema di Ravenna, che dal piano campagna si spinge sino a profondità massime di circa -20.00 m da p.c., è caratterizzato nella parte superiore da una prevalenza di livelli limo-argillosi o limo-sabbiosi. La sedimentazione grossolana del Subsistema di Ravenna è presente alla base dell'unità e si rinviene solo in prossimità del F. Secchia in eteropia con livelli argillosi.

Il Subsistema di Villa Verucchio è presente nel sottosuolo al di sotto di quello di Ravenna e il contatto basale erosivo e discontinuo è con il sottostante Subsistema di Bazzano alla profondità di circa -60.00 m da p.c.. E' costituito da limi prevalenti con subordinate ghiaie e sabbie nella porzione inferiore (Unità di Niviano) e da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi di conoide in quella superiore (Unità di Vignola). Le ghiaie di conoide dell'Unità di Vignola presentano una estensione e una potenza maggiore rispetto a quelle del sovrastante Subsistema di Ravenna, probabilmente dovute a condizioni idrauliche e climatiche diverse, che hanno determinato maggiori portate e maggior trasporto solido del corso d'acqua. Queste ghiaie passano nelle zone distali e laterali della conoide a limi e limi sabbiosi di ambiente di interconoide e, ancor più a valle, a limi e limi argillosi di piana alluvionale.

La profondità basale del Sistema Emiliano-Romagnolo Sup., sulla base dei dati bibliografici disponibili, viene ipotizzata alla quota di circa -150 m s.l.m., mentre la base dei depositi quaternari continentali varia tra -50 e -200 m s.l.m. (Fig. 12).

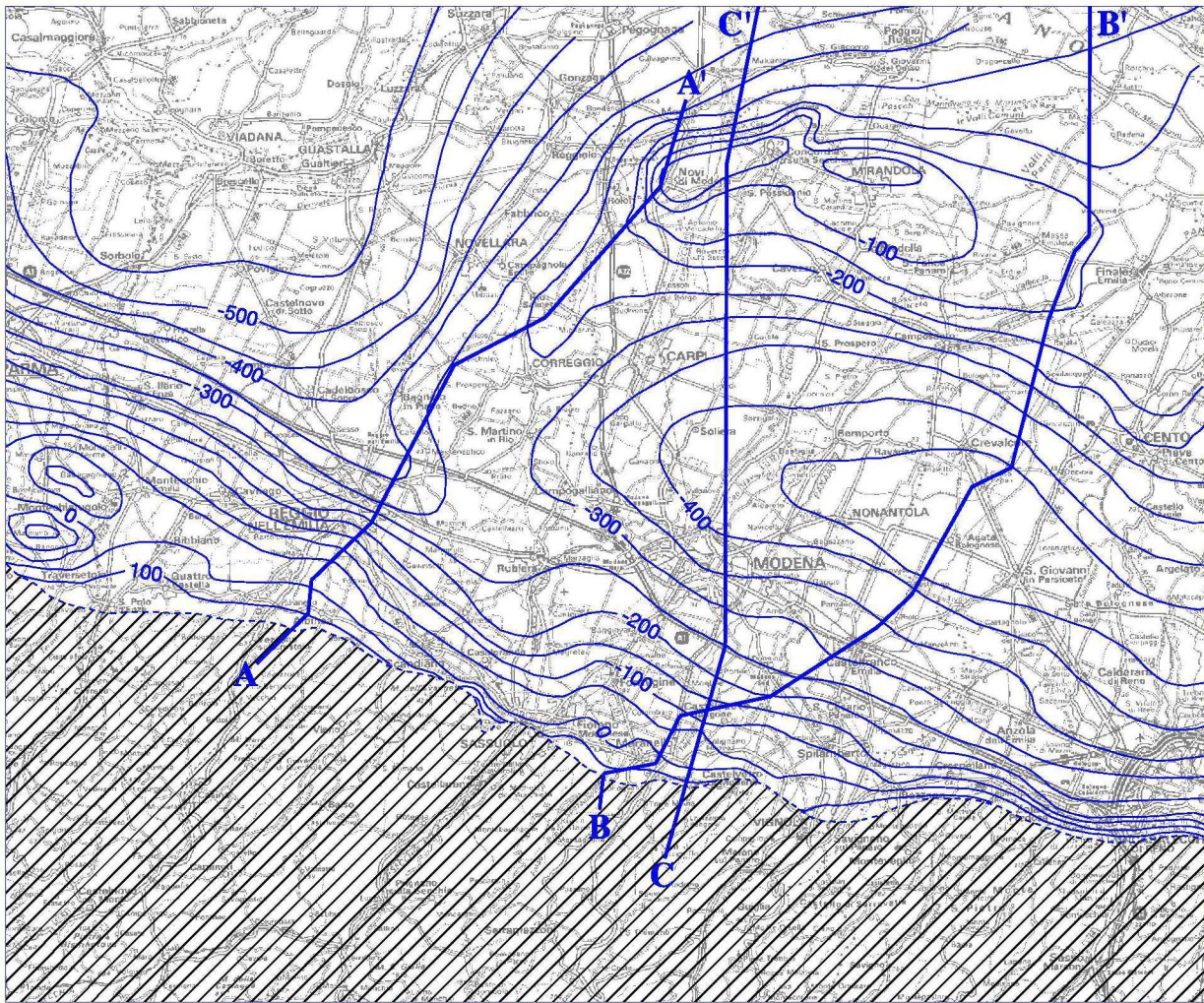


Fig. 12 – Profondità (in m s.l.m.) del limite basale dei sedimenti quaternari continentali (tratto da: "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 201" APAT – Regione Emilia-Romagna)

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Al termine della campagna di misure HVSR, al fine di determinare la qualità delle singole misure H/V effettuate e la loro relativa affidabilità, necessaria per una corretta fase interpretativa, si è 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 di SESAME 2004 relativi alla robustezza statistica del segnale. Inoltre, 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.

In fase di elaborazione, sfruttando le possibilità di analisi direzionale e temporale del software utilizzato (GRILLA® – Micromed), è stata valutata la stazionarietà temporale dei rapporti spettrali misurati, prestando inoltre particolare attenzione alle variazioni azimuthali di ampiezza, nel rispetto della condizione di isotropia del segnale

In conclusione, verificati i criteri SESAME 2004 relativi alla "chiarezza" del picco di possibile risonanza, per le prove che hanno mostrato particolari evidenze di rumore elettromagnetico nella banda di frequenza di interesse, si è provveduto ad effettuare ulteriori acquisizioni.

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.

Nel presente studio gli abachi e le tabelle degli ICMS sono risultati inapplicabili per le aree esaminate, in quanto:

- non è stato possibile individuare la profondità del basamento sismico con $V_s > 800$ m/s e, conseguentemente, il tipo di profilo di V_s sino a tale profondità;
- i contrasti di velocità in corrispondenza di orizzonti abbastanza rigidi con $600 < V_s < 800$ m/s, sono risultati quasi sempre inferiori a 2.

Di conseguenza è stata operata la scelta di utilizzare le tabelle e le formule indicate dell'Allegato A2 degli indirizzi regionali (Delibera Ass. Leg. Regione Emilia-Romagna n° 112/2007).

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Nella prima fase di lavoro, di concerto con il Dirigente del Settore Urbanistica, sono stati definiti con esattezza 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 prossimo alla conclusione, si è reso necessario individuare preliminarmente le porzioni di territorio che saranno presumibilmente interessate da sostanziali trasformazioni urbanistiche, su cui incentrare studi ed approfondimenti.

Una volta eseguita tale operazione, sono 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 una campagna di indagini di sismica passiva (misure di ascolto dei microtremori con tromografo digitale portatile) ai fini della definizione delle frequenze fondamentali dei terreni.

Gli elaborati prodotti in questa prima fase sono costituiti da:

- **Carta delle indagini:** in tale cartografia sono riportate le prove pregresse e quelle di nuova esecuzione; tutte le prove sono state classificate in base al tipo e alla profondità raggiunta;
- **Carta geologico-tecnica:** tale carta è stata derivata dalla revisione a scala dettagliata dei rilievi geologici e morfologici disponibili. In questa cartografia sono rappresentati gli elementi geologici e morfologici che possono modificare il moto sismico in superficie;
- **Carta delle frequenze naturali dei terreni (f):** tale carta è stata derivata da indagini di sismica passiva (misure HVSR). In questa carta sono riportati i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore di f_0 del picco significativo a più bassa frequenza corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale e di altri picchi significativi a più alta frequenza o indicazione dell'assenza di picchi). Inoltre sono state distinte le zone caratterizzate da alti contrasti di impedenza alla base delle coperture (ampiezza massima curva HVSR > 3) e bassi contrasti di impedenza (ampiezza HVSR < 3);
- **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS):** 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. Le microzone della carta sono classificate in tre categorie:

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura. In queste zone non sono richiesti ulteriori approfondimenti;
- b) zone suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; nelle zone con variazioni stratigrafiche laterali poco significative (zone di pianura) sono ritenuti sufficienti approfondimenti di secondo livello;
- c) zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (ex. liquefazioni). In queste zone sono richiesti approfondimenti di terzo livello.

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

In questa fase sono stati prodotti i seguenti elaborati:

- **Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)**: in questa carta sono ubicati tutti i punti di misura di Vs con indicazione, per ogni punto misura, del valore di Vs30;
- **Carta dei fattori di amplificazione delle aree**. L'amplificazione è stata quantificata in termini di parametri FA e FV e FA_{PGA} , $FA_{0,1-0,5s}$, $FA_{0,5-1,0s}$. Le aree che necessitano di approfondimenti di terzo livello saranno perimetrate, con indicazione del tipo di effetti attesi e delle indagini e analisi di approfondimento da effettuare. Per la definizione dell'amplificazione sono state utilizzate le tabelle e le formule indicate nell'Al. 2 degli indirizzi regionali.

Le elaborazioni sono state rappresentate nelle varie cartografie, ciascuna delle quali costituita da due tavole:

- La prima (tavola nord), relativa al settore settentrionale del territorio comunale, comprendente l'area produttiva circostante l'Acciaieria di Rubiera, l'abitato di Salvaterra e il settore nord del Capoluogo;
- La seconda (tavola sud), relativa al settore meridionale del territorio comunale, comprendente la restante porzione del Capoluogo, Casalgrande Alto, l'area produttiva della Macina e gli abitati di S. Antonino, Dinazzano, Villalunga e Veggia.

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1 CARTA DELLE INDAGINI

In questa cartografia sono state riportate le prove di nuova esecuzione e quelle pregresse relative a indagini geognostiche a corredo di pratiche edilizie depositate presso l'Ufficio Tecnico Comunale.

Tutte le prove sono state classificate in base alla tipologia (indagini geognostiche: prova penetrometrica statica, prova penetrometrica dinamica, sondaggio a rotazione, ecc.; indagini geofisiche: MASW, RE.MI., HVSr).



Fig. 13 – esempio di legenda della Carta delle indagini

La ricerca effettuata presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale ha consentito di acquisire le seguenti indagini:

- n° 9 sondaggi a carotaggio continuo
- n° 123 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT)
- n° 1 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTE)
- n° 59 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DP)
- n° 50 prove penetrometriche dinamiche leggere (DL)
- n° 14 MASW
- n° 13 prove REfraction Microtremors
- n° 1 profili sismici a rifrazione
- n° 2 tomografie elettriche

- n° 13 misure HVSR a stazione singola
- n° 4 trincee o pozzetti esplorativi
- numerose prove di laboratorio: n° 6 prove edometriche, n° 3 espansioni laterali libere, n° 10 analisi su campione (granulometrie e limiti), n° 4 prove di taglio diretto, n° 6 prove trassiali non consolidate e non drenate (UU).

Inoltre da altre fonti sono state reperite utili informazioni sulle seguenti in indagini:

- n° 4 pozzi per idrocarburi
- n° 1 pozzo acquedottistico

Infine, come ricordato in precedenza, ad integrazione dei dati esistenti è stata progettata ed eseguita una specifica campagna di indagine costituita da n° 43 misure di ascolto di microtremori a stazione singola (HVSR) e n° 10 MASW (cfr. All. 1 e 2).

8.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica sono state riportate le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) derivate da elaborati esistenti e da indagini geognostiche pregresse. Questi dati hanno contribuito a definire il modello di sottosuolo, funzionale alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1).

Per la stesura di questa carta si è fatto riferimento alla documentazione prodotta dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna e messa a disposizione del Comune di Casalgrande per le finalità in oggetto.

Più in particolare sono stati acquisiti i contenuti dei Fogli geologici n° 201 “Modena” e n° 219 “Sassuolo” alla scala 1:50.000. Si tratta di dati che sono confluiti nella nuova “Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG”. La natura litologica delle unità affioranti nel territorio comunale sono state distinte facendo riferimento alla citata “Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG” che riporta la tessitura dei depositi superficiali.

L’assetto litostratimetrico dell’areale è caratterizzato in superficie dalla presenza di una coltre fine di natura prevalentemente limosa. Le ghiaie risultano sub-affioranti solamente nella fascia adiacente l’alveo del F. Secchia, interessata nel tempo da un’intensa e diffusa attività estrattiva.

Nel settore meridionale affiora il substrato geologico non rigido, costituito da depositi argillosi di origine pelagica.










I pozzi o sondaggi perforati negli areali di studio hanno talvolta raggiunto il substrato geologico e di conseguenza nella carta geologico-tecnica è stato riportato il valore di soggiacenza. Viceversa laddove il substrato rigido non è stato raggiunto, è stata riportata la profondità della terebrazione.

Nella medesima carta sono stati indicati anche alcuni valori di minima soggiacenza della falda freatica, ricavati dai dati a corredo delle prove geognostiche disponibili.

8.3 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI

Si tratta di una carta derivata dalle indagini speditive di sismica passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali). In questa carta sono stati riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore di F_0 del picco significativo a più bassa frequenza corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale e di eventuali altri picchi significativi a più alta frequenza) (Fig. 14).

Le misure sono state suddivise in classi sulla base delle frequenze ($F_0 \leq 1$ Hz; $1 < F_0 \leq 2$ Hz; $2 < F_0 \leq 8$ Hz; $F_0 > 8$ Hz) e dell'ampiezza del picco che individua contrasti di impedenza alti (picco HVSR > 3) o bassi (picco HVSR < 3).

frequenza picco significativo (Hz)	ampiezza picco	
	≤ 3	> 3
$F_0 \leq 1$		
$1 < F_0 \leq 2$		
$2 < F_0 \leq 8$		
$F_0 > 8$		
Assenza di picchi significativi		

A lato del simbolo sono riportate la frequenza relative al primo picco significativo (in rosso) e al secondo picco (in blu)

Fig. 14 – esempio di legenda della carta delle frequenze naturali dei terreni

Sulla base delle misure HVSR a stazione singola è stata ricavata la Carta delle frequenze naturali dei terreni.

L'esame dei valori di frequenza del picco principale evidenzia una buona correlazione con le caratteristiche stratigrafiche delle zone in cui è stato suddiviso l'areale oggetto di studio.

Nel settore settentrionale le misure di HVSR hanno rilevato frequenze naturali dei terreni variabili da 7,2 a 16,25 Hz (Fig. 15). Tali frequenze si ritiene possano essere dovute al contrasto tra la coltre coesiva superficiale e l'orizzonte ghiaioso posto a profondità di 2.00-7.00 metri da p.c..

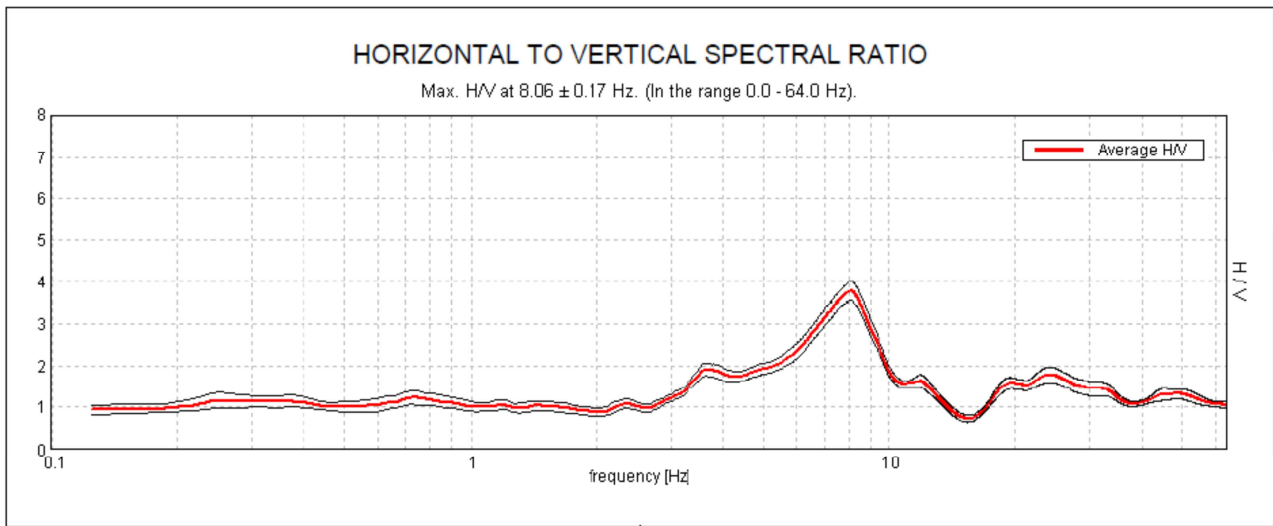


Fig. 15 – Curva H/V rappresentativa del settore centro settentrionale (misura HVSR3)

Nel settore nord-orientale le misure di HVSR hanno rilevato frequenze naturali dei terreni variabili da 6.5 a 12 Hz (Fig. 16).

Tali frequenze si ritiene possano essere dovute al contrasto tra la coltre coesiva superficiale e l'orizzonte ghiaioso oppure ad una variazione di addensamento dell' orizzonte ghiaioso.

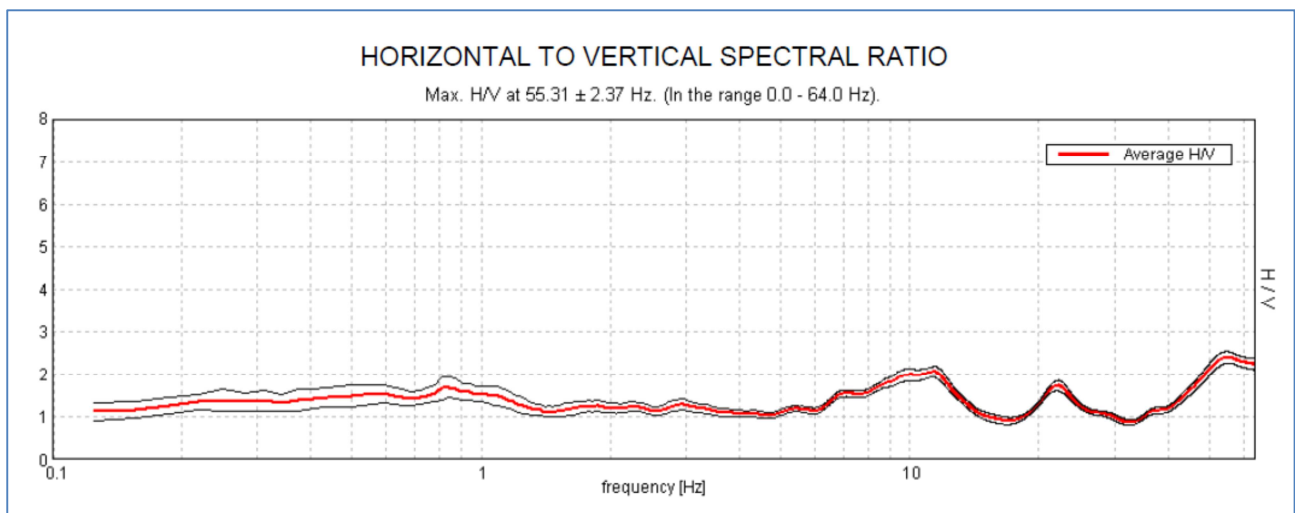


Fig. 16 – Curva H/V rappresentativa del settore nord-orientale (misura HVSR2)

Nel settore di Villalunga le misure di HVSR hanno rilevato frequenze naturali dei terreni di circa 10 Hz. Tali frequenze si ritiene possano essere dovute al contrasto tra la coltre coesiva superficiale e l'orizzonte ghiaioso posto a profondità di 4.00- 6.00 metri da p.c.. (Fig. 17).

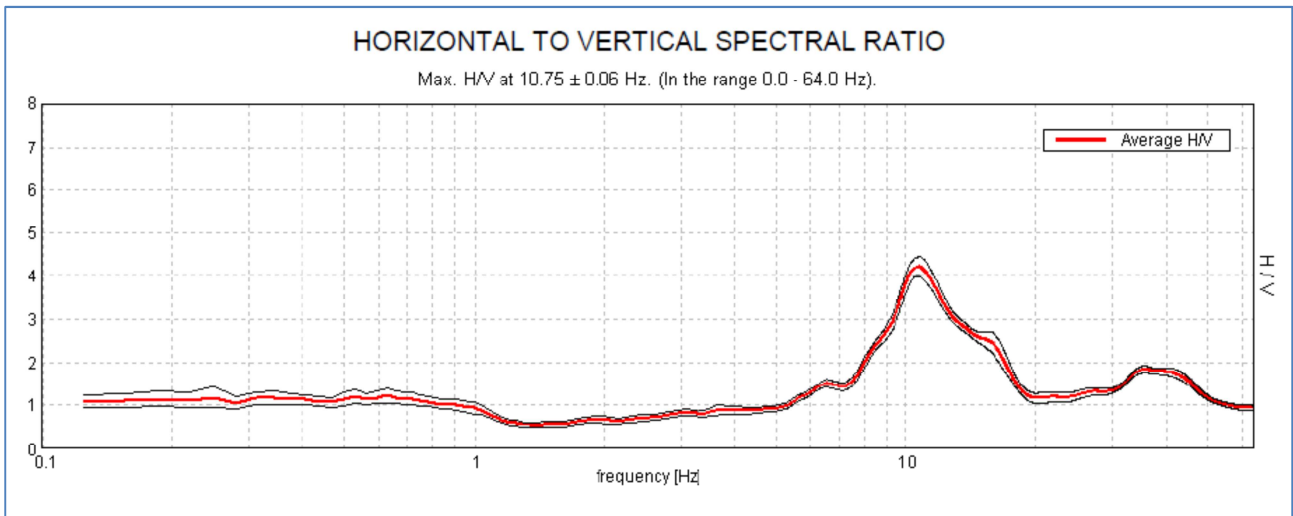


Fig. 17 – Curva H/V rappresentativa della località Villalunga (misura HVSR14)

Nell'areale di Veggia e S. Antonino le misure di HVSR non hanno rilevato alcun picco significativo (Fig. 18), dovuto alla mancanza di significativi contrasti di impedenza.

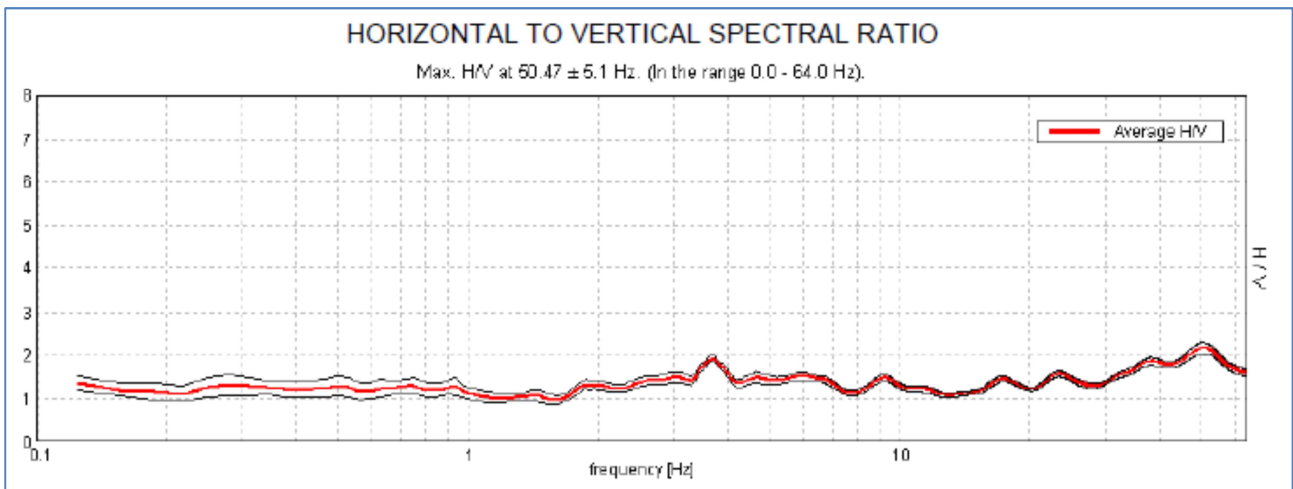


Fig. 18 – Curva H/V rappresentativa delle località Veggia e S. Antonino (misura HVSR16)

Nel Capoluogo e nel settore di territorio compreso tra via Statutaria e lo Scalo di Dinazzano le misure di HVSR hanno rilevato frequenze naturali dei terreni variabili tra 5 e 8 Hz Hz (Fig. 19). Tali frequenze si ritiene possano essere dovute al contrasto tra la coltre coesiva superficiale e l'orizzonte ghiaioso posto a profondità compresa tra 10.00 – 20.00 metri da p.c..

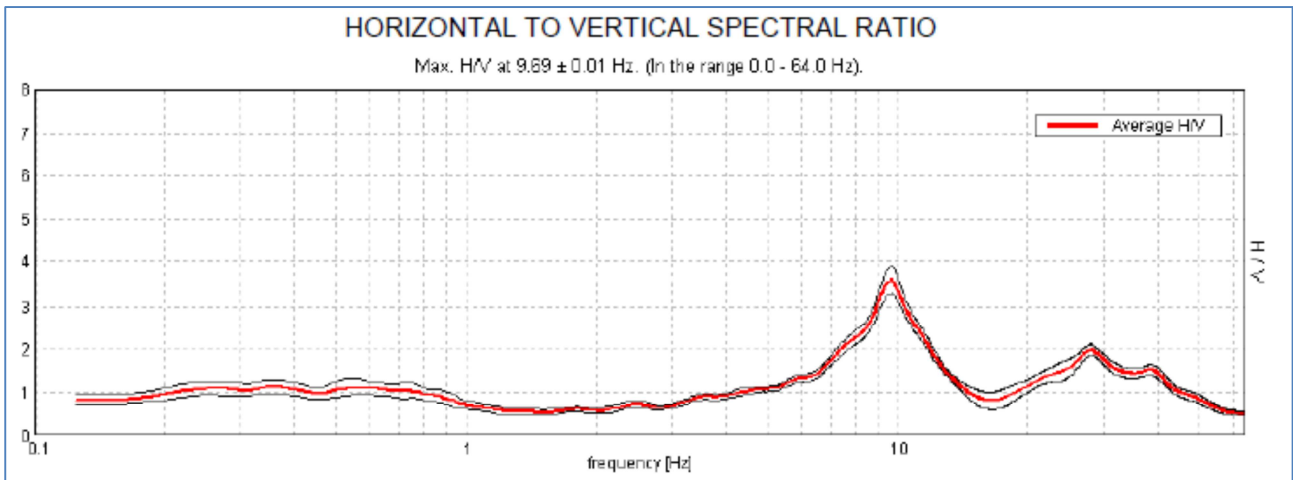


Fig. 19 – Curva H/V rappresentativa del Capoluogo e del settore compreso tra via Statutaria e lo Scalo di Dinazzano (misura HVSR16)

Nei settori morfologicamente più rilevati (Casalgrande Alto e Castello di Dinazzano) le misure di HVSR, hanno individuato frequenze prevalentemente tra i 3 e 6 Hz (Fig. 20).

I picchi mostrano una forma poco accentuata dovuta probabilmente alla mancanza di rilevanti contrasti di impedenza.

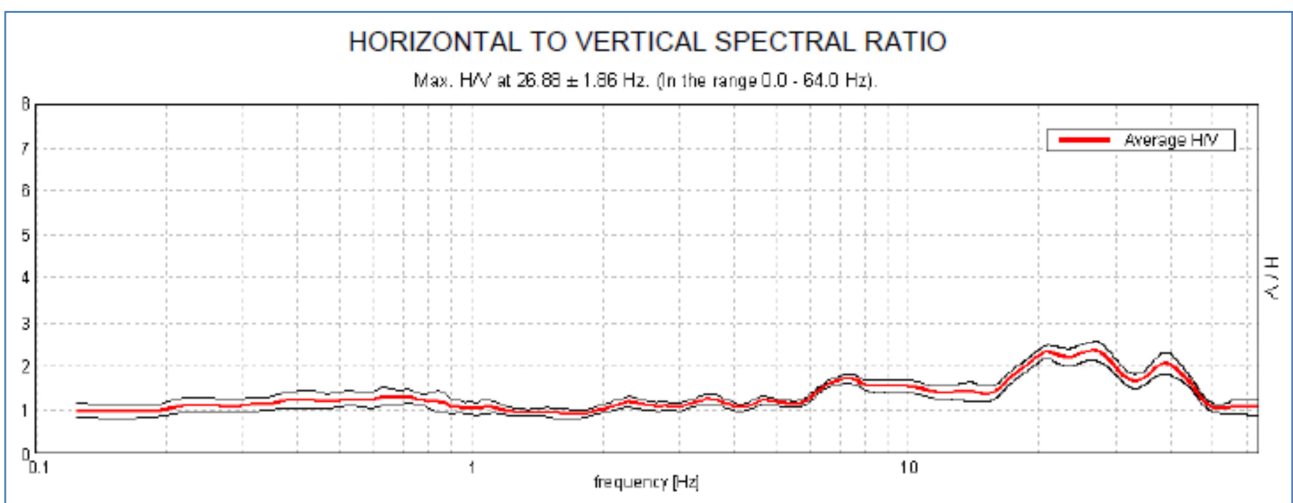


Fig. 20 – Curva H/V rappresentativa delle località Veggia e S. Antonino (misura HVSR16)

8.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (LIVELLO 1)

Le microzone sono state distinte in tre categorie:

- a) **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. Questa categoria non è presente sul territorio del Comune di Casalgrande.

- b) **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. All'interno di queste aree si è operata una ulteriore distinzione sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche, identificando n° 6 profili stratigrafici tipo (Zona 2001, Zona 2002, Zona 2003, Zona 2004, Zona 2005 e Zona 2006) ai quali possono essere ricondotti gli areali esaminati (Fig. 14). In queste zone sono richiesti approfondimenti di secondo livello.
- c) **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 in presenza di importanti spessori di depositi sabbiosi saturi nei primi 20 m dal piano campagna e densificazione in presenza di terreni granulari poco addensati. In queste zone sono richiesti approfondimenti di terzo livello.

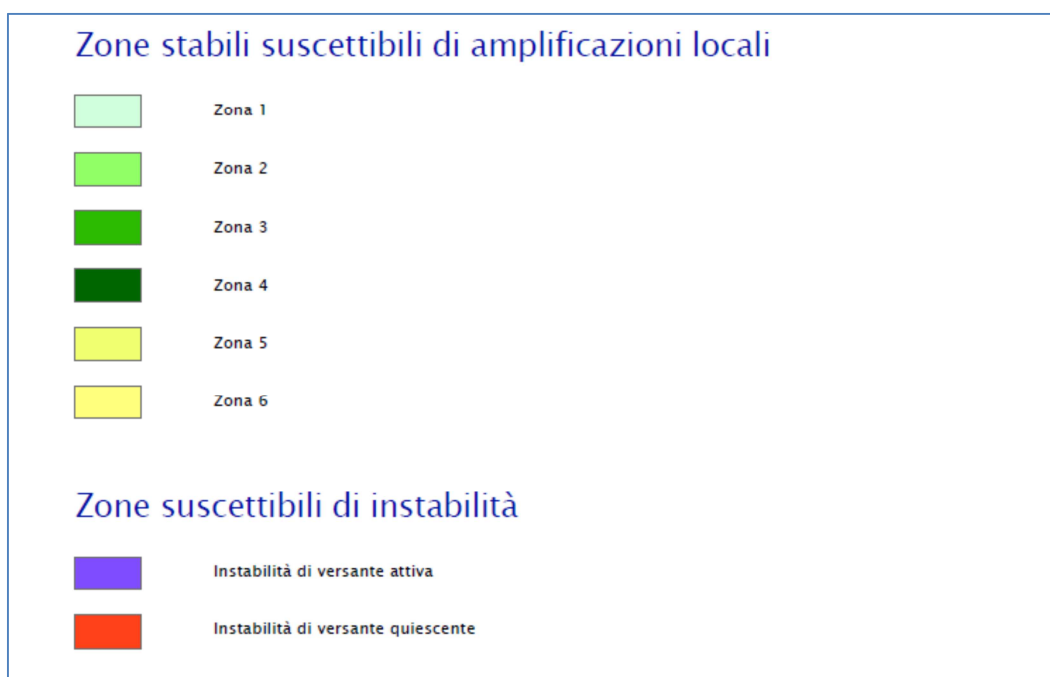


Fig. 21 – esempio di legenda della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

L'areale in studio è caratterizzato da 6 distinte microzone omogenee, costituite da aree stabili suscettibili di amplificazioni locali per motivi litologici e stratigrafici (v. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica).

Zona 2001

Questa zona è costituita da una fascia che costeggia ad una distanza di circa 1 km il Fiume Secchia e attraversa il territorio comunale dal limite nord sino al Villaggio produttivo “Macina” nelle vicinanze di Villalunga.

I depositi di copertura risultano costituiti da alternanze di limi e limi argillosi a tratti sabbiosi da moderatamente consistenti (Nspt= 4-8) a consistenti (Nspt= 10/15).

Talvolta si rinvengono livelli da decimetrici a metrici di materiali granulari moderatamente addensati (Nspt= 20-30).

Al di sotto di tali depositi, a profondità generalmente variabile tra -2.00/-7.00 m da p.c., sino a profondità di 45.00 m da p.c. è presente un orizzonte ghiaioso addensato (Nspt>30) sede della prima falda significativa (Fig. 22).

All'interno di questo orizzonte, a profondità variabili tra i 20 e 30 m da p.c. è presente un orizzonte argilloso di circa 8 metri.

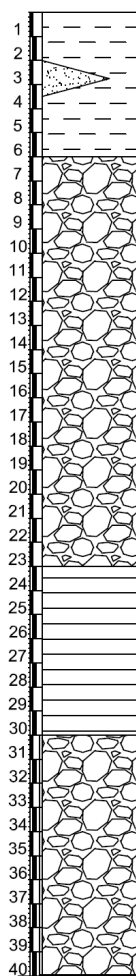


Fig. 22 – Successione stratigrafica cod. 2001

Zona 2002

Questa zona, adiacente alla zona 2001 ricomprende il territorio a fianco del corso del Fiume Secchia.

Il sottosuolo è caratterizzato dalla prevalenza di depositi grossolani appartenenti alla conoide alluvionale del F. Secchia costituiti da ghiaie addensate e molto addensate ($N_{spt} > 30$). In particolare il tetto dell'orizzonte ghiaioso è situato a profondità variabili da -1.50 a -2.00 m da p.c. (Fig. 23).

I depositi fini superficiali sono costituiti da sabbie limose da sciolte a molto sciolte ($N_{spt} = 2/10$).

Tali depositi ghiaiosi che si spingono oltre la profondità di -50 m da p.c, si trovano prevalentemente in matrice sabbiosa, e talvolta si alternano orizzonti metrici a maggiore matrice argillosa.

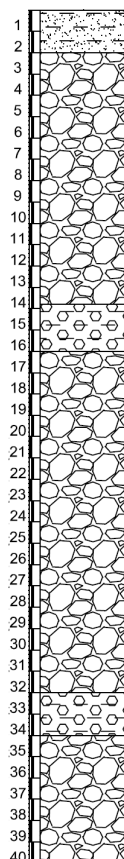


Fig. 23 – Successione stratigrafica cod. 2002

Zona 2003

Questa zona è collocata in corrispondenza del centro abitato di Villalunga.

I depositi di copertura risultano costituiti da limi argillosi a tratti sabbiosi poco consistenti (Nspt= 3/6).

Al di sotto di tali depositi, a profondità variabili da -4.00/-6.00 m da p.c., è presente un orizzonte ghiaioso addensato (Nspt>30) che si spinge sino a circa -50.00m da p.c. (Fig. 24).

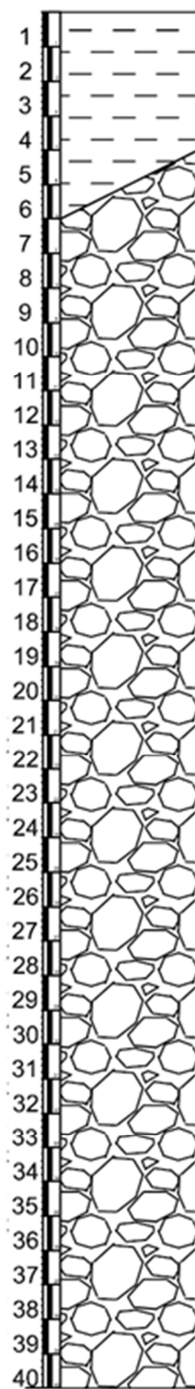


Fig. 24 – Successione stratigrafica cod. 2003

Zona 2004

Questa zona è collocata in corrispondenza degli abitati di Veggia e Sant'Antonio.

I depositi di copertura risultano costituiti da una alternanza di argilla limosa, limi sabbiosi e sabbie limose, da poco consistenti ($N_{spt}= 3/5$) a consistenti (c' da prove di laboratorio= 1,5 kg/cm²).

Al di sotto di tali depositi, a profondità variabili da -2.00 a - 10.00 m da p.c., è presente un orizzonte ghiaioso addensato ($N_{spt}=30$) dello spessore di circa 3 m. Segue la Formazione delle Argille Azzurre (Fig. 25).

La falda acquifera è rilevabile a circa 3 m da p.c..

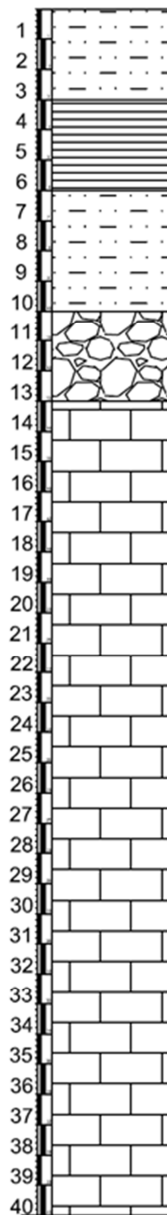


Fig. 25 – Successione stratigrafica cod. 2004

Zona 2005

Questa zona è collocata in corrispondenza dei centri di Sant'Antonio, Dinazzano e Boglioni.

I depositi di copertura risultano costituiti da argilla limosa da consistente a moderatamente consistente (Nspt: 4/15), con livelli di ghiaia in matrice limo-argillosa e limo-sabbiosa.

Al di sotto di tali depositi, a profondità variabile da -10.00 m a -20.00 da p.c., è presente un orizzonte ghiaioso addensato (Nspt>30). All'interno di tale orizzonte si rilevano lenti metriche di materiale coesivo. L'orizzonte ghiaioso appoggia sul locale substrato marino costituito dal Sistema di Costamezzana (Fig. 26).

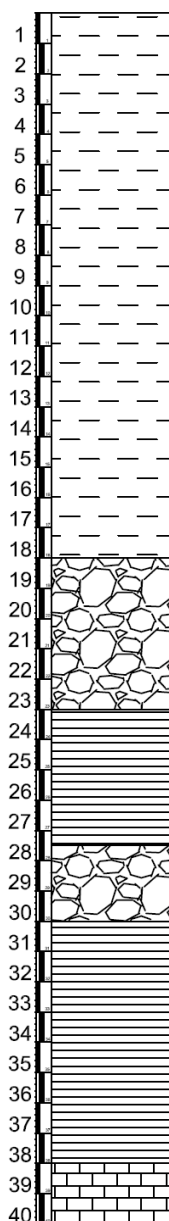


Fig. 26 – Successione stratigrafica cod. 2005

Zona 2006

Questa zona è collocata in corrispondenza della parte alta del Capoluogo.

I depositi di copertura risultano costituiti da argilla limosa da poco a moderatamente consistente (Nspt: 3/8).

Al di sotto di tali depositi, a profondità di circa -5.00 m è presente un orizzonte argilloso consistente sino a circa 10.00 m da p.c., dove diventa molto consistente.

Tale orizzonte si ritiene possa essere locale substrato marino costituito dal Sistema di Costamezzana (Fig. 27).

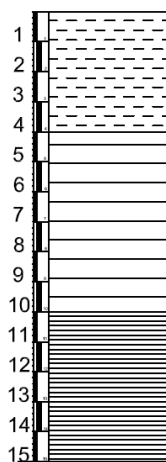


Fig. 27 – Successione stratigrafica cod. 2005

Zone suscettibili di instabilità

Si tratta di aree da sottoporre ad approfondimenti di terzo livello, suscettibili di instabilità per instabilità di versante (frane attive e quiescenti). La loro individuazione è stata effettuata sulla base della Carta del dissesto della Provincia di Reggio Emilia e della Carta geomorfologica del PSC del Comune di Casalgrande.

Tali aree sono state individuate nei pressi del castello di Dinazzano e ricomprendono buona parte di una lottizzazione residenziale (cfr. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – settore sud). Si tratta di quattro frane quiescenti, di cui le due di maggiore estensione sono classificabili come frane complesse, mentre le due piccole sono rispettivamente classificabili come frana di scorrimento e colata (Fig. 28).

Codici di instabilità

Instabilità di versante	1 - crollo o ribaltamento	2 - scorrimento	3 - colata	4 - complessa	5 - non definito
1 - attiva	3011	3012	3013	3014	3015
2 - quiescente	3021	3022	3023	3024	3025
3 - inattiva	3031	3032	3033	3034	3035
4 - non definita	3041	3042	3043	3044	3045

Fig. 28 – codici di instabilità dei corpi di frana

8.5 CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S (VS)

In questa carta sono stati riportati i punti di misura di Vs.

Laddove la profondità del substrato è risultata maggiore di 50 m è stato indicato il valore in m/s di Vs₃₀.

Viceversa laddove il substrato rigido è localizzato a profondità minori di 50 metri e sono stati indicati valori di Vs_H.

Sono state altresì distinte le misure di Vs sulla base della tecnica impiegata: MASW, Re.Mi, ecc. (Fig. 29).



	MASW con indicato il valore di Vs
	Prova REFraction Microtremors con indicato il valore di Vs
190	Valore di Vs30 (m/s) quando la profondità del substrato H è > 50 m
200	Valore di VsH (m/s) quando la profondità del substrato H è < 50 m
20	Profondità (m) da p.c. del contrasto di velocità più significativo individuato dalle misure geofisiche e riconducibile all'interfaccia depositi alluvionali continentali/substrato, costituito da unità di origine marina.

Fig. 29 – esempio di legenda della Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)

I profili di velocità delle onde di taglio, ottenuti attraverso i rilievi sismici con metodologia MASW e RE.MI, evidenziano sostanziali differenze della risposta sismica locale tra i depositi affioranti nel sottosuolo, in accordo con quanto evidenziato sia nel paragrafo relativo alle frequenze fondamentali dei terreni, sia dai diversi profili stratigrafici che identificano le microzone omogenee in prospettiva sismica.

Nel settore di territorio compreso tra il villaggio produttivo “Macina”, l’abitato di Salvaterra e l’area produttiva circostante le Acciaierie di Rubiera (zone 2001 e 2002) le prove evidenziano velocità di V_{s30} variabili tra 350 e 500 m/s.

Nell’areale di S. Agostino e Villalunga (zona 2003) le indagini sismiche attive disponibili hanno rilevato la presenza del locale bed-rock sismico (caratterizzato da valori di $V_s < 800$ m/s) a profondità di circa 23 m ed un valore di V_{sH} pari a 219 m/s.

Per l’areale di Veggia (zona 2004) le prove di sismica attiva acquisite hanno rilevato la presenza del locale bedrock sismico (caratterizzato da valori di $V_s < 800$ m/s) a profondità di circa 20 m ed un valore di V_{sH} pari a 327 m/s.

Il settore morfologicamente meno rilevato del Capoluogo e il settore compreso tra via Statutaria e lo Scalo di Dinazzano (zona 2005) è caratterizzato da valori V_{s30} variabile da 300 a 340 m/s.

Infine per i settore di territorio morfologicamente più rilevati (zona 2006) le indagini sismiche attive disponibili hanno confermato la presenza del locale bedrock sismico (caratterizzato da valori di $V_s < 800$ m/s) a profondità di circa 10 m ed hanno rilevato ulteriori approfondimenti sino ad arrivare a 20 m da p.c.. Il valore medio delle V_{sH} misurato è risultato variabile da 250 a 300 m/s.

In riferimento alla categoria di sottosuolo di fondazione di cui al D.M. 14.01.2008 “*Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni*”, sulla base delle indagini geofisiche eseguite, gli areali oggetto di microzonazione possono essere attribuiti alle categoria “**B**” e “**C**”.

8.6 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (LIVELLO 2)

L’amplificazione è stata quantificata in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) e di rapporto di Intensità spettrale o di Housner (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodi ($0.1s < T_0 < 0.5s$ e di $0.5s < T_0 < 1.0s$), 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 calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Sulla base della ricostruzione del modello del sottosuolo (v. paragrafo 5) e della carta delle frequenze, è stato ipotizzato che il bedrock sismico sia situato a profondità di maggiori di -100 m da p.c. nel settore centrale e settentrionale del territorio comunale.

Viceversa nel settore meridionale si è ipotizzato che il bedrock sismico sia situato a profondità minori di 50 m dal p.c..

Per la definizione dell'amplificazione sono state utilizzate le tabelle e le formule indicate dell'Allegato A2 degli indirizzi regionali (Delibera dell'Assemblea Legislativa Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007).

Più in particolare è stata impiegata la tabella degli indirizzi regionali denominata "Pianura 2" per il settore centrale e settentrionale del territorio comunale, in quanto le aree oggetto di studio ricadono in un ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo (>100 m da p.c.). Per il settore meridionale, invece, è stata utilizzata la tabella "Appennino e margine appenninico-padano", con substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s.

Dal momento che le porzioni del territorio del Comune di Casalgrande oggetto di microzonazione ricadono in un contesto di pianura e di margine collinare con inclinazione inferiore a 15°, non sono stati considerati fattori di amplificazione per motivi topografici.



Fig. 30– esempio di legenda della Carta dei fattori di amplificazione

L'area in oggetto ricade in zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per motivi litologici e stratigrafici.

Con riferimento all'Allegato A2 degli indirizzi regionali, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Per ciascuna zona sono state definite le velocità medie delle onde di taglio (V_{s30} e V_{sH}), analizzando sia i valori derivanti dalle indagini MASW e RE.MI, in parte di nuova esecuzione e in parte reperite presso l'archivio dell' U.T. comunale.

Per le sei zone i valori di riferimento delle V_{s30} , determinati sulla base dei classi di velocità contenuti nelle tabelle dell' Allegato A2 degli indirizzi regionali, sono i seguenti:

- Zona 2001 → $V_{s30} = 450$ m/s
- Zona 2002 → $V_{s30} = 500$ m/s
- Zona 2003 → $V_{sH} = 219$ m/s con $H = 23$ m
- Zona 2004 → $V_{sH} = 327$ m/s con $H = 20$ m
- Zona 2005 → $V_{sH} = 340$ m/s con $H = 20$ m
- Zona 2006 → $V_{sH} = 250$ m/s con $H = 10$ m

Utilizzando le tabella "Pianura 2" e "Margine con substrato lento" dell'Allegato 2 degli indirizzi regionali, i fattori di amplificazione (F.A.) per gli areali oggetto di microzonazione sono riportati nella tabella seguente:

	ZONE					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
F.A. P.G.A.	1.4	1.3	2.1	1.9	1.9	2.0
F.A. Is (0.1s < T₀ < 0.5s)	1.4	1.3	2.4	1.9	1.9	1.9
F.A. Is (0.5s < T₀ < 1.0s)	1.7	1.7	2.4	1.5	1.5	1.5

Tab. 2 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica

Successivamente, in fase di predisposizione dei Piani Urbanistici Attuativi, dovranno essere eseguiti approfondimenti volti ad accertare l'esistenza dei fenomeni di inversione di velocità delle onde di taglio e le possibili implicazioni sotto il profilo della RSL.

9. CONFRONTO DELLA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

È stato richiesto all'Ufficio Tecnico del Comune di Casalgrande 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.

10. 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.

Boccaletti M. et Alii, 1985. Considerations on the seismotectonics of the Northern Apennines. Tectonophysics, 117, 7-38.

De Nardo M.T.: GLI ACQUIFERI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna

Di Dio Gianmarco (1998) – RISERVE IDRICHE SOTTERRANEE DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA, Regione Emilia-Romagna - ENI

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 SISMOGENETICA ZS9-APP. 2 AL RAPPORTO CONCLUSIVO. In: "Gruppo di Lavoro MPS (2004).Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003 ". Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

Pieri M. & Groppi G. (1982) - SUBSURFACE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE PO PLAIN. Pubblicazione 414 Progetto finalizzato Geodinamica, C.N.R.

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

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 n° 201 "Modena" e n° 219 "Sassuolo" - APAT – REGIONE EMILIA-ROMAGNA

STUDIO DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DELLE PROVINCE DI MODENA E REGGIO EMILIA (2001) – Università di Modena e Reggio Emilia

11. ALLEGATI

All. 1 – Misure HVSR a stazione singola

All. 2 – Prove sismiche tipo MASW (Multichannel Spectral Analysis of Waves)