

COMUNE DI CASALGRANDE
Provincia di Reggio Emilia

RAPPORTO PRELIMINARE PER LA VERIFICA DI
ASSOGGETTABILITÀ A VAS DELLA VARIANTE AL PRG
VIGENTE DELLE AREE "ZT13" E "ZT14"
SANT'ANTONINO - CASALGRANDE

Relazione Geologica e Sismica



DATA:

Febbraio 2014

VERSIONE:

PRATICA N°

14-046

PROPONENTE:

COMUNE DI CASALGRANDE

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Santi Bortolotti

GEODES s.r.l.

Via Michelangelo, 1 – 41051 Castelnuovo Rangone (Mo)

Tel.: (059) 536629-535499 - Fax.: 5331612 - E-mail: geodes.srl@tiscali.it

Reg. Impr. Modena n° 02625920364 – Cap. Soc. 10.200 euro i.v. - Cod.Fisc. e Part. I.V. n° 02625920364



Relazione Geologica e Sismica

1. PREMESSA

La presente relazione riferisce dello studio geologico e sismico eseguito a corredo del Rapporto Preliminare per la verifica di assoggettabilità a Vas della variante al Prg vigente delle aree "ZT13" e "ZT14" in Sant'Antonino in Comune di Casalgrande (RE).

Nell'area d'intervento è stato eseguito uno studio geologico, caratterizzato da:

- analisi della cartografia esistente (Documento preliminare del PSC di Casalgrande);
- analisi di dati bibliografici (PTCP RE, PSC Casalgrande);
- consultazione indagini geognostiche da banca dati RER;
- esecuzione di indagine sismica diretta mediante:
- n° 1 prospezione sismica a rifrazione con metodologia MASW (All. 1);
- n° 1 prospezione sismica passiva di microtremori con metodologia HVSr (All. 2);

Così operando, si è inteso:

- valutare le condizioni geologiche-geomorfologiche e idrogeologiche dell'area;
- valutare le caratteristiche meccanico-resistive dei terreni di fondazione delle aree oggetto di verifica;
- individuare le possibili problematiche geotecniche;
- valutare la pericolosità sismica di base dell'area in studio;
- valutare i possibili effetti di sito;

Lo studio, pertanto, secondo i dettami della normativa vigente (D.M. 14.01.2008) e dello stato dell'arte, è rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica e sismica dell'area oggetto di verifica che consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, geomorfologici, idrogeologici, e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

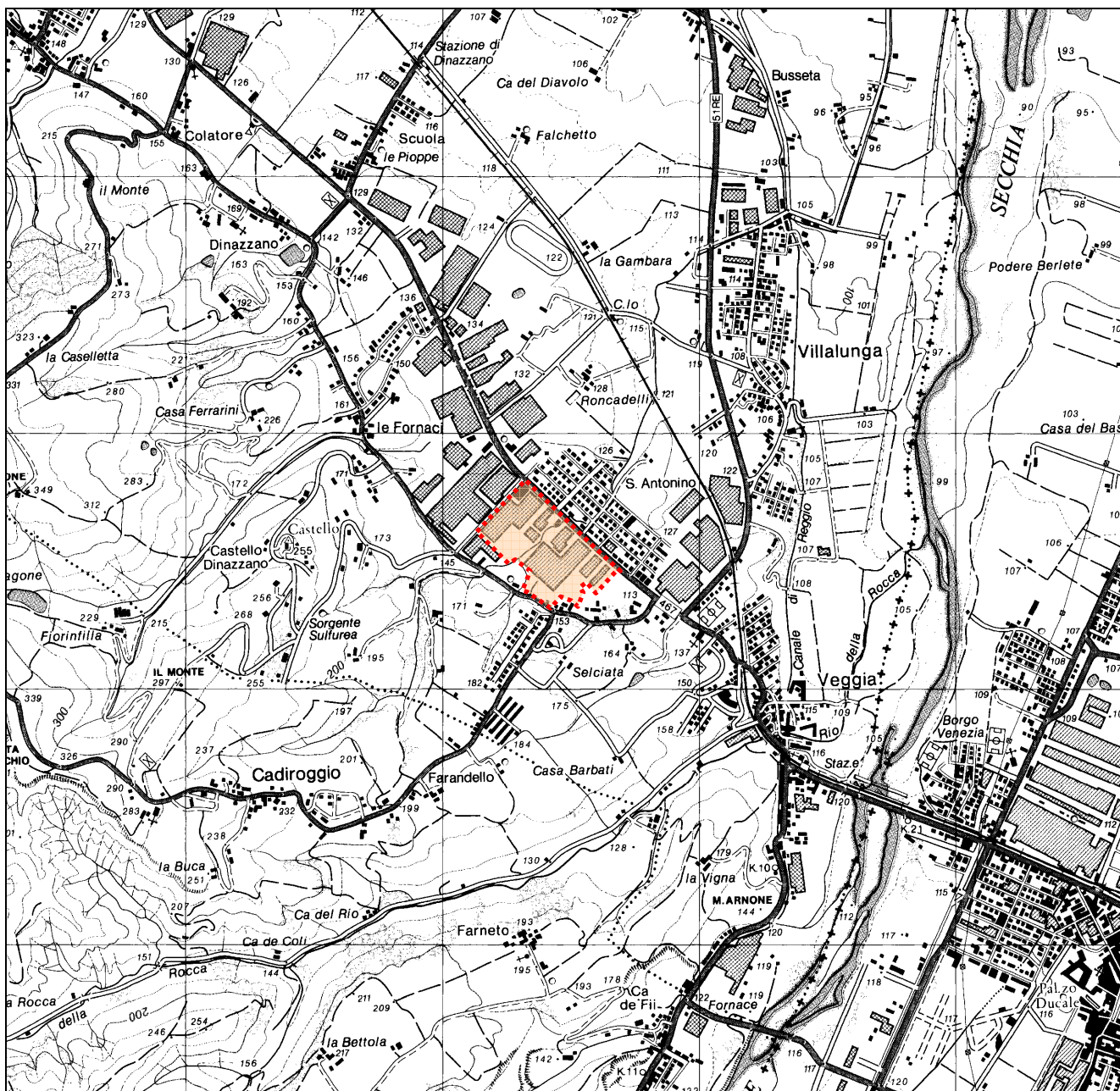
RELAZIONE GEOLOGICA

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1 ELEMENTI GEOGRAFICI DELL'AREA

L'area in studio è situata nel settore industriale di S. Antonino a circa 3 km a SE dell'abitato di Casalgrande, al bordo meridionale dell'alta pianura reggiana, nel settore antistante le prime colline (Fig. 1-2).

FIGURA 1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 1:25.000 (Tav. Ctr n° 219no)



2.1.1 RIFERIMENTI CARTOGRAFICI CTR

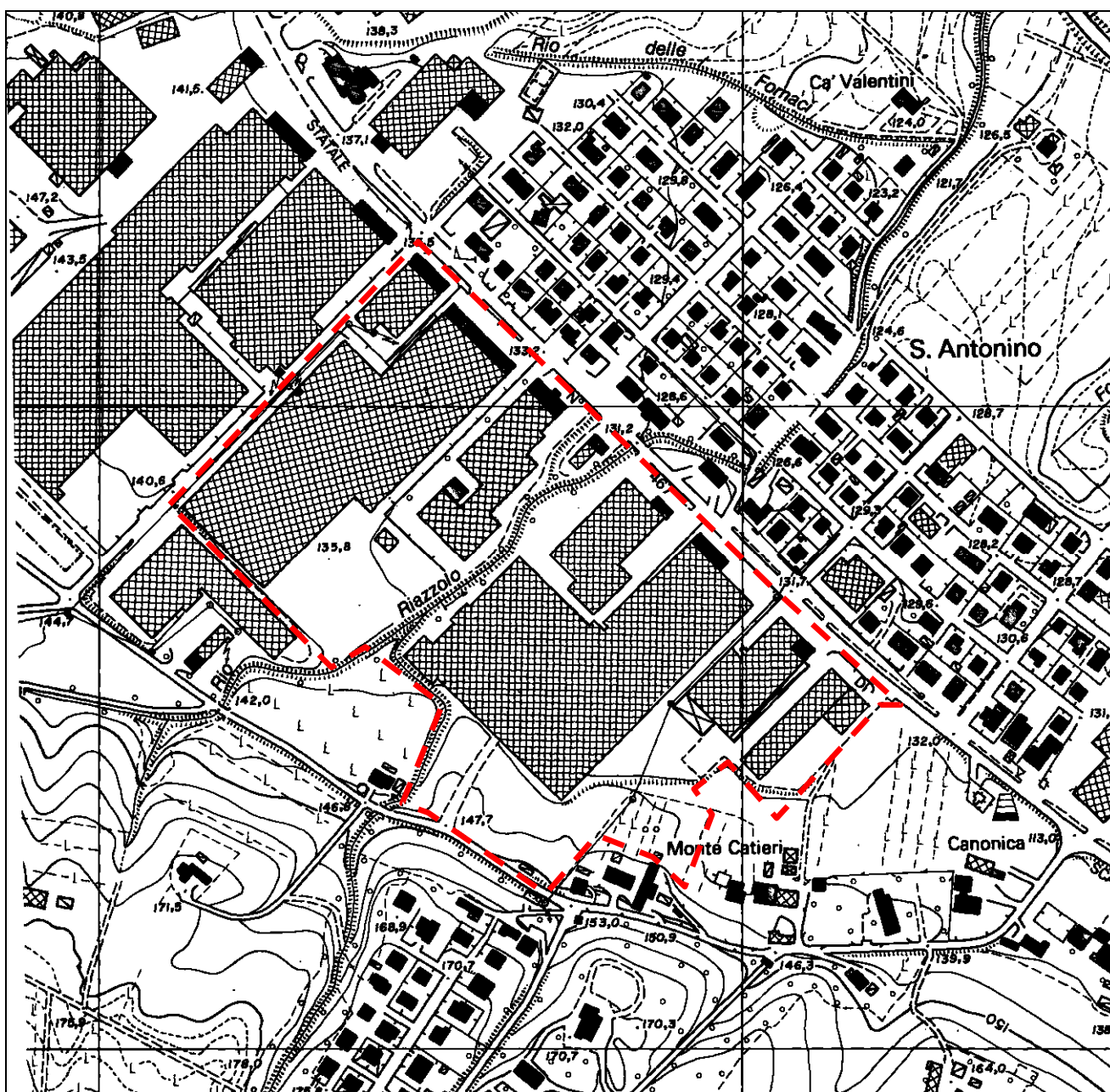
Cartograficamente l'area in studio è individuata sulla C.T.R. nella Tavoletta 219no (Fig. 1), nella Sezione n° 219020 alla scala 1:10.000 e nell'Elemento n° 219023 a scala 1:5.000 (Fig. 2).

2.2 MORFOLOGIA DELL'AREA

L'area in esame appartiene all'alta pianura reggiana, antistante la prima fascia collinare, nella zona di transizione fra terrazzi pedecollinari pleistocenici.

Questo settore dell'alta pianura reggiana è intensamente antropizzato con concentrazioni di urbanizzazione lungo gli assi stradali principali (S.P. n° 51 e S.S. n° 467), dove si sono sviluppati i centri abitati di Casalgrande, S. Antonino, Villalunga, Salvaterra e numerosi insediamenti industriali in gran parte legati all'attività ceramica (come quello oggetto di verifica).

FIGURA 2 - COROGRAFIA 1:5.000 (Elemento Ctr n° 219023)



Dal punto di vista morfologico, l'area in studio si sviluppa tra le quote 131-147 m s.l.m. e presenta una pendenza generale variabile in direzione SW-NE (Fig. 2).

Dal punto di vista topografico la gran parte dell'area oggetto di variante (occupato dagli stabilimenti industriali) è caratterizzata da un profilo pianeggiante con deboli pendenze dell'ordine del 1-2% (0.5-1°) verso NE; questo settore è bordato a sud da una netta scarpata che delimita (in corrispondenza della Ceramica ex City) un pendio a pendenza compresa tra 10-20%.

2.3 ELEMENTI GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico l'area studiata è stata plasmata prevalentemente dall'azione modellatrice dell'acqua che ha inciso e modificato l'originaria morfologia. Infatti durante gli interglaciali Riss-Würm e tardo würmiani si sono formati lungo la fascia pedecollinare estese coperture detritiche "glacis" di accumulo, ad opera dei corsi d'acqua, che scendendo impetuosi dal margine collinare, e in funzione del carico solido che erano in grado di trasportare, erodevano con le loro acque i terreni terrazzati più antichi, per poi depositare i sedimenti trasportati lungo la fascia di passaggio tra collina e alta pianura. Attualmente tale morfologia è riscontrabile nelle paleosuperfici pedogenizzate con suolo giallo-bruno, a loro volta intagliate da solchi e vallecole di incisione dei piccoli corsi d'acqua. La zona terrazzata individuabile fra Villalunga-Dinazzano-Boglioni-Casalgrande rappresenta, per esempio, le vestigia di tale morfologia fluvioglaciale.

Gli elementi geomorfologici di maggior rilievo presenti nel territorio in studio, oltre alle scarpate che incidono i depositi del Mindel e del Riss, sono rappresentati dai con alluvionali terrazzati.

Attualmente tra gli agenti geomorfologici che modificano maggiormente la forma del territorio è da annoverare quello antropico, come evidenzia l'intensa urbanizzazione dell'area tra Casalgrande e S. Antonino.

2.4 ELEMENTI GEOLOGICI

L'area interessata dal presente studio appartiene geologicamente al bacino Pliocenico-Quaternario padano che, in seguito ad una generale subsidenza e per vari episodi glacio-lacustri con fasi marine trasgressive e regressive, si è andato colmandosi.

Dapprima con deposizione pelitica, poi sempre più francamente sabbiosa e con sedimentazione grossolana, passando da facies torbiditiche di bacino, a facies di scarpata poi litorali ed alluvionali con i depositi fluvio-lacustri delle alluvioni padane.

I depositi plio-pleistocenici che affiorano al bordo meridionale della pianura si immergono con direzione NNE e sono formati da argille grigio-azzurre con rari livelli di limi e sabbie. Sopra questa formazione si rinviene uno strato di terreni di età Calabrianica, costituiti da sabbie con livelli di ghiaie sabbiose cementate, intervallati da strati argilloso-limosi. Questi terreni affioranti sulle pareti dei terrazzi più alti si incontrano a volte anche nelle successioni litostratigrafiche dei pozzi per acqua. Essi formano il substrato impermeabile dei depositi alluvionali continentali nei quali sono contenute le acque dolci.

Al di sopra di tali terreni, nella zona di alta pianura in prossimità del margine pedecollinare, si rilevano fino a quote di 150 metri s.l.m. alcune serie di terrazzi di età rissiana e würmiana, notevolmente sollevati e talora profondamente incisi. I terrazzi più alti, attribuibili al fluvioglaciale Riss, sono costituiti da ghiaie sabbiose o limose a paleosuolo argilloso giallo-rossastro potente sino a 2 metri, mentre quelli più bassi, poco rilevati sulla pianura circostante, circa 10 metri, sono costituiti da ghiaie e sabbie, con suolo argilloso bruno e di dilavamento giallo-rossastro dei terrazzi più alti e più antichi (fluvioglaciale Würm).

I depositi continentali recenti, costituenti l'alta pianura, sono rappresentati da alluvioni ghiaiose e sabbiose, argillose e limose a suolo prevalentemente bruno (Fluvioglaciale tardo-würmiano-Olocene).

Il territorio in esame risulta composto da terrazzi ghiaioso-sabbioso-limosi con a tetto paleosuoli giallo-ocracei, talora con copertura loassica. Tale unità corrisponde al "glacis" di accumulo precedentemente descritto. Questi terrazzi segnano il passaggio ad Est, in corrispondenza del tracciato della S.P. n° 51 Rubiera-Sassuolo con l'Unità alluvionale dei corsi d'acqua principali. Quest'ultima è costituita da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi di conoide pedemontana con intercalazioni limose, sedimentati dal F. Secchia in età post-neolitica. In prossimità dell'alveo sono presenti terreni alluvionali terrazzati attuali.

La cartografia geologica di riferimento di più recente pubblicazione è rappresentata dalla "Carta geologica del Progetto CARG" (Fig. 4). In base agli studi di approfondimento condotti dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, si è proceduto all'applicazione dei principi della Stratigrafia sequenziale allo studio descrittivo della successione dei depositi plio-quadernari del sottosuolo della pianura emiliano-romagnola, cercando, quando possibile, di correlare tali sedimenti con i coevi depositi terrazzati affioranti lungo il margine pedecollinari e le valli dei principali corsi d'acqua. Sono state pertanto introdotte unità a limiti inconformi o UBSU (*Unconformity Bounded Stratigraphic Units*) ed unità allostratigrafiche.

PRINCIPALI UNITÀ STRATIGRAFICHE				ETA (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE							
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUISITO	COMPLESSO ACQUISITO						
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIONI, TERRAZZI E ALLUVIONI	SUPERSTESMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITÀ DI BORGO PANICALE (ORIZZONTE E FORSUOLO)	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	0.125	A	A1			
	DILUVIUM p.p.									FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI CANTALE	UNITÀ DI VALLA DEL TOSCO	A2
													A3
													A4
QUATERNARIO MARINO	UNITÀ DI CAI DI SOLA	SUPERSTESMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1				
									B2				
									B3				
									B4				
QUATERNARIO MARINO	SUPERSTESMA DEL QUATERNARIO MARINO 1	SUBSTESMA QUATERNARIO MARINO 3	SUBSTESMA QUATERNARIO MARINO 2	SUBSTESMA QUATERNARIO MARINO 1	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-0.65	-0.8	0.89	C	C1			
										MILAZZANO SABIE DI CASTELVETRO p.p. SABIE GIALLE DI MOLA p.p.	MILAZZANO e CALABRANO p.p. SABIE DI CASTELVETRO p.p. SABIE GIALLE DI MOLA p.p.	C2	
										CALABRANO p.p. SABIE DI MONTICCHIO FORMAZIONE DI TERRA DEL SOLE p.p.	CALABRANO p.p. FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.	C3	
										CALABRANO p.p. FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.	C4		
P2	FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSTESMA DEL PLOCENE MEDIO-SUPERIORE	PLOCENE MEDIO - SUPERIORE	PLOCENE MEDIO - SUPERIORE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-2.2	PLOCENE MEDIO - SUPERIORE	1.72	C4				
						-3.3-3.6	3.55		C5				
						-3.9	PLOCENE INFERIORE MIOCENE			ACQUEDOTTO BASALE			

l'attuale.

Vengono distinti dall'alto verso il basso (Gasperi & Pizzolo): a) Subsistema di Ravenna (AES8) (la cui parte superiore è denominata unità di Modena (AES8b); b) Subsistema di Villa Verucchio (AES7) suddiviso in unità di Niviano (AES7a) ed Unità di Vignola (AES7b); c) Subsistema di Bazzano (AES6).

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta geologica di Pianura dell'Emilia Romagna e la relativa legenda (mod.) delle litologie cartografate (Fig. 3).

Prove puntuali

- ◆ pozzo per acqua
- ◆ prova CPT con punta meccanica

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

Limo - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)

- AEI - Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore
- AES7a - Unità di Niviano
- AES8 - Subsystema di Ravenna
- a2g - Deposito di frana quiescente complessa
- a3 - Deposito di versante s.l.

Limiti di unità geologiche (10K)

- falda sepolta
- limite di natura incerta

Affioramenti (aree) (10K)

Unità geologiche (10K)

- APA - Argille a palombini
- CMZ - Sintema di Costamezzana
- FAA - Argille Azzurre

AES8 - SUBSISTEMA DI RAVENNA

Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Potenza fino a oltre 25 m.

Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).

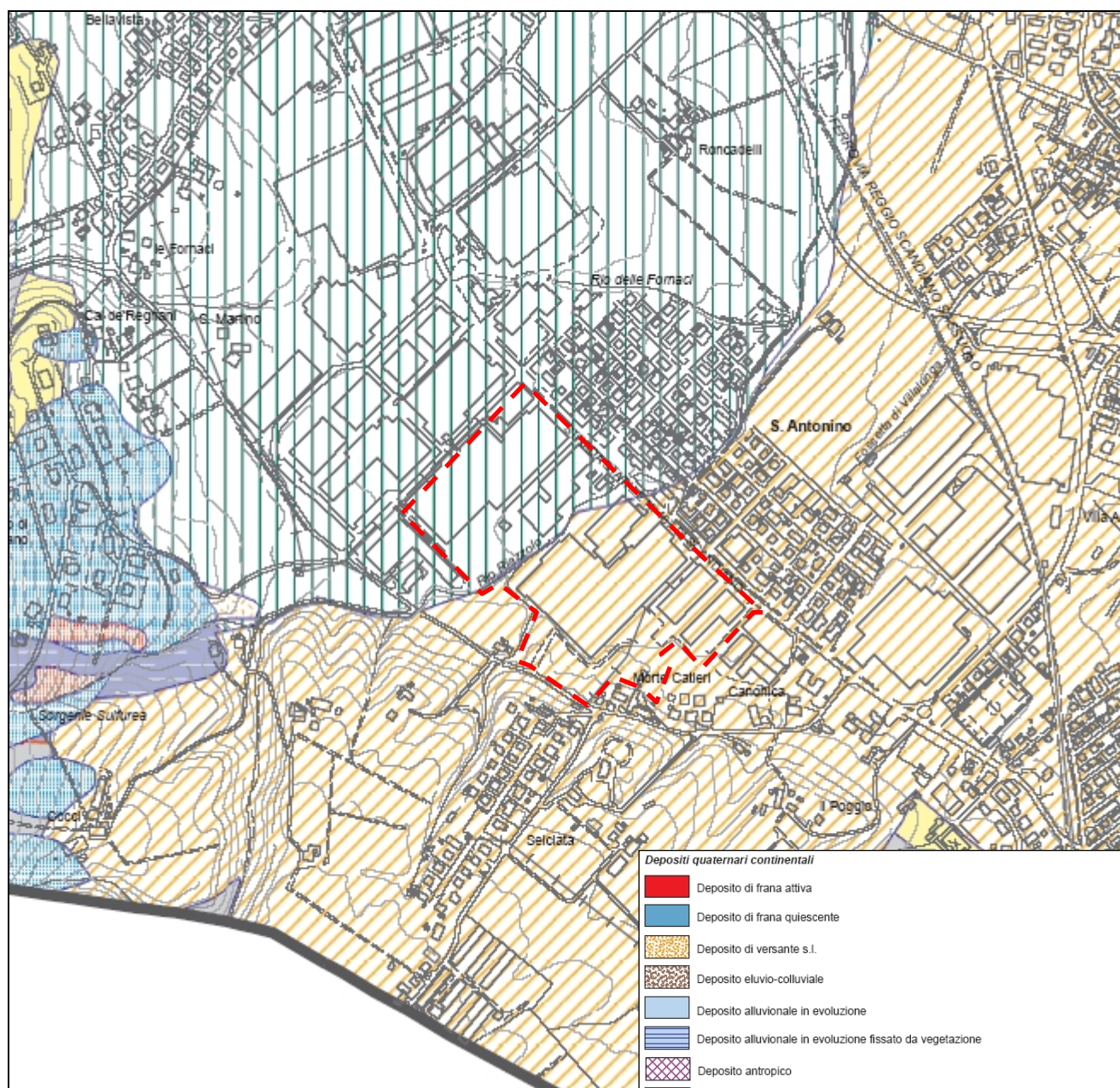
AES7A - UNITÀ DI NIVIANO

Depositi continentali ghiaioso sabbiosi dei terrazzi intravallivi e di conoide dei fiumi principali, e limo-sabbiosi dei torrenti minori. Al tetto suoli decarbonatati, a luoghi rubefatti, con fronte di alterazione < 5 metri, orizzonti superficiali con colore variabile a seconda della litologia da osso bruno a giallo bruno. Contatto inferiore in discontinuità su unità più antiche. Contatto superiore coincidente con la superficie topografica nelle aree intravallive e pedecollinari, sepolto da AES7b e AES8 nell'alta pianura. Potenza affiorante < 10 m o non valutabile. *Pleistocene sup.*

FAA - ARGILLE AZZURRE

Argille, argille marnose, marne argillose e siltose grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e subordinatamente sottili, a giunti poco o non visibili per bioturbazione, con subordinati strati arenacei sottili risedimentati. Localmente sono presenti sottili livelli discontinui di biocalcareni fini e siltiti giallo, o ocra se alterate, sottilmente laminate. Nella parte alta possono essere presenti slumps. Limite inferiore paraconcordante o marcato da una lieve discordanza angolare su FCO, discordante su unità più antiche. Potenza di alcune centinaia di metri. *Pliocene inf. - Pleistocene sup.*

FIGURA 4 – STRALCIO CARTA GEOLOGICA - DOC. PRELIMINARE DEL PSC CASALGRANDE



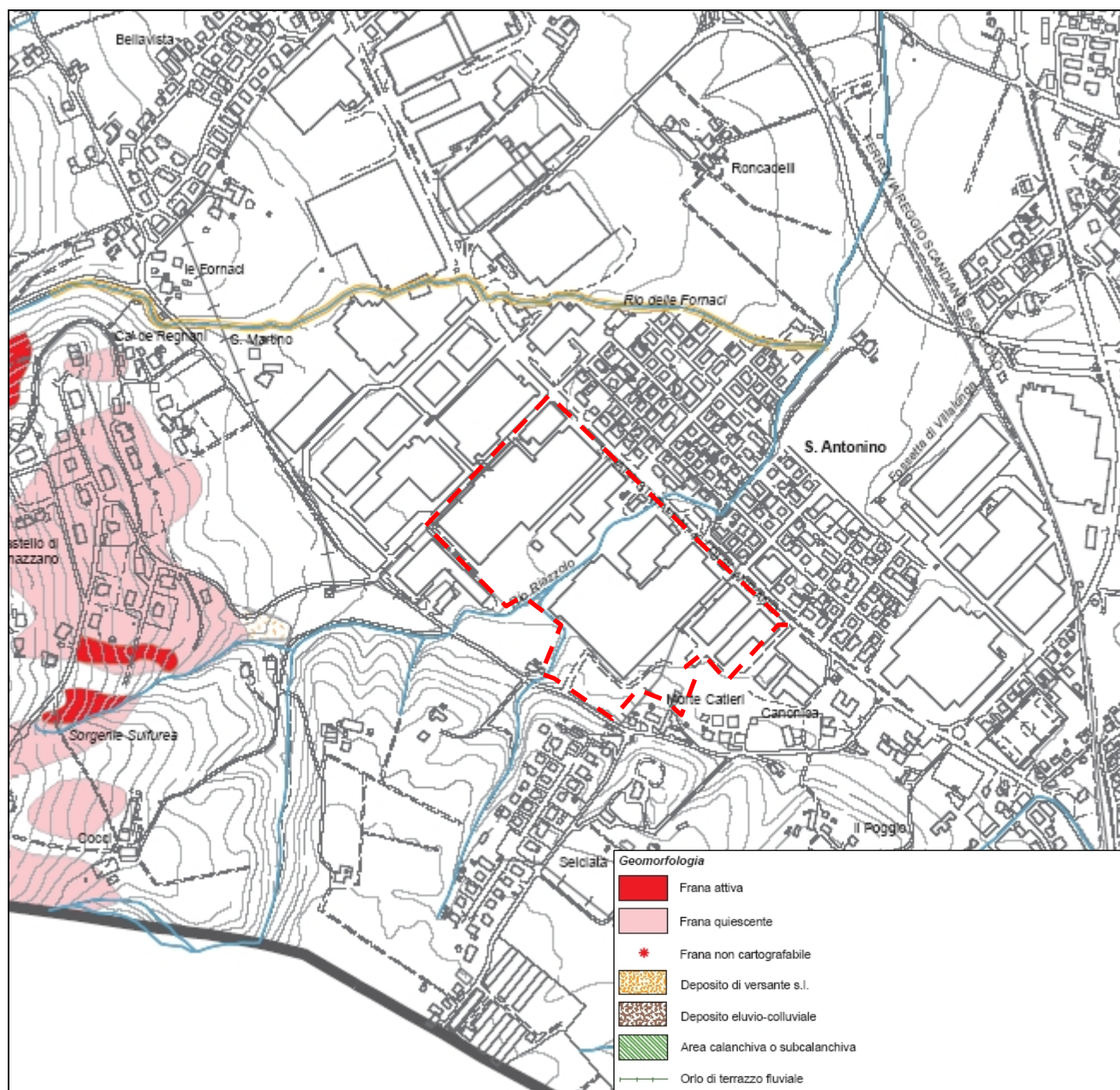
Tratto da: Documento Preliminare del PSC 2011 (da approvare) – Tav. B1.1

L'area in studio si colloca nel settore frontale dei terreni ascrivibili ai "terrazzi pleistocenici pedeappenninici", delimitati a valle (N - NE)

da scarpate nette e compresi fra le isoipse di 150 e 100 m s.l.m..

La copertura sedimentaria continentale di questa zona ha un'età compresa tra il Pleistocene ed il Quaternario attuale. I sedimenti alluvionali appoggiano su un substrato marino, costituito dalla Argille Grigio-Azzurre Plio-Pleistoceniche (argille siltose grigio-azzurre con intercalazioni di sabbie fini); per trovare questi sedimenti di origine marina è sufficiente spostarsi in concomitanza con le prime colline antistanti l'area.

FIGURA 5 – STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA - DOC. PRELIMINARE PSC CASALGRANDE



Tratto da: Doc. Preliminare del PSC 2011 (da approvare) – Tav. B1.1

Dal punto di vista geomorfologico, l'area non presenta particolari peculiarità nè criticità.

Gli elementi geomorfologici naturali di maggior rilievo sono le scarpate che incidono i depositi alluvionali passati e i conigli alluvionali terrazzati; mentre attualmente l'agente geomorfologico che modifica maggiormente la forma del territorio è senz'altro quello antropico.

2.5 ELEMENTI IDROGEOLOGICI

Dal punto di vista idrogeologico ci troviamo in una zona di transizione fra il dominio del F. Secchia con la parte più occidentale della sua conoide pedemontana e quello dei corsi d'acqua minori costituito dalle piccole conoidi del Rio Riazzone e di altri corsi e dalla conoide del T. Tresinaro, a ovest dell'area esaminata.

Si tratta di un acquifero costituito da una successione di sedimenti fluviolacustri sia marini sia continentali di età pleistocenica-quadernaria che poggiano su un substrato impermeabile pliocenico. Le formazioni più recenti (Olocene) costituenti l'acquifero sono formate da alternanze di strati ghiaioso-sabbiosi intercalati a complessi argillosi e limosi con livelli torbosi, di sedimentazione continentale fluviale, e di spessori compreso fra 100 e 300 metri. L'area indagata si trova impostata, come detto, nella zona di passaggio tra il settore occidentale della conoide apicale del F. Secchia al suo sbocco in pianura, e i terreni di pertinenza delle conoidi dei corsi d'acqua minori. La conoide del F. Secchia è caratterizzata da depositi alluvionali medio recenti con litotipi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi depositi dal corso d'acqua, che costituiscono un unico corpo acquifero, di tipo monostrato, formato da spessi letti ghiaioso-sabbiosi pressoché 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.

Lateralmente tali depositi ghiaiosi tendono a rastremarsi lasciando il posto ai sedimenti più fini delle conoidi minori, che caratterizzano tutto il settore dell'area studiata, contraddistinta da una marcata variabilità laterale e talora anche longitudinale con strutture deposizionali lenticolari.

Le conoidi dei corsi d'acqua minori hanno uno sviluppo assai più contenuto, mentre le ghiaie, per lo più con abbondanti matrici limose, hanno spessori e sviluppi areali assai più ridotti, condizionando vistosamente la trasmissività dell'acquifero interposto tra le due conoidi principali. Il rilievo appenninico, per lo più costituito dalle argille del ciclo plio-pleistocenico, a contatto con le alluvioni tardo-pleistoceniche e oloceniche, è caratterizzato da flussi sotterranei per lo più nulli e può contribuire all'alimentazione dell'acquifero solo con il ruscellamento superficiale. Gli apici delle conoidi, presso il raccordo con i solchi vallivi, con il flusso subalveo dei relativi corsi d'acqua costituiscono una sezione di flusso imposto di rilevante importanza per il bilancio della falda.

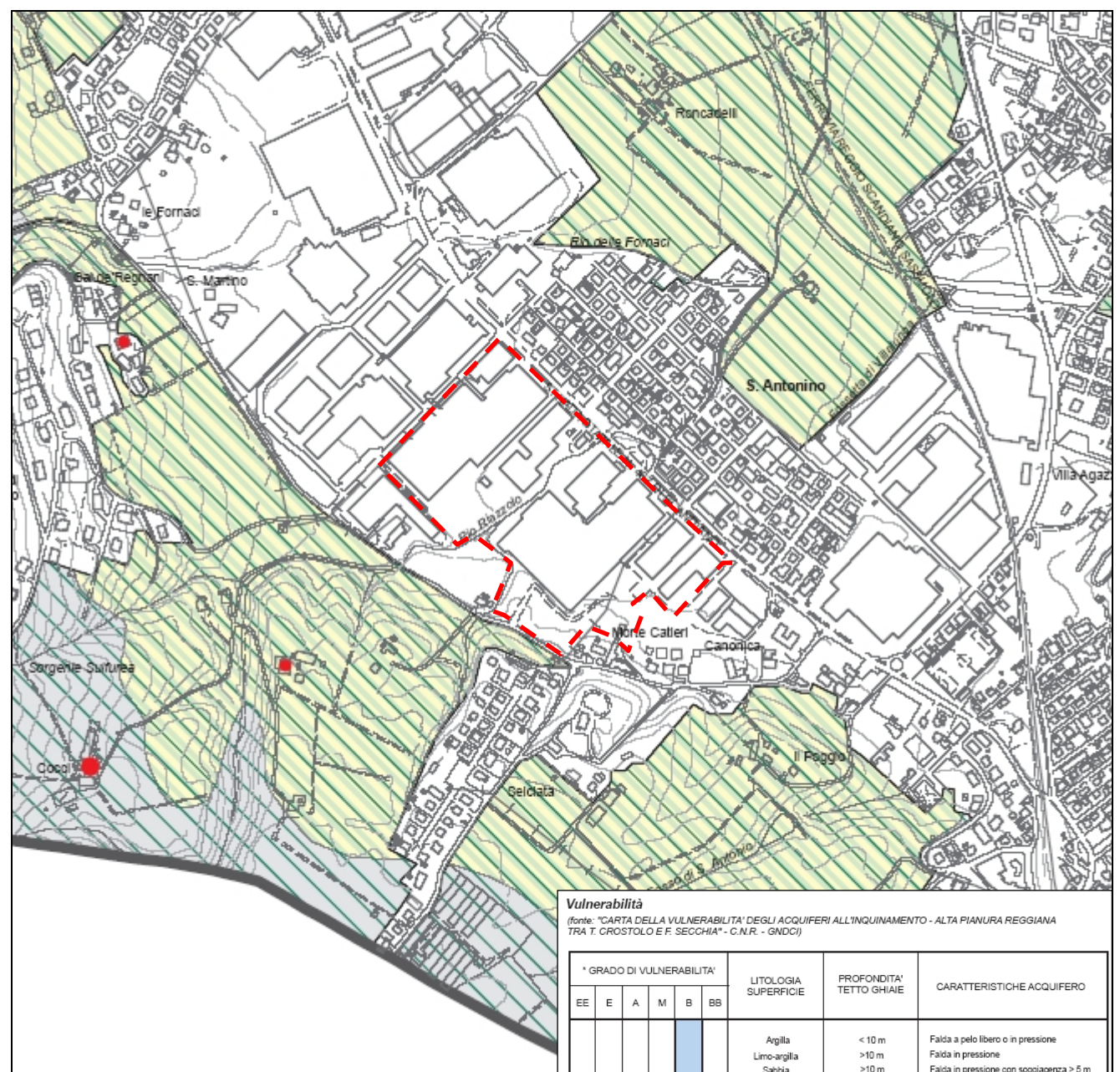
I limiti areali, di tipo geologico, delle singole conoidi sono invece caratterizzati per lo più da flussi non univoci, ma variabili nello spazio e nel tempo, con scambi con le unità idrogeologiche di confine, delle conoidi limitrofe e degli acquiferi della piana alluvionale.

Il limite inferiore dell'acquifero (substrato) è abbastanza bene individuato da un punto di vista idrogeologico, ma non dal punto di vista idrodinamico e idrochimico.

Al di sotto di un primo strato, che potremo definire principale, esistono livelli acquiferi separati da strati semimpermeabili, arealmente piuttosto continui, che possono determinare fenomeni di drenanza prevalenti su quelli di infiltrazione diretta negli acquiferi profondi.

Anche nella parte più alta del substrato geologico, costituito da successioni prevalentemente argillose a facies marina del Pleistocene inferiore e medio, sono presenti sottili livelli ghiaiosi che costituiscono acquiferi con falde in pressione, con comportamento idrodinamico e idrochimico tipico di acquiferi chiusi, caratterizzati da scambi per drenanza.

FIGURA 7 – STRALCIO CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI - PSC CASALGRANDE



Tratto da: Documento Preliminare del PSC 2011 –Tav. B1.4

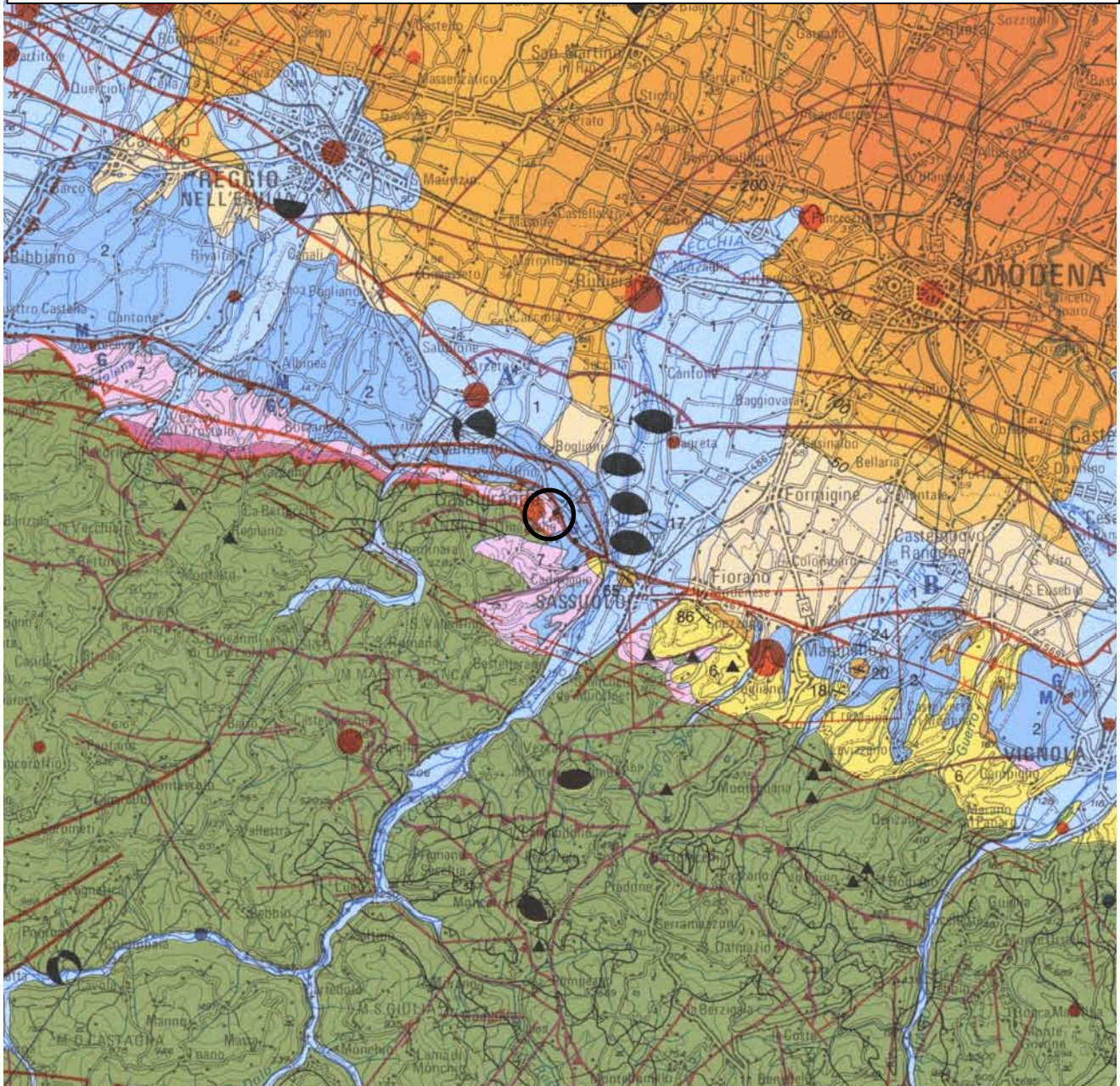
L'area in studio si trova nel territorio urbanizzato in una zona altamente variabile tra condizioni di vulnerabilità media e alta. La vulnerabilità maggiore si ha in corrispondenza dei depositi di conoidi a ridosso del F. Secchia e nella fascia immediatamente ad ovest, dove prevalgono ghiaie affioranti o a modesta profondità dal p.c..

RELAZIONE SISMICA

3.1 SISMICITÀ DEL COMUNE DI CASALGRANDE

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta Sismotettonica dell'Emilia Romagna e una sezione relativa all'andamento dei terreni di substrato.

FIGURA 8 – CARTA SISMOTETTONICA DELL'EMILIA ROMAGNA





Allo scopo di consentire un maggior dettaglio sull'area oggetto di studio, si è provveduto ad estrarre dal Catalogo Parametrico Italiano dei Terremoti (CPTI11) la storia sismica di Casalgrande.

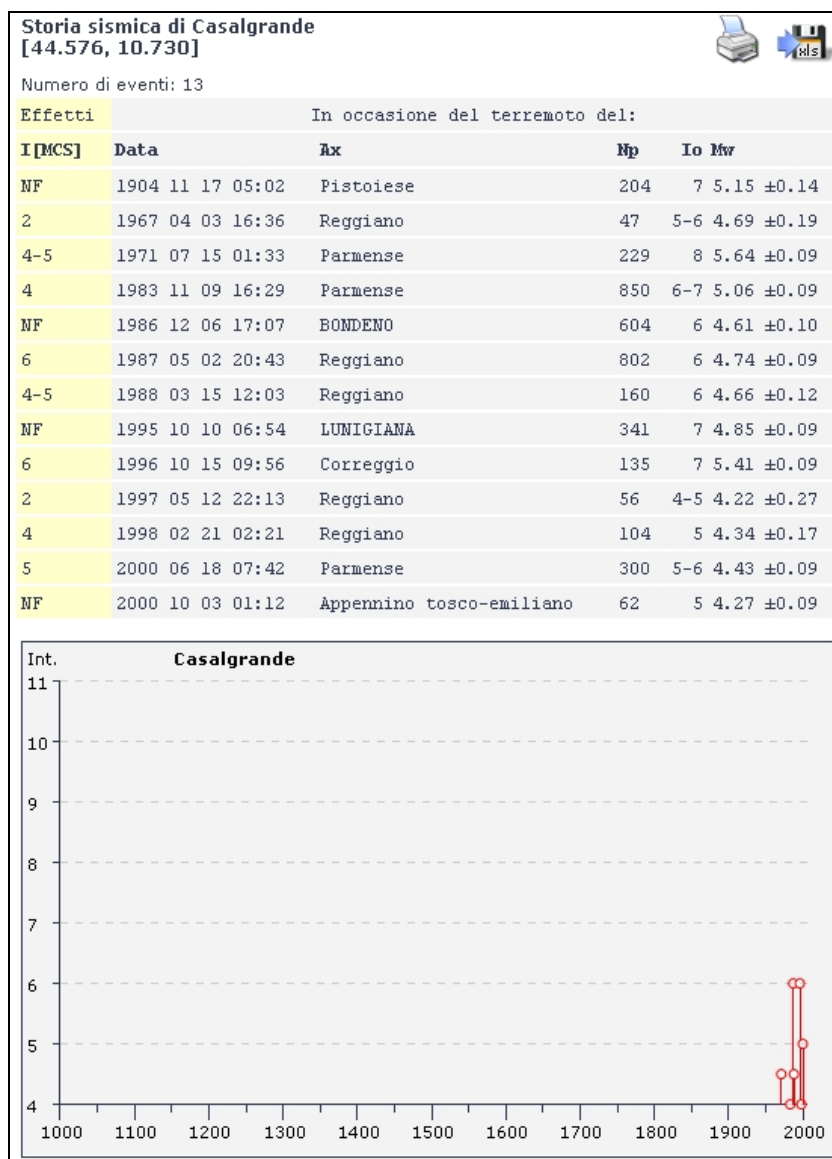


Figura 9 - Diagramma della storia sismica di Casalgrande, Da INGV - Database Macrosismico Italiano 2011 - <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>

Zonazione sismogenetica

È stata utilizzata la zonazione sismogenetica dell'INGV, chiamata ufficialmente ZS9. Rispetto alle zonazioni precedenti, in questo caso le zone sorgente sono state disegnate più vincolate rispetto alle sorgenti sismogenetiche e alla sismicità storica e strumentale e le aree circostanti sono state cautelate attraverso i normali effetti di propagazione della pericolosità sismica al di fuori delle zone sorgente.

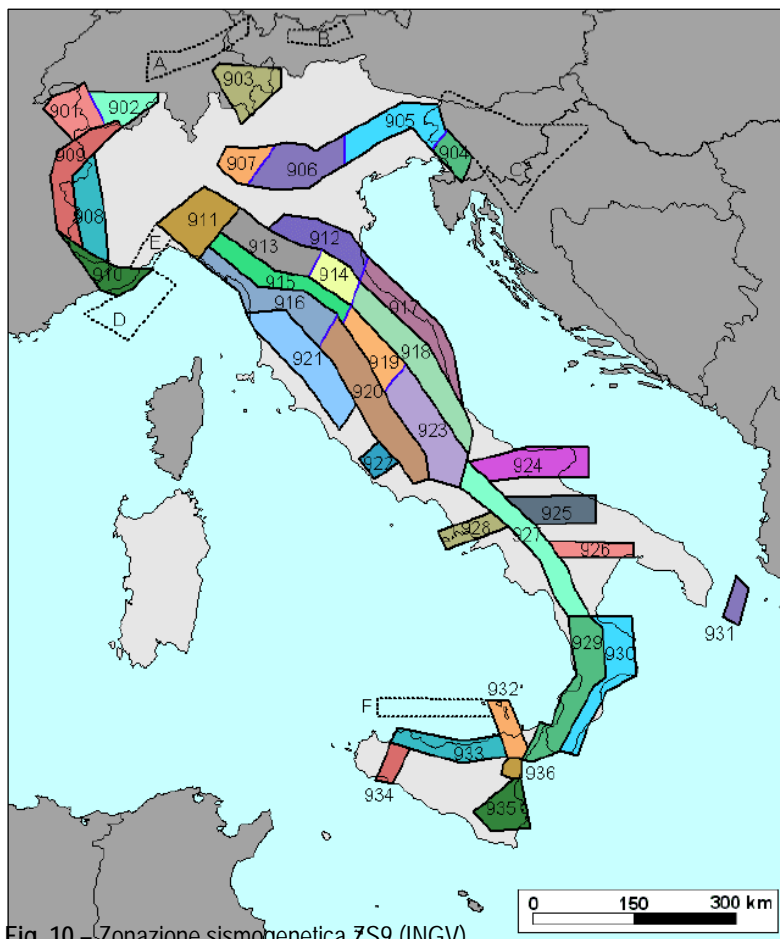


Fig. 10 – Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV)

La zonizzazione ZS9 risulta basata prevalentemente sulle informazioni di ZS4; recepisce le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane messe a disposizione da DISS 2.0 (Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy, 2001) e da altre compilazioni regionali di faglie attive; considera inoltre le indicazioni che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4, alcuni dei quali localizzati al di fuori delle zone sorgente in essa definite; supera il problema delle ridotte dimensioni delle zone sorgente e della conseguente limitatezza del campione di terremoti che ricade in ciascuna di esse.

La ZS9 può essere utilizzata in congiunzione con il catalogo CPT12, e fornisce inoltre una stima della "profondità efficace", cioè dell'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, e fornisce per ogni zona un meccanismo di fagliazione prevalente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate sulla base dei coefficienti proposti da Bommer et al. (2003).

La zonazione è costituita da 42 zone-sorgente, i limiti tra le zone sono neri e blu, i limiti neri definiscono limiti il cui tracciamento dipende esclusivamente da informazioni tettoniche e geologico-strutturali, il colore blu invece definisce suddivisioni di zone con uno stesso stile deformativo ma con differenti caratteristiche della sismicità. Come ad es. distribuzione spaziale degli eventi o la massima magnitudo rilasciata, ecc.

Le 42 zone-sorgente ZS9 vengono identificate da un numero che va da 901 a 936 o con una lettera da A a F.

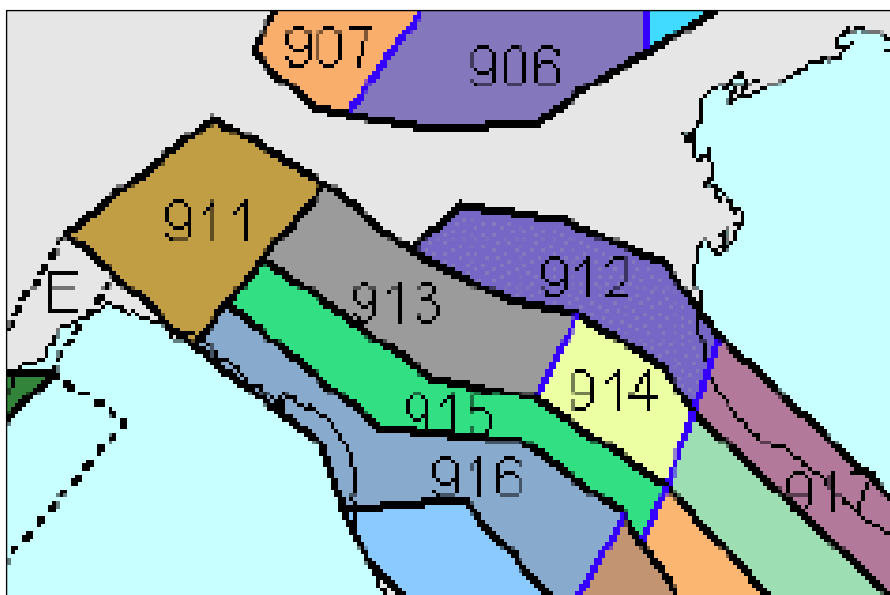


Fig. 11 – Zoom sulla zonazione sismogenetica ZS9 dell'Emilia Romagna ZS9.

Sismicità delle zone sorgenti

Nel territorio del Comune di Casalgrande non sono riconosciute strutture sismogenetiche; tuttavia in passato sono stati risentiti gli effetti di numerosi terremoti dovuti ad una sismicità naturale localizzata nelle zone 913 e 912.

Le zone 913 e 912 sono quelle con un potenziale sismico tale da generare effetti non trascurabili nel territorio del Comune di Casalgrande, mentre le altre vengono considerate poco influenti per generando terremoti con

magnitudo a volte anche elevata (ad es. la zona 915).

La ZS913 presenta un'attività presumibilmente legata al fronte del thrust pedeappenninico, mentre la ZS912 è rappresentata dalla parte settentrionale della pianura, ovvero la zona al di sopra della dorsale attiva delle Pieghe Ferraresi. La zona ZS915 si colloca nell'alto Appennino, dove il risentimento è dovuto sia alla sismicità locale, sia alla sismicità della vicina Garfagnana.

Il territorio del Comune di Casalgrande ricade una zona sismogenetica (zona 913) caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa. La maggior parte dei terremoti che si verificano in questa zona, avvengono a profondità comprese tra 12 e 20 km.

La zona ZS913 è causa di una sensibile attività come documentato dagli eventi del bolognese, del reggiano e del parmense (anno 2000). Questi eventi sono riconducibili a sorgenti superficiali attivate da meccanismi focali per compressione (faglie inverse e trascorrenti compressive) se si escludono eventi la cui origine è ancora incerta. Se confermato, la fascia pedappenninica sarebbe quella potenzialmente più pericolosa per il territorio di Casalgrande.

La fascia del fronte appenninico sepolto determina una sismicità rappresentata da terremoti, come detto, a intensità medio-bassa, ma con una discreta frequenza di accadimento.

Per quanto riguarda la sismicità storica si può osservare che meccanismi focali di terremoti a dinamica compressiva, con direzione di raccorciamento principale orientata all'incirca N-S o NNE-SSO e di magnitudo (secondo la scala di Richter) fino a 5-5,5, sono stati registrati con epicentro posto nella fascia pedeappenninica reggiana.

I dati geologici e sismologici mettono quindi in evidenza come la zona pedecollinare sia forse da ritenere sismicamente attiva o comunque interessa da elementi geologico-strutturali neotettonici. L'inclusione del Comune di Casalgrande, assieme ai vicini Comuni modenesi di Sassuolo, Fiorano, Formigine e Castelvetro, nell'elenco dei comuni sismici in zona 2, da parte della citata Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274, ribadisce tale condizione di sismicità relativamente più accentuata rispetto alla maggioranza dei Comuni reggiani che sono inclusi tra i comuni classificati in zona 3 a minore sismicità rispetto la zona 2.

Frequenza di accadimento

La frequenza con cui si sono verificati in passato i terremoti capaci di produrre danni significativi agli edifici consente di valutare con quale frequenza si manifesteranno in futuro, dal momento che questa presumibilmente non cambia.

Nella tabella sono riportati, per varie soglie di magnitudo, il numero di eventi per intervalli di tempo crescenti di 100 anni, partendo dall'ultimo secolo, registrati in Emilia Romagna.

CLASSI DI MAGNITUDO	INTERVALLO DI 100 ANNI		INTERVALLO DI 200 ANNI		INTERVALLO DI 300 ANNI		INTERVALLO DI 400 ANNI	
	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione
4.5 < Ma < 5.0	28	3,6	56	3,6	67	4,5	75	5,3
5.0 < Ma < 5.5	10	10,0	16	12,5	22	13,6	27	14,8
5.5 < Ma < 6.0	3	33,3	4	50,0	6	50,0	8	50,0
Ma > 6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Tutte*	76	1,3	129	1,5	147	2,0	173	2,3

* tutti gli eventi che hanno prodotto danni (intensità epicentrale massima osservata maggiore di V-VI grado MCS)

Come si può osservare le frequenze che si ottengono nei primi due intervalli, più attendibili perché andando indietro nel tempo il catalogo dei terremoti diventa più incompleto, è di un evento ogni 1.3-1.5 anni.

Valori di magnitudo maggiori di 5.0, che corrispondono ad intensità epicentrali di VII-VIII grado MCS indicano un evento ogni 10-12 anni, mentre terremoti con $Ma > 5.5$ (VIII-IX grado MCS) si ripetono con una frequenza di un evento ogni 50 anni, che si mantiene costante indicando una buona completezza del catalogo.

3.1 NORMATIVA SISMICA DI RIFERIMENTO

Ordinanza P.C.M. 3274/2003

A seguito della nuova classificazione sismica (Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/3/2003 e s.m), il territorio nazionale è diviso in quattro zone sismiche caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione orizzontale massima (a_g/g) su suolo di categoria A.

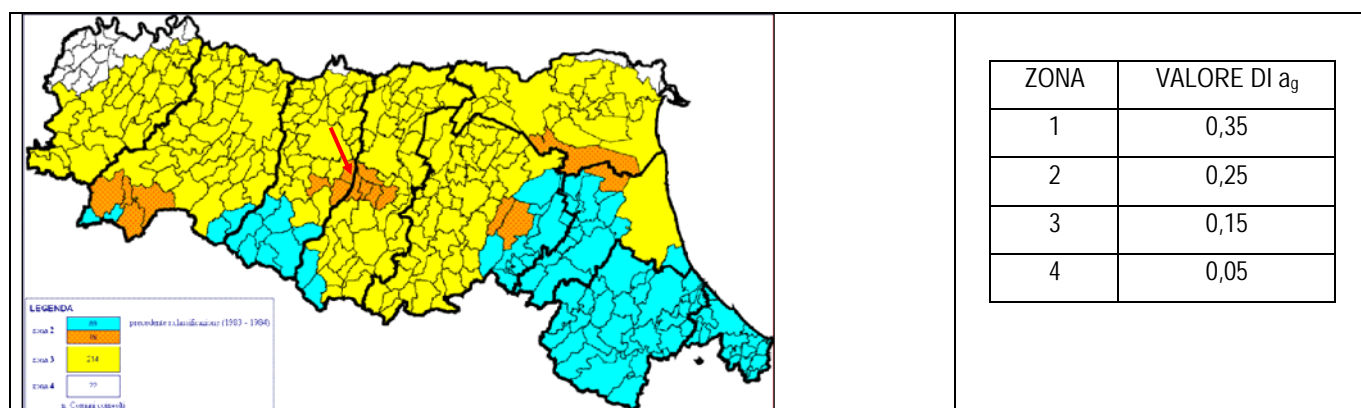
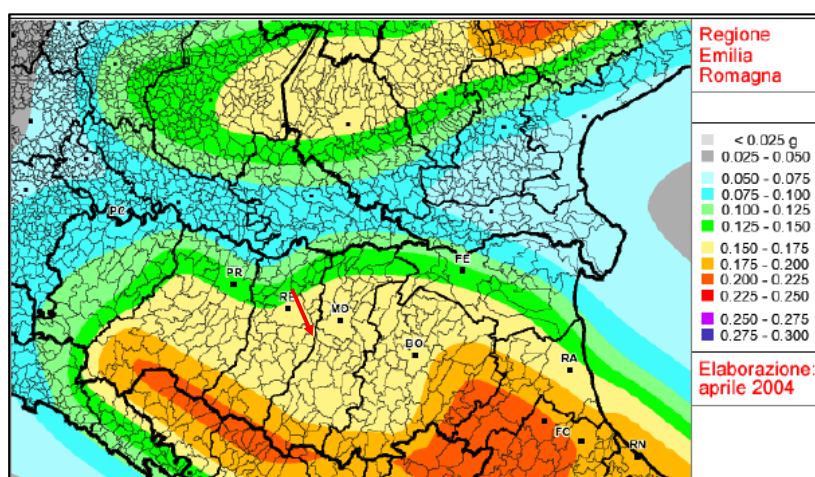


Fig. 11 - Classificazione sismica attuale di riferimento - Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n. 2374 All. 1.

Il Comune di Casalgrande ricade in "zona sismica 2" a cui corrisponde un'acc. orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A, riferita ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ed espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , pari a $a_g = 0,25g$.

Ordinanza P.C.M. 3519/2006

Successivamente, l'Ordinanza PCM 3519/2006 ha indicato i *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*.



A tale ordinanza è allegata la *Mappa di Pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale* nella quale è possibile verificare che il territorio del Comune di Casalgrande è compreso nell'area caratterizzata da valori dell'accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, All. 2, 3.1), compresi tra 0,150 e 0,175 l'accelerazione di gravità g .

Fig. 12 - Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A) allegata all'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006. (Fonte: Sito web della RER).

Del. Rer. 112/2007

Recentemente poi, la RER ha approvato la Del. n. 112 del 02-05-2007 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica."; in All. A4 sono riportati i valori di accelerazione max, espressa sempre in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), per ogni comune della Regione.

RE	Campegine	0.130	Per il Comune di Casalgrande risulta $a_{refg}=0,162$
RE	Canossa	0.158	
RE	Carpineti	0.159	
RE	Casalgrande	0.162	
RE	Casina	0.158	
RE	Castellarano	0.161	
RE	Castelnuovo di Sotto	0.117	

D.M. 14-01-2008

Il D.M. 14/01/2008 stabilisce che l'accelerazione orizzontale massima del sito di riferimento non è più riferita ad una classificazione comunale ma viene calcolata considerando le proprietà del sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (NTC , TAB.1 allegato "B" del D.M.).

Il suolo viene ancora suddiviso in 5 classi principali (A,B,C,D,E) più due categorie aggiuntive S1 e S2.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{Si}}} \text{ m/s}$$

h_i = spessore dello strato i-esimo
 V_{Si} = velocità onde S nello strato i-esimo
 N = numero strati considerati

Nei casi in cui la misura diretta della V_{s30} non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica N_{spi30} nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente C_{u30} nei terreni prevalentemente a grana fina.

3.2 INDAGINI GEOFISICHE

3.2.1 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE TIPO MASW – ALLEGATO 2

Al fine della definizione della categoria di suolo e della caratterizzazione della risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (VS).

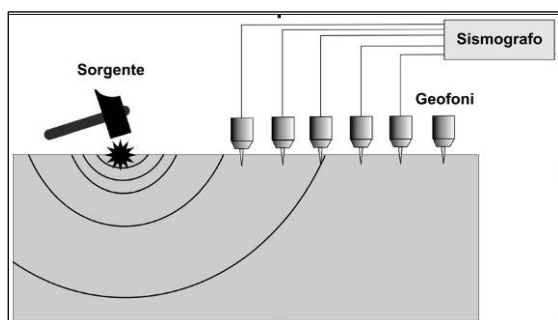
La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della V_{s30} (il valore *medio* della V_s nei primi 30m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{Si}}} \text{ m/s}$$

h_i = spessore dello strato i-esimo
 V_{Si} = velocità onde S nello strato i-esimo
 N = numero strati considerati

Acquisizione e strumentazione impiegata - Hardware

La tecnica non è invasiva e richiede una fonte di energizzazione (mazza battente).



Le onde *Rayleigh*, che sono il risultato dell'interferenza fra le onde di pressione "P" e quelle di taglio "S", si trasmettono sulla superficie libera e, in un terreno stratificato, subiscono una sorta di dispersione con velocità di propagazione che dipende dalla frequenza.

Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità per cui hanno una maggior velocità di fase.

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (Sismografo PASI mod. 16S-U) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni 4m, 2s di acquisizione, offset minimi di 2-5 m).



Foto 1 - Sismografo

L'indagine eseguita è composta da n° 1 stendimento lungo 50 m; l'ubicazione dello stendimento è riportata in Allegato 2.

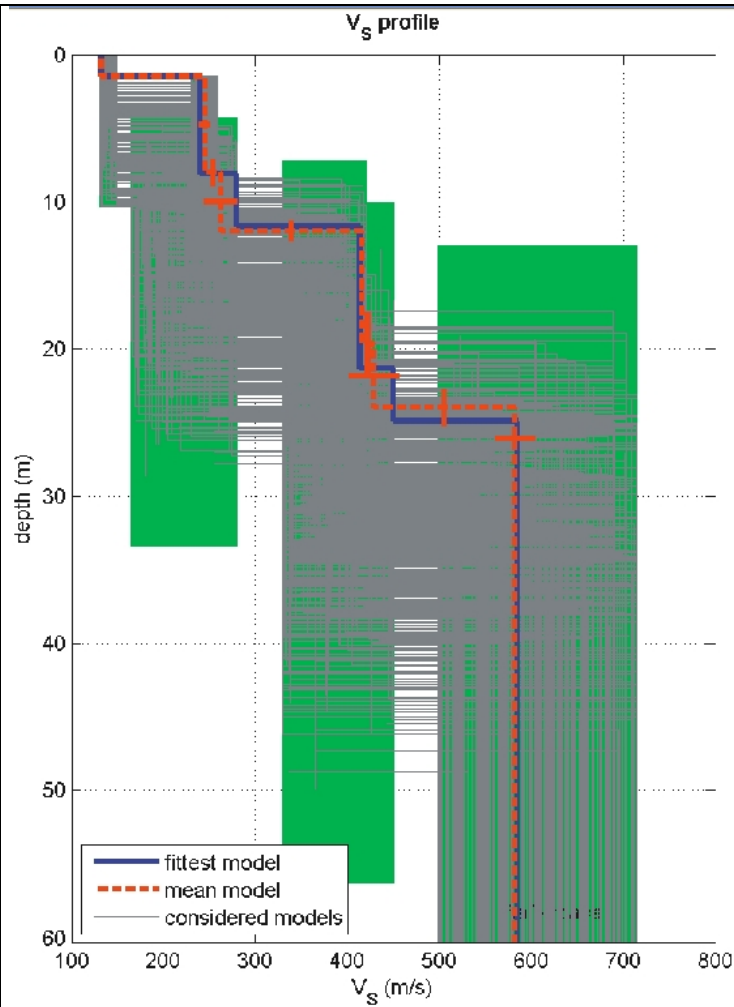
Elaborazione dati - Software

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software *winMASW* 4.8 Pro (www.eliosoft.it).

Per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s), i dati acquisiti sono stati elaborati tramite i seguenti passaggi: determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime.

Di seguito si riporta, per la Masw, il profilo verticale delle V_s (Allegato 2).

MASW



Profondità (m)		Spessore (m)	Vel m/s
da	a		
Strato 1	0.0	1.5	132
Strato 2	1.5	8.0	245
Strato 3	8.0	12.0	262
Strato 4	12.0	19.7	416
Strato 5	19.7	24.0	429
Strato 6	24.0		582

$V_{s30} = 326 \text{ m/s (0 m da p.c.)}$

3.2.2 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA DI MICROTREMORI (HVSR) – ALLEGATO 3

L'indagine HVSR (All. 3), registrazione con tromografo di rumore sismico ambientale di fondo (microtremore), si pone come obiettivo preminente l'individuazione delle diverse frequenze di risonanza del terreno il tutto, nell'ottica di valutare eventuali fenomeni di amplificazione del moto sismico nel terreno d'indagine.

Strumentazione utilizzata

La registrazione di rumore sismico ambientale è stata effettuata tramite tromografo digitale *Tromino* della *Micromed s.p.a*; tale strumento permette sia l'acquisizione digitale in alta risoluzione in modo passivo/non intrusivo che il pre-processing dei dati. Esso è costituito da tre velocimetri elettrodinamici ortogonali (N-S, E-W e UP-DOWN) autobloccanti in fase di non acquisizione.

Qui di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche dello strumento impiegato.

SPECIFICHE TECNICHE		micromed	
Costruttore:	Micromed S.p.A. via Giotto 2 - 31020 - Mogliano Veneto (TV) - Italia tel. +39-041-5937000 fax +39-041-5937011 e-mail: info@tromino.it support@tromino.it	Amplificatori	tutti i canali con ingressi differenziali
Apparato:	TROMINO® sistema ultrapiatto di acquisizione del rumore sismico	Rumore	< 0.5 μV r.m.s. @ campionamento 128Hz
Classificazione:	- CISPR 11 - EN 55011 (apparecchi a radiofrequenza Industriali, Scientifici e Medicali (ISM) - Caratteristiche disturbi radio - Limiti e metodi di misura), Gruppo 1 Classe B	Impedenza in ingresso	10 Ω
Conformità agli standard:	EN 55011, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-3.	Intervallo di frequenza	DC - 360 Hz
Alimentazione	2 x 1.5 Vdc AA, batterie alcaline	Frequenza campionamento	16384 Hz per canale
Voltaggio interno	+3.3 V, +3.6 V per la sezione analogica	Frequenza sovracamp.	32x, 64x, 128x
Potenza utilizzata	75 mW (GPS inattivo), 450 mW (GPS attivo)	Risoluzione A/D	24 bit equivalenti
Durata Batteria	80 h in continuo, GPS inattivo	Max ingresso analogico	51.2 mV (781 mV/digit)
Numero canali	7 + 1 analogico	Display	grafico, 128 x 64 pixel, retroilluminato
		Tastiera	soft-touch, 4 tasti
		Orologio	interno, permanente con data e allarme, può essere visualizzato durante l'acquisizione
		GPS	12 canali coa marcaperso (precisione 1 μ s)
		Livellamento	a bolla, alta precisione orizzontale, sensibilità 5' arco (0.083°)
		Connessioni	Porta USB tipo B
		Registrazione dati	memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb
		Dimensioni e peso	10 x 14 x 7.7 (altezza) cm 1.1 kg
		Accoppiamento al terreno	piedini o cuscino reologico

Condizioni ambientali per l'uso	
	temperatura - 10 / +70°C
	umidità 0-90% senza condensa
Impermeabilità	Indice di protezione IP → 65 (a prova di polvere e schizzi)
Sensori	3 velocimetri elettrodinamici ortogonali Auto-bloccanti quando non acquisiscono Correzione elettronica ed attraverso il software <i>Grilla</i> per la risposta in frequenza dei sensori
Intervallo frequenza di lavoro	0.1 - 256 Hz.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata tramite il software *Grilla vers. 6.1* in dotazione allo strumento; esso permette di definire gli spettri delle singole componenti (N-S, E-W e UP-DOWN), di effettuare le analisi H/V e di valutare la VS30.

Sono state effettuate n° 2 acquisizioni da 20 min ciascuna.

Le registrazioni sono state effettuate su terreno compatto; a tal proposito si specifica che sono stati eliminati i primi centimetri di terreno pulendo e regolarizzando il piano di posa al fine di un corretto posizionamento/funzionamento dello strumento.

Il disturbo da traffico veicolare può essere considerato scarso, in virtù della distanza dagli assi viari principali; eventuali disturbi possono essere eliminati senza problemi essendo ben visibili negli spettri (in particolare nel diagramma hz/min della serie temporale H/V) e comunque di durata minima.

L'acquisizione è avvenuta in condizioni meteo discrete (nuvoloso, 7 °C, vento assente).



Foto 2 – Indagine Hvsr.

Per ulteriori dettagli/approfondimenti circa l'acquisizione si rimanda agli elaborati allegati (All. 3).

Interpretazione dei dati

L'elaborazione dei dati ha permesso di ottenere i diagrammi specifici ovvero gli spettri delle singole componenti (N-S, E-W e UP-DOWN) e lo spettro del moto del suolo (H/V) (vedi elaborato specifico).

In fase di elaborazione dati, inoltre, è stata eseguita anche un'analisi H/V con una percentuale di *smoothing* inferiore ovvero pari all'1% (qui non riportata) in modo tale da individuare i vari i picchi antropici e le loro frequenze; tale analisi conferma, sostanzialmente, che i picchi H/V alle frequenze individuate sono di natura stratigrafica.

La presenza di significative impedenze sismiche viene segnalata con l'elaborazione degli spettri HVSR, e delle tre componenti spaziali. I risultati analitici sono riportati in forma grafica in Allegato 3. L'analisi degli esiti di questa indagine può essere associata alle conoscenze di sottosuolo (stratigrafia e geomeccanica), ed alle misure ottenute dalle altre indagini geofisiche.

L'andamento della curva H/V unitamente all'osservazione del profilo Vs della Masw permette di rilevare l'assenza di sostanziali inversioni di velocità; la linea rossa (average H/V) si mantiene su valori intorno a 1.

Frequenze di risonanza

La curva H/V mostra un picco di risonanza non molto ampio ($H/V \approx 2.10$) ad una frequenza di 22.2 Hz.

Questo picco denota un passaggio di rigidità superficiale confermato e individuato dal profilo di Vs della Masw tra 1-2 m circa di profondità. (contatto tra terreno di copertura e argille molto compatte sottostanti).

Ritenendo il picco affidabile e di origine stratigrafica, si osserva che la frequenza di risonanza rilevata a circa 22 Hz non ricade nel range tipico di interesse ingegneristico/strutturale delle costruzioni in progetto; si possono quindi escludere fenomeni di doppia risonanza terreno-strutture.

3.3 ANALISI SEMPLIFICATA (D.M. 14/01/2008)

3.3.1 CLASSIFICAZIONE DEL SUOLO

L'analisi dei dati ottenuti con le indagini geofisiche unitamente alle conoscenze geologiche e litostratigrafiche, permette di ottenere un modello di sottosuolo riconducibile alla classificazione semplificata tipica delle categorie di sottosuolo definite dalle NTC 2008. La Masw fornisce un valore della Vs30 di 326 m/s a 0 m di prof.

Sulla base di questi dati è possibile classificare il suolo di fondazione del sito d'intervento:

- suolo di fondazione Categoria C (DM 14/01/2008)

a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_s=1.47$ (SLV)

3.3.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Condizioni topografiche – amplificazione topografica S_T

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

L'area in esame si colloca nella fascia di alta pianura reggiana antistante le prime colline, pertanto la categoria topografica è T1 a cui si fa corrispondere un coefficiente di amplificazione: $S_T=1.0$.

3.4 CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI DEL SITO (D.M. 14-01-2008)

I parametri spettrali necessari per definire l'azione sismica di progetto vengono determinati inserendo:

- a) tempo di ritorno : 475 anni
- b) vita nominale della costruzione : 50 anni
- c) azione sismica : stato limite di salvaguardia della vita

I parametri tabellati sono sempre riferiti al substrato rigido. Oltre ad a_g si riportano anche altri due parametri:

- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore del sito viene ottenuto tramite la media pesata dei valori che si riferiscono ai quattro punti del reticolo che comprendono l'area in oggetto mediante la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_1^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_1^4 \frac{1}{d_i}}$$

Dove :

p = valore del parametro di interesse nel punto in esame

p_i = valore del parametro di interesse nell' i -simo punto della maglia elementare contenete il punto in esame

d_i = distanza del punto in esame dall' i -simo punto della maglia suddetta

Parametri sismici

Di seguito si riportano i parametri e i coefficienti sismici del sito.

Sito in esame	Siti di riferimento
latitudine: 44,5582988055285	Sito 1 ID: 16500 Lat: 44,5534Lon: 10,7550 Distanza: 546,142
longitudine: 10,7552314680131	Sito 2 ID: 16501 Lat: 44,5550Lon: 10,8250 Distanza: 5540,182
Classe: 2	Sito 3 ID: 16279 Lat: 44,6050Lon: 10,8228 Distanza: 7455,380
Vita nominale: 50	Sito 4 ID: 16278 Lat: 44,6034Lon: 10,7527 Distanza: 5015,697

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente c_u :	1

Di seguito i parametri sismici ai vari stati limite:

Parametri sismici	Operatività SLO
Probabilità di superamento: 81 %	Ss: 1,500
Tr: 30[anni]	Cc: 1,650
a_g : 0,052 g	St: 1,000
F_0 : 2,481	Kh: 0,016
T_c^* : 0,252[s]	Kv: 0,008
	Amax: 0,765
	Beta: 0,200

Parametri sismici	Danno SLD
Probabilità di superamento: 63 %	Ss: 1,500
Tr: 50[anni]	Cc: 1,630
a_g : 0,065 g	St: 1,000
F_0 : 2,491	Kh: 0,019
T_c^* : 0,265[s]	Kv: 0,010
	Amax: 0,951
	Beta: 0,200

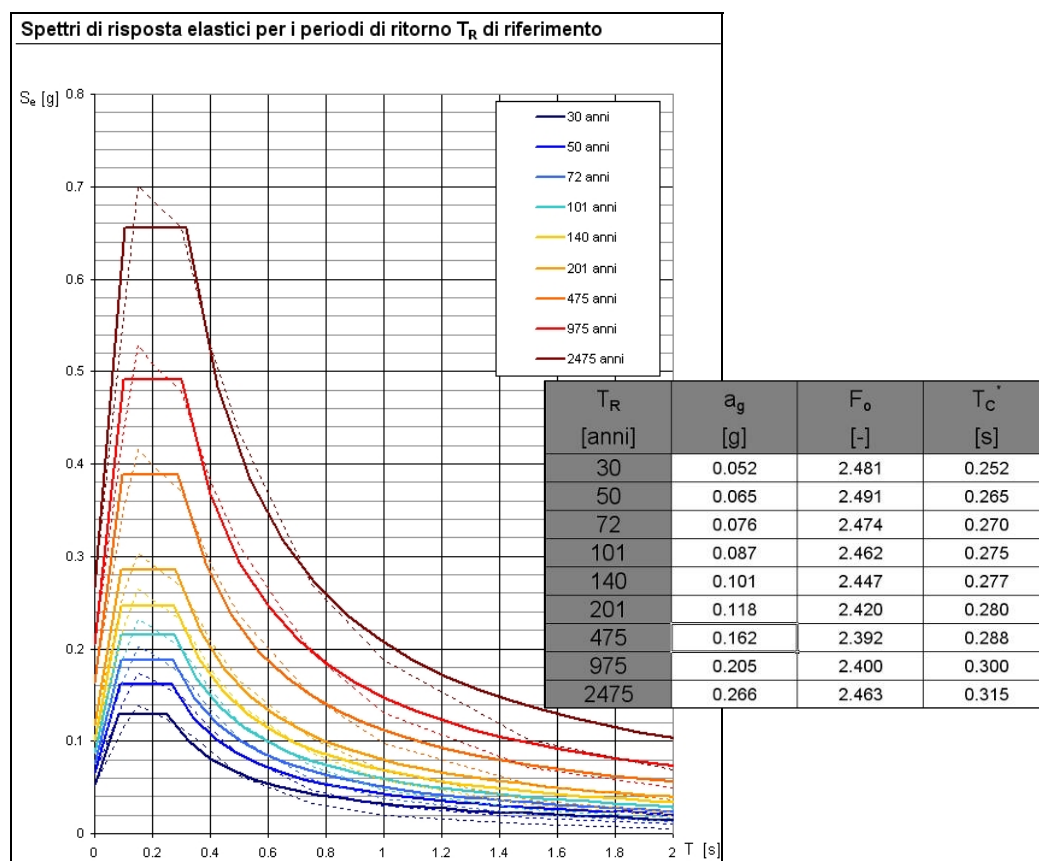
Parametri sismici	Danno SLV
Probabilità di superamento: 10 %	Ss: 1,470
Tr: 475[anni]	Cc: 1,580
ag: 0,162 g	St: 1,000
Fo: 2,392	Kh: 0,057
Tc*: 0,288[s]	Kv: 0,029
	Amax: 2,343
	Beta: 0,240

Parametri sismici	Danno SLC
Probabilità di superamento: 5 %	Ss: 1,410
Tr: 975[anni]	Cc: 1,560
ag: 0,205 g	St: 1,000
Fo: 2,400	Kh: 0,081
Tc*: 0,300[s]	Kv: 0,040
	Amax: 2,830
	Beta: 0,280

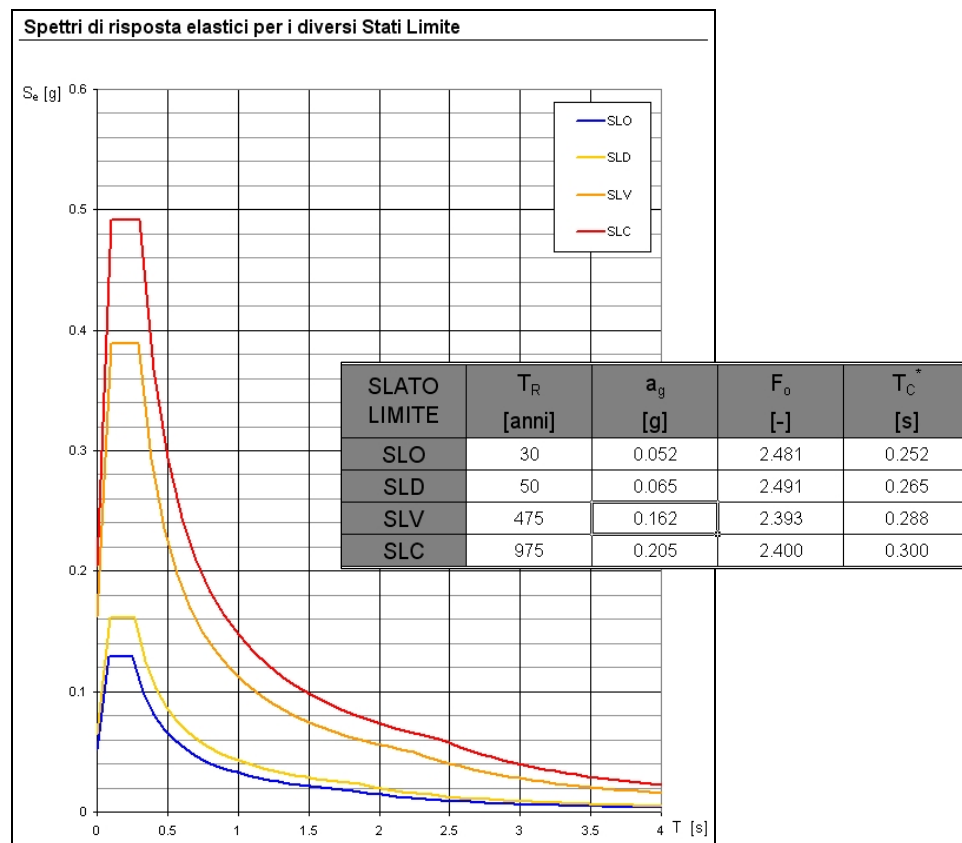
3.5 AZIONE SISMICA (3.3 NTC)

3.5.1 Valutazione dell'azione sismica - Spettri di risposta del sito

La normativa richiede di definire lo spettro di risposta elastico in accelerazione per il sito in esame. Tale spettro indica, per ciascuna frequenza, la risposta allo scuotimento massimo (da terremoto) di un oscillatore elastico smorzato semplice (struttura teorica tipo) con frequenza propria pari alla frequenza considerata. Con T si intende il periodo fondamentale di risonanza dell'edificio (in secondi) e con ag l'accelerazione massima di picco del sottosuolo (pga) in caso di terremoto (m/s²). Di seguito si riportano gli spettri elastici di risposta per periodo di ritorno Tr e per Stati limite.



Tratto da: sito CLSP – Software Spettri di Risposta Ver 1.0.3.



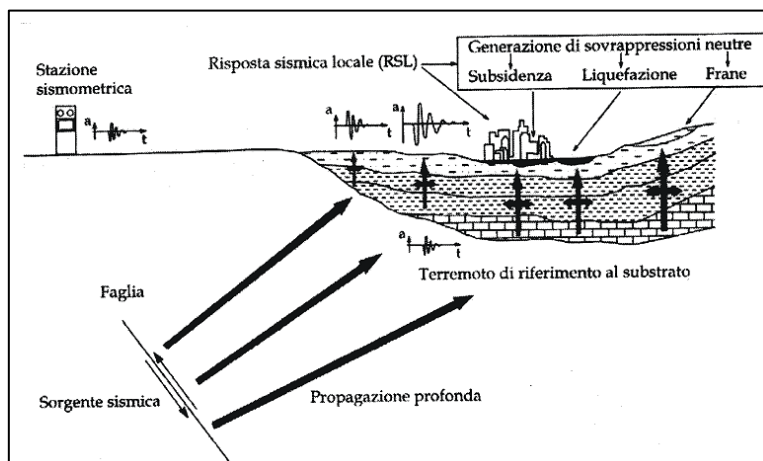
3.6 PERICOLOSITÀ SISMICA ED EFFETTI LOCALI

3.6.1 SUSCETTIBILITÀ SISMICA

Cenni di microzonazione sismica

La diversa entità dei danni prodotti da un terremoto nello stesso ambito territoriale dimostra che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze di poche decine di metri, caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni geologiche che caratterizzano un dato ambito territoriale (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, ecc).

La microzonazione sismica si propone di studiare e valutare quantitativamente l'influenza che le condizioni geologiche locali



hanno sui movimenti del suolo durante un evento sismico.

Il risultato di uno studio di questo tipo si traduce in una carta di dettaglio (carta della microzonazione sismica) che pone limitazioni di natura urbanistica e fornisce prescrizioni di progetto per le costruzioni che, in alcuni casi, possono anche risultare più gravose di quelle contemplate dalle normative vigenti.

L'elemento base della microzonazione sismica è la valutazione della "risposta sismica locale" (RSL). Con tale termine s'intende l'insieme delle modifiche in intensità, ampiezza e frequenza, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), posta ad una certa profondità nel sottosuolo, subisce attraverso gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.

Amplificazione sismica – Considerazioni generali

Terreni con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti possono, in condizioni di sollecitazione sismica, perdere temporaneamente o permanentemente la capacità portante a loro ascrivibile in condizioni statiche, causando cedimenti e lesioni negli edifici, anche se questi sono stati costruiti secondo criteri tali da far loro sopportare le sollecitazioni indotte dai terremoti attesi.

Altro caso riguarda l'effetto di liquefazione in condizioni sismiche dei terreni sabbiosi saturi che, sotto sollecitazioni cicliche, tendono a perdere la loro resistenza al taglio.

In alcuni casi, le particolari caratteristiche del sito, sia di tipo morfologico sia derivanti dalla natura del substrato, possono determinare effetti di amplificazione delle sollecitazioni, rispetto ad una situazione tipo. Si precisa che la situazione tipo è in generale definita da un'area pianeggiante con roccia granitica come appoggio per le strutture di fondazione degli edifici oppure, negli studi di microzonazione sismica, come il substrato roccioso (bedrock) che risente del terremoto di riferimento per il sito in questione, rispetto al quale si verifica l'eventuale effetto di amplificazione.

Tale effetto di amplificazione è legato alla presenza di terreni con rigidità inferiori a quella di riferimento; tale condizione di minore rigidità può ad esempio essere espressa dal valore dell'impedenza acustica della roccia (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche): più l'impedenza acustica della roccia è minore rispetto a quella della roccia di riferimento più l'effetto di amplificazione si rende evidente.

L'effetto di amplificazione sismica si risente poi anche quando il substrato è costituito da "terreni" (in senso geotecnico: terreni quaternari, depositi superficiali, ecc.), che per la loro stessa natura sono caratterizzati da valori di impedenza acustica sempre inferiori a quelli della roccia di riferimento. In questi casi, tuttavia, accade spesso che il fenomeno di amplificazione non risulta la causa delle lesioni e dei crolli degli edifici costruiti su questi terreni. In effetti, sono le caratteristiche geotecniche dei medesimi, che in condizioni di sollecitazione sismica tendono a peggiorare decisamente, a determinare i crolli: a causa della perdita di capacità portante alle strutture di fondazione, che avviene prima che l'effetto di amplificazione venga risentito dalla struttura degli immobili.

Di base, i due coefficienti di amplificazione che normalmente si considerano in mancanza di studi specialistici sono: S (in base al profilo stratigrafico e tipo di suolo) e S_T (coefficiente di amplificazione topografica).

3.8 EFFETTI DI SITO

L'esperienza e le ricerche sul terreno, hanno messo in evidenza l'esistenza di aree che tendono a risentire maggiormente degli effetti distruttivi delle scosse telluriche, rispetto ad altre aree poste nelle loro immediate vicinanze. Tale comportamento è legato alla possibilità del verificarsi di diversi tipi di fenomeni:

- effetto d'instabilità da terremoto
- amplificazione sismica per caratteristiche litologiche
- amplificazione sismica per caratteristiche topografiche
- liquefazione
- cedimenti

Per l'area in esame, si escludono effetti locali indotti da instabilità, liquefazione, cedimenti e topografia.

Sulla base delle indagini svolte, l'unico effetto di sito individuato è legato all'amplificazione sismica per caratteristiche litologiche.

Nella pagina seguente si riporta uno Stralcio della Carta Comunale delle aree suscettibili di effetti locali tratta dal Q.C. del PSC 2001 di Casalgrande (da adottare), dove l'area in studio rientra nelle aree "potenzialmente soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche".

Nel Cap. 3.2-3.34 sono stati valutati, in modo semplificato con le NTC 2008, gli effetti dovuti alle caratteristiche litologiche (coeff. ampl. Stratigrafica $S_s=1.47$).

Nel cap. 3.9. verranno quantificati i fattori di amplificazione sismica (FA) con la DAL RER 112/2007.

Effetti attesi

Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi);
 microzonazione sismica**: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.

Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi);
 microzonazione sismica**: approfondimenti di III livello.

Effetti attesi

- Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche**
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi);
 microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
- Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche**
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi);
 microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello.
- Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche**
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche;
 microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
- Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche**
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche;
 microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello.
- Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche**
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico;
 microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
- Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche**
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico;
 microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello.
- Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti**
 studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi;
 microzonazione sismica*: sono ritenuti sufficienti approfondimenti di III livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti.
- Area potenzialmente non soggetta ad effetti locali**
 studi*: indagini per caratterizzare Vs30. In caso Vs30 maggiore/uguale di 800 m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine; in caso Vs30 minore di 800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico.
 microzonazione sismica*: non è richiesta nel primo caso, nel secondo caso approfondimento di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
- Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche topografiche**
 studi*: indagini per caratterizzare Vs30 e valutazione del coefficiente di amplificazione topografico; in caso Vs30 maggiore/uguale di 800 m/s è sufficiente la sola valutazione del coefficiente di amplificazione topografico; in caso Vs30 minore di 800 m/s occorre valutare anche il coefficiente di amplificazione litologico.
 microzonazione sismica*: valutazione degli effetti della topografia; in caso Vs30 minore di 800 m/s valutare anche del coefficiente di amplificazione litologico.

3.9 AMPLIFICAZIONE SISMICA PER CARATTERISTICHE LITOLOGICHE (DAL. RER 112/07)

La Delibera regionale, propone un'analisi semplificata al secondo livello di approfondimento con lo scopo di valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale. Essa suggerisce la definizione delle amplificazioni locali sulla base delle tabelle allegate in appendice al documento e riferite a grandi situazioni morfologico-stratigrafiche ("secondo livello" di analisi).

Tale livello di approfondimento prevede la determinazione dei coefficienti di amplificazione sismica impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (A2.1.1 e A2.1.2) che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Sulla base di quanto stabilito nell'Allegato 2 della Delib. Assemblea legislativa R.E.R. N°112 del 02/05/2007, l'area in studio rientra *"in ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da presenza di potenti orizzonti di ghiaie (anche decine di metri) e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (< 100 m da p.c.) (PIANURA1)".*

L'analisi sismica eseguita sull'area in esame ha fornito valori di V_{s30} pari a 326 m/sec (p.c.).

Le V_s sono state implementate nelle tabelle regionali per la stima delle amplificazioni assumendo, come detto, i valori relativi al contesto <Pianura 1> ottenendo i relativi coefficiente di amplificazione F.A. Le variabili, ricavabili dalle tabelle, utilizzate per la stima dell'amplificazione locale sono:

- **F.A. P.G.A.** - rapporto tra la massima ampiezza dell'accelerazione su affioramento rigido ($a_{max,r}$) e la massima ampiezza dell'accelerazione alla superficie del deposito ($a_{max,s}$) alla frequenza f . Il fattore di amplificazione dipende dalla frequenza di eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento D e dal rapporto tra l'impedenza sismica, prodotto tra densità-velocità, della roccia base e quella del deposito.
- **F.A. S.I.** - Intensità spettrale di Housner - indicatore della pericolosità sismica, è definito come l'area sottesa dello spettro di risposta di pseudovelocità, nel nostro caso per i due intervalli di frequenze, rispettivamente da $0.1 < T_0 < 0.5$ s e da $0.5 < T_0 < 1$ s.

Fattori di amplificazione sismica FA

Di seguito vengono quantificati i fattori di amplificazione sismica (FA).

Si usano le seguenti tabelle:

F.A. P.G.A.

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	2.6	2.5	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.1	1.0

Sulla base di tali informazioni i valori di (FA), da utilizzare nel rispetto della normativa regionale vigente sono i seguenti, come direttamente ricavato dalle tabelle e formule per la valutazione dei fattori di amplificazione sismica per le analisi del secondo livello di approfondimento presenti nell'ALLEGATO A2 della Delib. Assemblea legislativa R.E.R. N°112 del 02/05/2007:

FA		
<i>pga</i>	<i>0.1s<T0<0.5s</i>	<i>0.5s<T0<1.0s</i>
1.6	1.8	2.1

In particolare con PGA si intende l'accelerazione massima orizzontale al suolo di riferimento, definiti dalla normativa regionale stessa per ogni comune della Regione Emilia-Romagna, che per il per il Comune di Casalgrande risulta 0,162g (D.R. 112/07 - D.M. 2008).

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con alcuni parametri significativi dell'area in studio:

ZT13 – ZT14		
<i>geomorfologia</i>	<i>litostratigrafia</i>	<i>Substrato rigido</i>
Alta pianura	Terreni alluvionali composti da alternanze di ghiaie in prevalenza e limi sabbiosi argillosi.	Substrato marino (Vs≤800 m/s)
Parametri		
<i>tipo di amplificazione</i>		litostratigrafica
<i>Vs30 (0 m di prof.)</i>		326 m/s
<i>VsH</i>		-
<i>Vs substrato rigido</i>		-
<i>categoria suolo</i>		C
<i>F.A. P.G.A. (fattore d'amplificazione litostratigrafica)</i>		1.6
<i>F.A. 0.1s<T0<0.5s</i>		1.8
<i>F.A. 0.5s<T0<1.0s</i>		2.1
<i>S.T. (fattore d'amplificazione topografica)</i>		1
<i>Ago (accelerazione. max. orizzontale di picco al suolo)</i>		0.162 (Del Rer 112/07)
<i>Ago (accelerazione. max. orizzontale di picco al suolo)</i>		0.162 (reticolo nazionale)

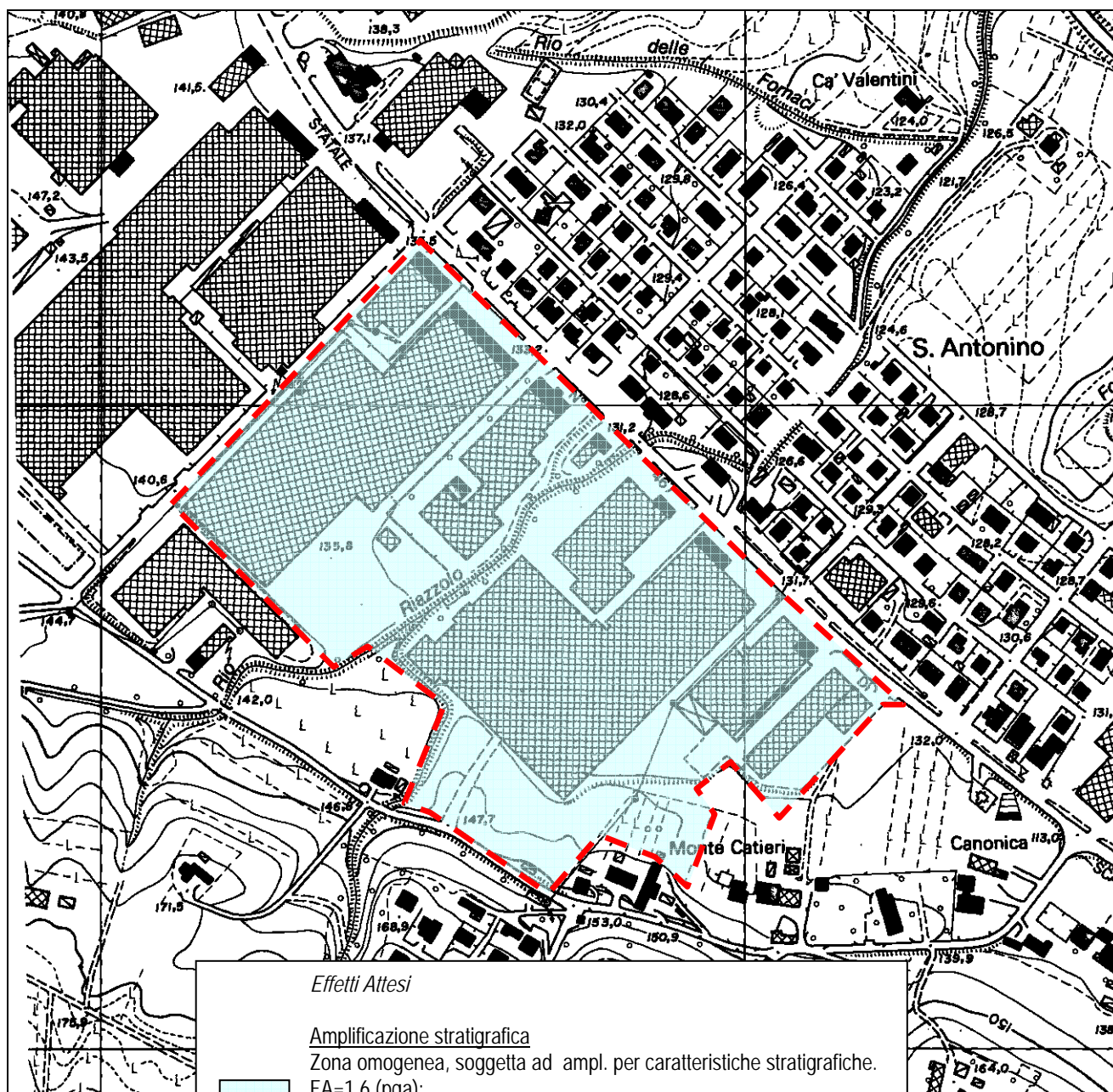
3.10 PERICOLOSITÀ SISMICA → MICROZONAZIONE

Per il sito in studio si possono escludere, come detto, effetti indotti da sisma quali instabilità e liquefazione.

Sulla base di quanto detto nei capitoli precedenti, di seguito si riporta la Carta della Microzonazione sismica, che sostanzialmente identifica un'unica tipologia di effetto locale:

amplificazione per caratteristiche stratigrafiche

FIGURA 14 – CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA – 1:5.000



Effetti Attesi

Amplificazione stratigrafica

Zona omogenea, soggetta ad ampl. per caratteristiche stratigrafiche.

FA=1.6 (pga);

FA=1.8 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)

FA=2.1 ($0.5s < T_0 < 1.0s$)

Amplificazione topografica

Assente

Instabilità di versante, cedimenti, liquefazione

Assenti

Nessun picco significativo di frequenza di risonanza dei terreni.

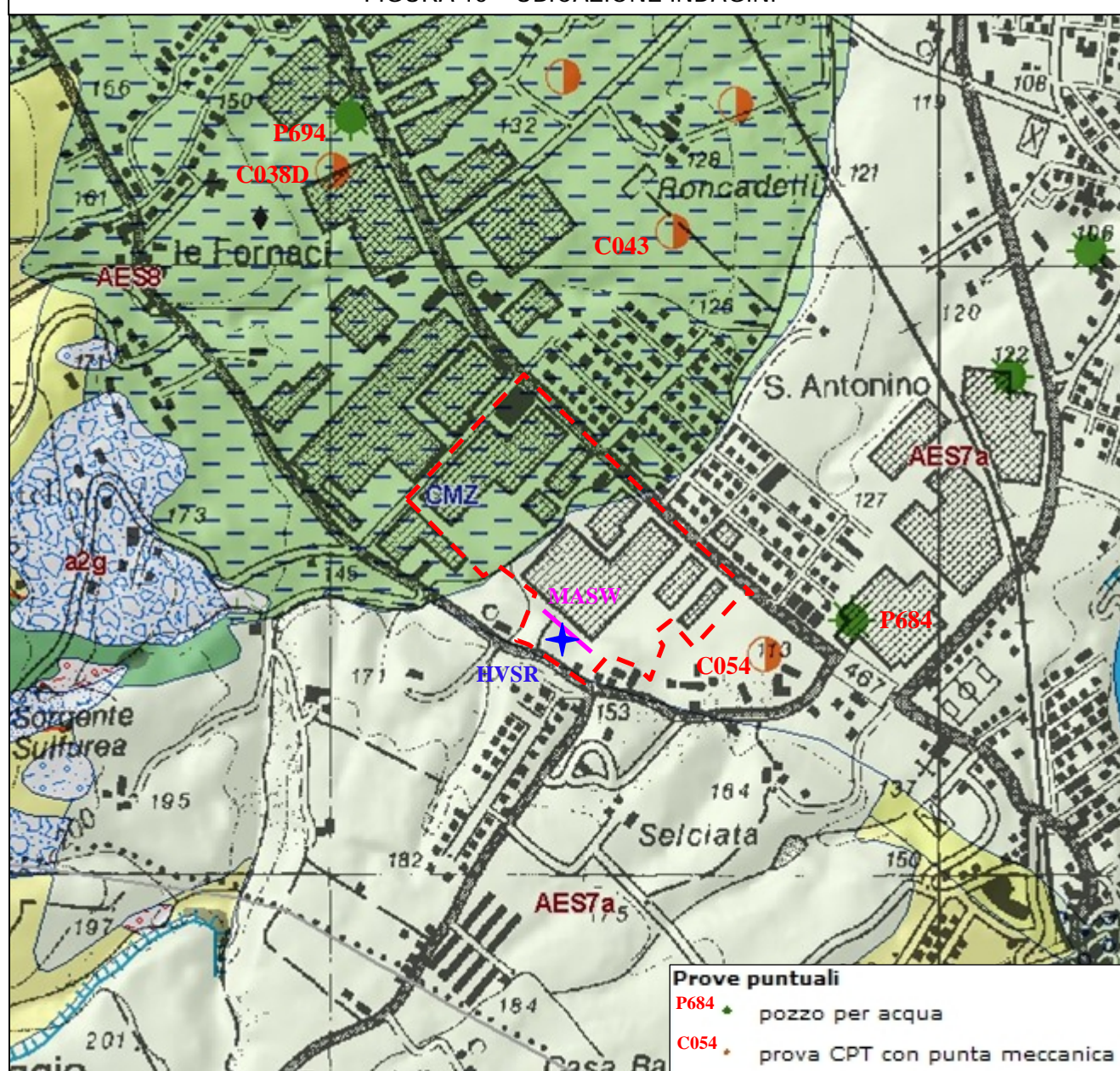
4. INDAGINI, MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

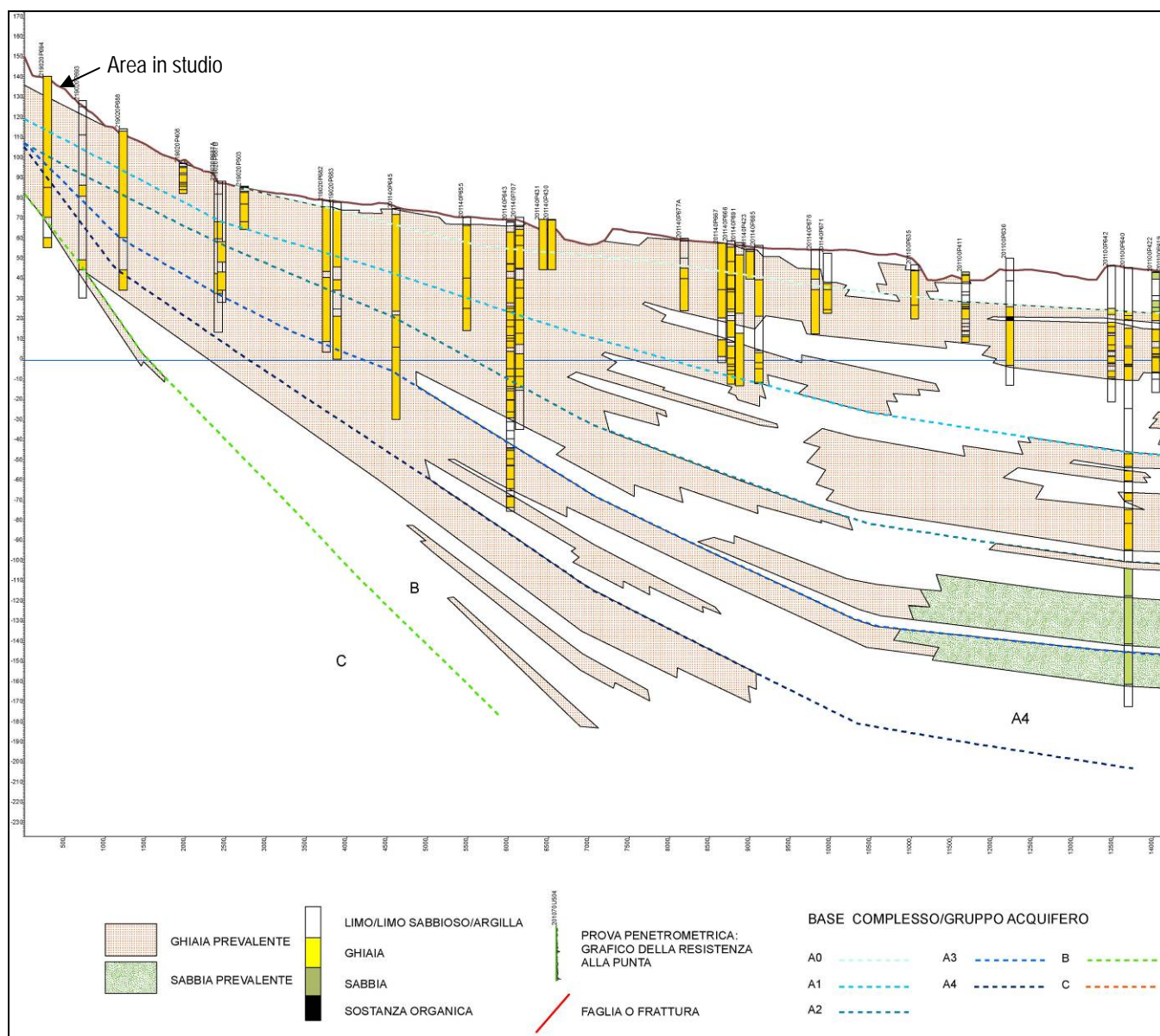
Per la caratterizzazione litostratigrafica dei terreni di fondazione delle aree oggetto di variante sono state consultate le seguenti fonti bibliografiche:

- Cartografia tematica del PSC di Casalgrande (in fase di approvazione);
- indagini geognostiche da banca dati RER (All. 1).

Nella Figura seguente si riporta sulla base della Carta Geologica RER l'ubicazione di alcune indagini (pozzi per acqua e prove penetrometriche statiche) posizionate nell'immediato intorno dell'area oggetto di variante.

FIGURA 15 – UBICAZIONE INDAGINI





Tratta da Banca Dati RER.

I terreni di fondazione delle strutture esistenti all'interno della zona oggetto di variante sono costituiti da depositi alluvionali caratterizzati da litologie eterogenee composte da limi argillosi sabbiosi posti a tetto di ghiaie sabbiose la cui profondità è fortemente variabile.

Le fondazioni dei fabbricati presenti nell'area sono di tipo superficiale (plinti, travi, platee) e si attestano all'interno di terreni dotati di idonee caratteristiche meccanico-resistive.

5. CONSIDERAZIONI FINALI

Nell'area in studio (Fig. 1-2), è stato eseguito uno studio geologico e sismico volto alla ricostruzione degli aspetti geologici e sismici dell'area connessi con il Rapporto Preliminare per la verifica di assoggettabilità a Vas della variante al Prg vigente delle aree "ZT13" e "ZT14" in Sant'Antonino in Comune di Casalgrande (RE).

Le indagini svolte hanno messo in evidenza i seguenti aspetti:

- Il sottosuolo risulta costituito da depositi alluvionali caratterizzati da litologie eterogenee composte da limi argillosi sabbiosi posti a tetto di ghiaie sabbiose la cui profondità è fortemente variabile.
- Per quanto riguarda la conformazione e il regime idrologico del sottosuolo, La soggiacenza della falda è molto profonda (> 50 m dal p.c.).
- La caratterizzazione sismica dell'area ha permesso di ottenere un modello di sottosuolo riconducibile alla classificazione semplificata tipica delle categorie di sottosuolo definite dalle NTC 2008. La Masw fornisce un valore della Vs30 di 326 m/s a 0 m di prof. Sulla base di questi dati è possibile classificare il suolo di fondazione del sito d'intervento: suolo di fondazione Categoria C.
- L'accelerazione massima su suolo rigido e pari a $a_g = 0.162$ ($C_u=1.0$).
- Allo stato limite ultimo (SLV) l'ampl. stratigrafica $S_s=1.47$, l'ampl. topografica $S_t=1$.
- L'indagine sismica HVSr mostra un picco di risonanza non molto ampio a 22 Hz.
- Per gli effetti di sito, si avrà amplificazione sismica per caratteristiche litologiche.
- I coefficienti di amplificazione FA ottenuti con la DAL 112/2007 risultano: $FA_{pga}=1.6$ - $FA_{0.1-0.5s}=1.8$ - $FA_{0.5-1s}=2.1$.

Le fondazioni dei fabbricati presenti nell'area sono di tipo superficiale (plinti, travi, platee) e si attestano all'interno di terreni dotati di idonee caratteristiche meccanico-resistive.

Dalle considerazioni sopra esposte si ritiene la variante al Prg vigente delle aree "ZT13" e "ZT14", compatibile con le caratteristiche geologiche e sismiche dell'area.

Dott. Geol. Marco Santi Bortolotti



ALLEGATO - 1 -

INDAGINI GEOGNOSTICHE – BANCA DATI RER

PENETROMETRO STATICO GOUDA 219020 ~~C44~~

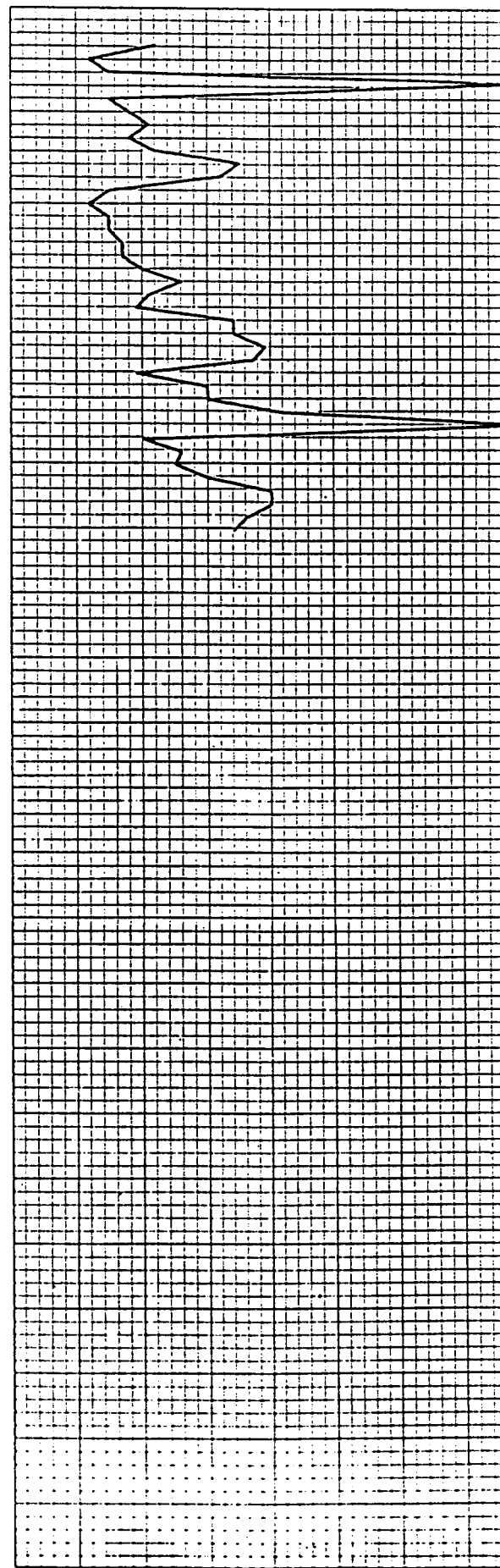
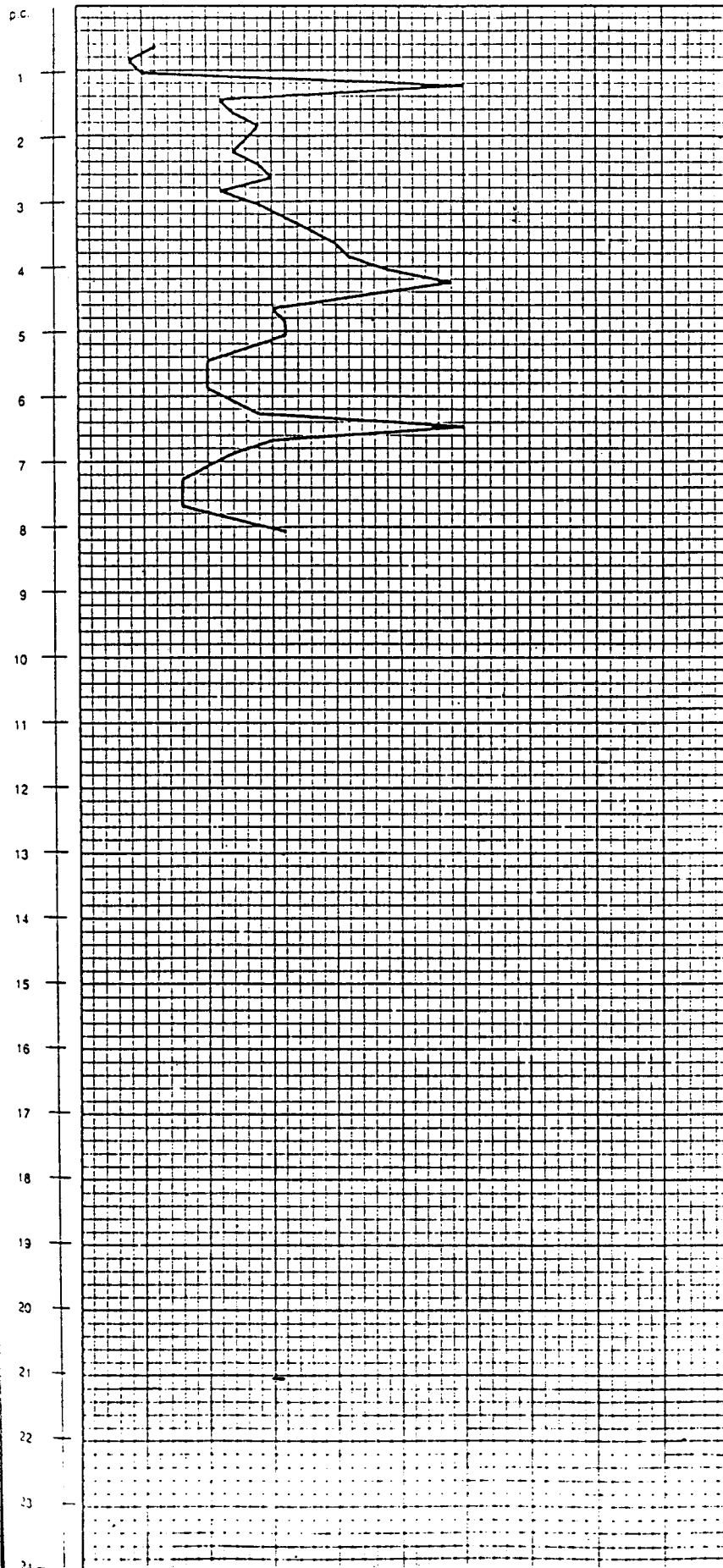
resistenza laterale totale

0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000

resistenza alla punta

kg/cm²

Rp/rl



PROFONDITA'	P	P+L	Rp	R1	Rp/R1	Rt	NOTE
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		Kg	
.2							
.4							
.6	12	20	12	.53	22		
.8	8	18	8	.66	12		
1	10	20	10	.66	15		
1.2	60		60				
1.4	22	44	22	1.46	15		
1.6	24	44	24	1.33	18		
1.8	28	48	28	1.33	21		
2	26	48	26	1.46	18		
2.2	24	40	24	1.06	22		
2.4	28	40	28	.8	35		
2.6	30	44	30	.93	32		
2.8	22	44	22	1.46	15		
3	28	64	28	2.4	12		
3.2	32	64	32	2.13	15		
3.4	36	72	36	2.4	15		
3.6	40	76	40	2.4	17		
3.8	42	80	42	2.53	17		
4	48	84	48	2.4	20		
4.2	58	92	58	2.26	26		
4.4	44	76	44	2.13	21		
4.6	30	54	30	1.6	19		
4.8	32	46	32	.93	34		
5	32	46	32	.93	34		
5.2	26	36	26	.66	39		
5.4	20	28	20	.53	37		
5.6	20	36	20	1.06	19		
5.8	20	30	20	.66	30		
6	24	36	24	.8	30		
6.2	28	38	28	.66	42		
6.4	60	64	60	.26	225		
6.6	30	52	30	1.46	20		
6.8	24	38	24	.93	26		
7	20	32	20	.8	25		
7.2	16	24	16	.53	30		
7.4	16	22	16	.4	40		
7.6	16	22	16	.4	40		
7.8	24	34	24	.66	36		
8	32	46	32	.93	34		

INTERGEO s.r.l. VIA A. NARDI 41100 MODENA Tel. 059/225504

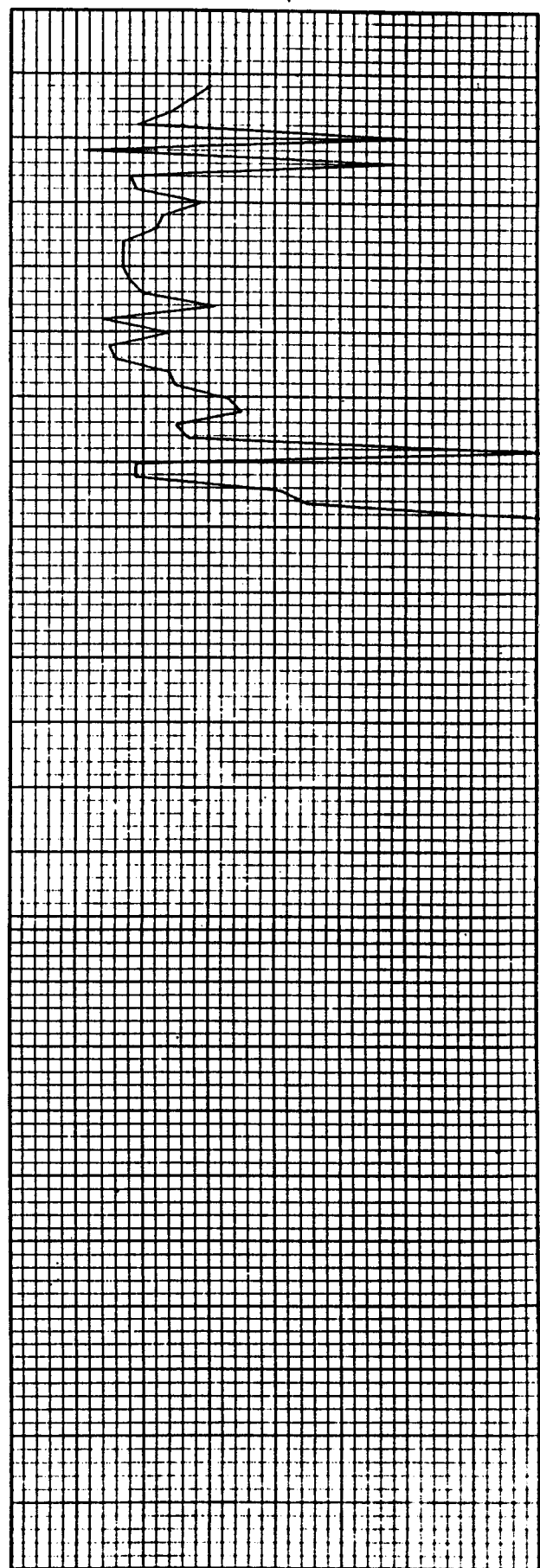
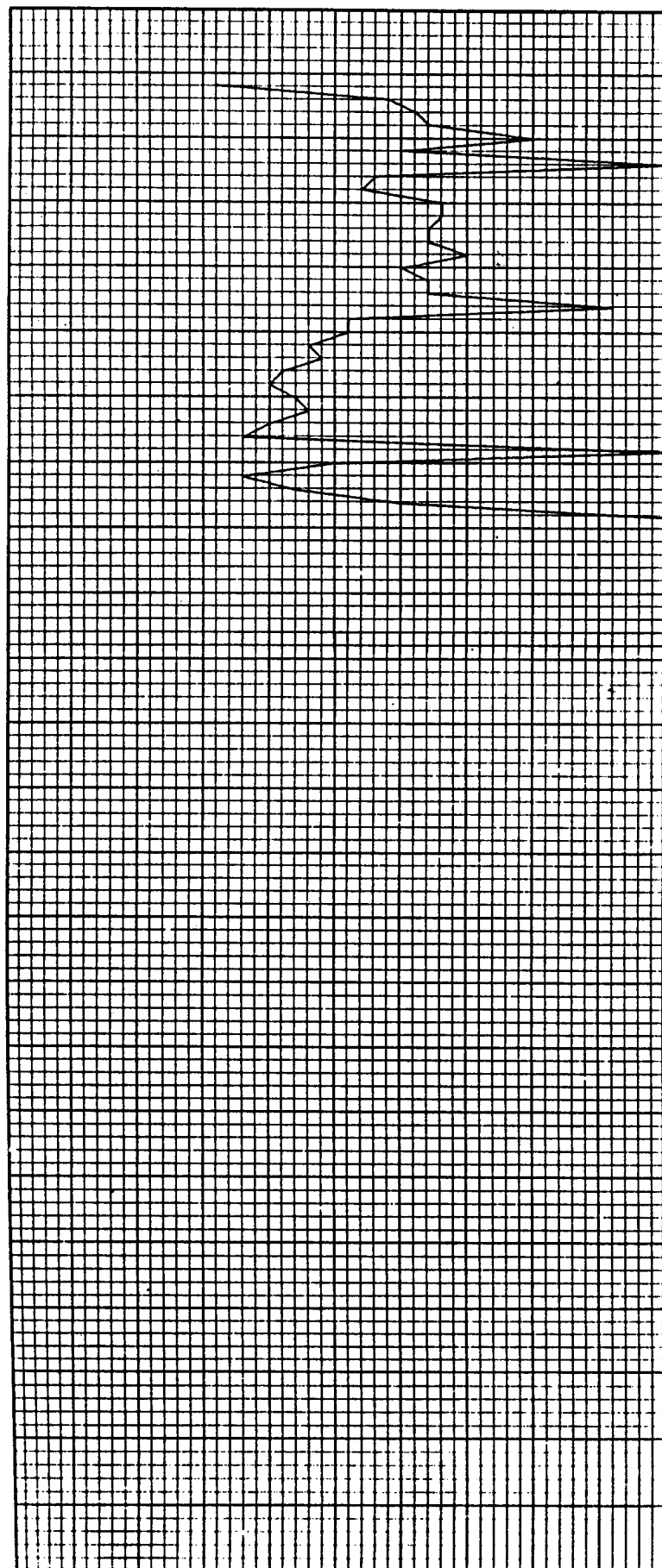
PENETROMETRO STATICO GOUDA

resistenza laterale totale

0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 Kg.

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
resistenza alla punta kg/cmq

0 10 20 30 40 50 60 70 80
Rp/rl



PROFONDITA'	P	P+L	Rp	R1	Rp/R1	Rt	NOTE
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		Kg	
0.2							
0.4							
0.6							
0.8							
1							
1.2	32	48	32	1.06	30		
1.4	58	90	58	2.13	27		
1.6	62	100	62	2.53	24		
1.8	64	114	64	3.33	19		
2	80	100	80	1.33	60		
2.2	60	140	60	5.33	11		
2.4	100	126	100	1.73	58		
2.6	56	104	56	3.2	18		
2.8	54	96	54	2.8	19		
3	66	100	66	2.26	29		
3.2	66	110	66	2.93	23		
3.4	64	108	64	2.93	22		
3.6	64	120	64	3.73	17		
3.8	70	132	70	4.13	17		
4	60	112	60	3.46	17		
4.2	64	116	64	3.46	18		
4.4	64	112	64	3.2	20		
4.6	92	136	92	2.93	31		
4.8	52	108	52	3.73	14		
5	52	84	52	2.13	24		
5.2	46	92	46	3.06	15		
5.4	48	92	48	2.93	16		
5.6	42	68	42	1.73	24		
5.8	40	64	40	1.6	25		
6	44	64	44	1.33	33		
6.2	46	66	46	1.33	35		
6.4	40	64	40	1.6	25		
6.6	36	56	36	1.33	27		
6.8	120	140	120	1.33	90		
7	50	90	50	2.66	19		
7.2	36	64	36	1.86	19		
7.4	44	60	44	1.06	41		
7.6	60	80	60	1.33	45		
7.8	240		240				
8	200		200				

INTERGEO s.r.l. VIA A. NARDI 41100 MODENA Tel. 059/225504



intergeo s.r.l.

41100 MODENA VIA A. NARDI 35 - TEL. 059-225504

prova n.º 38 quota p.c.
località S. Antonino
committente Comune di Casalgrande
data 15/01/1986 operatore dr. Rebecchi

PENETROMETRO STATICO GOUDA

29020 26
643 Kg.

resistenza laterale totale

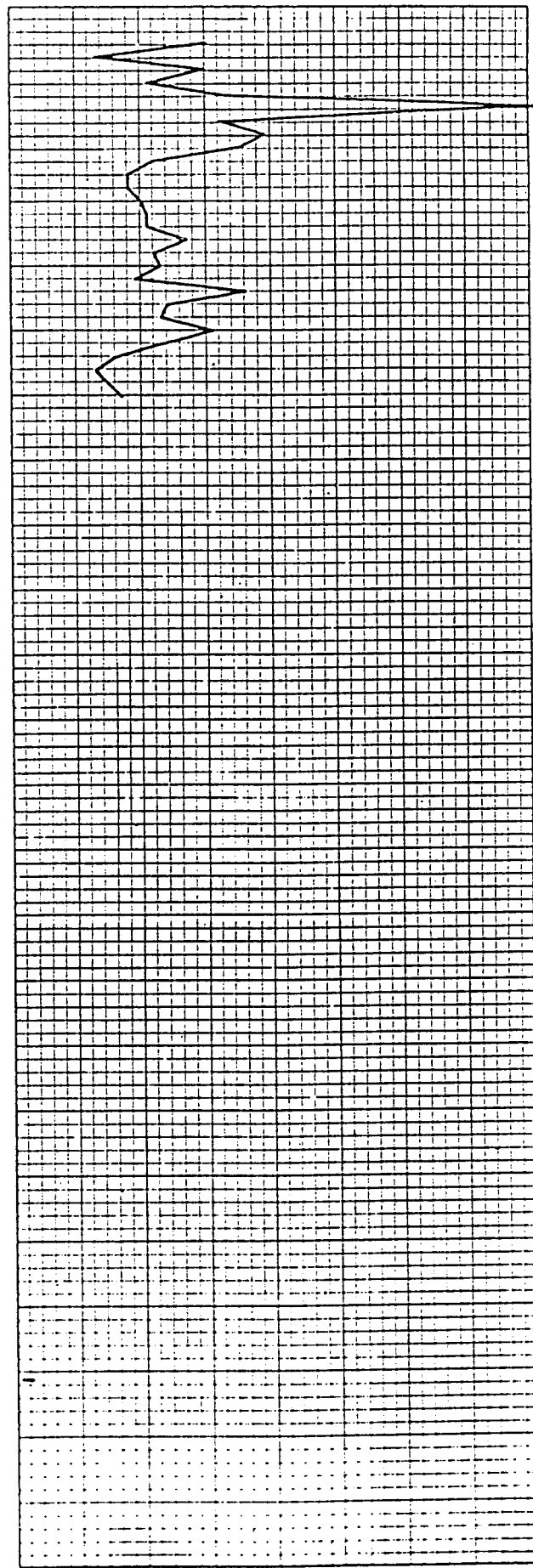
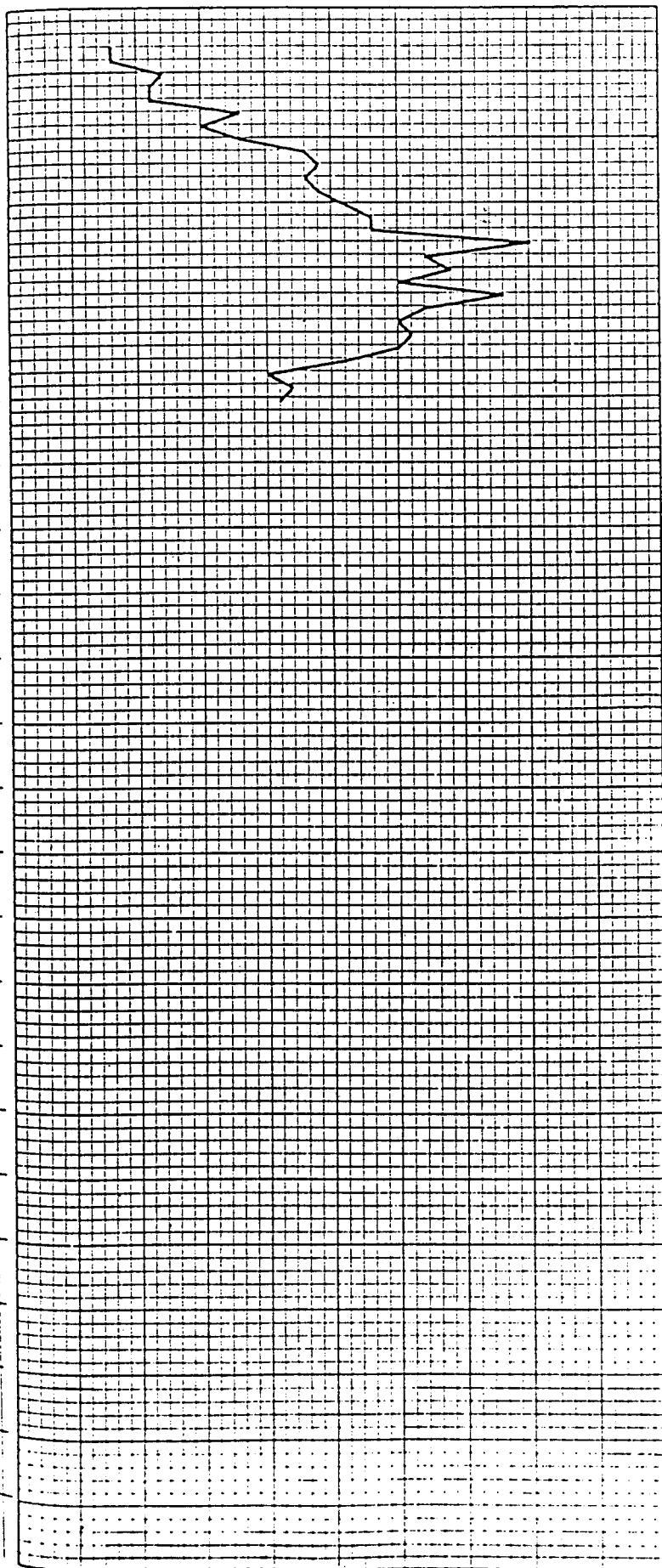
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 Kg.

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90

resistenza alla punta

kg/cm²

Rp/rl



PROFONDITA'	P	P+L		Rp	R1	Rp/R1	Rt	NOTE
m	Kg/cmq	Kg/cmq		Kg/cmq	Kg/cmq		Kg	
.2								
.4								
.6	16	24		16	.53	30		
.8	16	34		16	1.2	13		
1	24	36		24	.8	30		
1.2	22	38		22	1.06	21		
1.4	22	32		22	.66	33		
1.6	36	40		36	.26	135		
1.8	30	44		30	.93	32		
2	36	50		36	.93	39		
2.2	46	66		46	1.33	35		
2.4	48	80		48	2.13	22		
2.6	46	84		46	2.53	18		
2.8	48	88		48	2.66	18		
3	52	92		52	2.66	20		
3.2	56	96		56	2.66	21		
3.4	56	96		56	2.66	21		
3.6	80	124		80	2.93	27		
3.8	64	108		64	2.93	22		
4	68	112		68	2.93	23		
4.2	60	108		60	3.2	19		
4.4	76	108		76	2.13	36		
4.6	64	104		64	2.66	24		
4.8	60	100		60	2.66	23		
5	62	92		62	2	31		
5.2	60	100		60	2.66	23		
5.4	52	100		52	3.2	16		
5.6	40	88		40	3.2	13		
5.8	44	88		44	2.93	15		
6	42	80		42	2.53	17		

INTERGEO s.r.l. VIA A. NARDI 41100 MODENA Tel. 059/225504

m° 30

219020

P ~~684~~

684

m° 4

Stralupia Pozzo Inigno di
Fenaboschi Enrico

Ha BRIGHENTI GUSTAVO Scavato 2011/59

terreno

0 - 2 → argilla

2 - 3 → sabbia

3 - 6 → argilla sabbiosa

6 - 10 → argilla blu

10 - 11 → torba e legno

300 ~~Ø~~ ~~11 - 14 → argilla grigia~~

14 - 20 → argilla sabbiosa

20 - 27 → argilla scura

27 - 28 → argilla gialla

28 - 35 → ghiaia con acqua
fletti

35 - 36 → argilla blu

VAGABOND

COM. 12	Comune 3112	N. progress. 152	A
------------	----------------	---------------------	---

00 IDENTIFICAZIONE N. pratica precedente **PRATICA N. 12** (compr.) **3.7.7.9** n. progressivo **6.02** n. pozzo

SEMIGRES S.p.A. C.F. 00924270366 (compr.) n. pro
cognome e nome

ente a
comune
frazione

a (1) cognome e nome

fonte a
comune frazione

/ariazione; (2) Data della prima e seconda variazione della Ditta.

10 LOCALIZZAZIONE DEL POZZO E DATI RIASSUNTIVI

nome CASALGRANDE 35012 frazione o località VEGGIO
STABILE n. 120 podere

LOCALIZZAZIONE			Quota del piano di campagna m s.l.m.	Ø mm	PROFONDITA' max m	POTENZA POMPA kW	C (1)	PORTATA l/sec.
longitudine	latitudine	ha						
27,9	1,28	1,1		22,0	85,0			

(1) Contatore SI - 1; NO - 0.

[illegible]

C.T.R. scala 1:5.000 foglio n. **elemento n.**

Catasto scala 1:2.000 foglio n. 45/46 **mappale n.** 5380

Bacino

20 SCHEDE E DATI DI RIFERIMENTO

**Domanda
di autorizzazione
o rinnovo allo scarico**

n. d'ordine	Comune	codice categoria I.S.T.A.T.	N. pozzi	Portata media l/sec.	consumo annuo mc.

Catasto scarichi

COMPR.

PRATICA N

5

6,3,0 Ditta perforatrice cod. data perf.

6.3.1 CARATTERISTICHE DEL POZZO 219020 P694

[illegible]

(1) Finestrata: SI - 1; NO - 0; da 0 a 20% - 2; da 21 a 30% - 3; da 31 a 40% - 4; da 41 a 50% - 5; dal 51 al 60% - 6; dal 61 al 70% - 7; dal 71 all'80% - 8; oltre l'80% - 9.

6 3 2 EQUIPAGGIAM.

6.3.3 USI E DESTINAZIONE

avampozzo	SI - 1 NO - 0	<input type="checkbox"/>
equipaggiamento pompa a motore dell'impianto di sollevamento (1)		<input type="checkbox"/>
potenza	kW	<input type="text"/>
prevalenza	m	<input type="text"/>
portata	l/sec.	<input type="text"/>
Ø tubo mandata	mm	<input type="text"/>

USI	DESTINAZIONI				
	cod. uso	codici	giorni/anno	ore/giorno	consumo annuo tot. m³
civile (acquedotto) (1)					
agricolo-irriguo (2)					
agricolo-zootecnico					
agric.-trasf. prod. (3)					
industriale (4)	31	2.08	0.00	0.0	0.0.000
domestico					
vari (5)					
vari (6)					

(1) Elettropompa sommersa - 1; non sommersa - 2; motopompa sommer-

(1) Cod. acquedotto; (2) Sup. irrigata ha; (3) Cod. prodotto; (4) Cod. I.S.T.A.T.; (5) Antincendio 5-1: Condizionatori aria 5-2: Ricreativo 5-3: (6) It-

ALLEGATO - 2 -

INDAGINE SISMICA - MASW

PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE
METODOLOGIA MASW

Proponente: Comune di Casalgrande
Località: S. Antonino - Casalgrande
Data prova: 04/02/2014

Attrezzatura utilizzata

- Sismografo PASI SG 24 16S-U a 24 canali
- n° 24 geofoni verticali Pasi da 4.5 Hz con clip singola
- geofono starter
- n° 1 cavo schermato su rullo, 100 m, trasmissione geofono starter-Sismografo
- n° 2 cavi sismici su rullo, 75 m, 12 tracce, intervallo 5 m, connettori e attacchi singoli
- mazza di battuta kg 8
- piattello di battuta in alluminio (20x20x5 cm)
- pc portatile
- Software Winmasw Pro 4.8

Finalità d'indagine

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008.

Queste acquisizioni, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (VS).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore *medio* della Vs nei primi 30m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{Si}}} \quad \text{m/s}$$

hi = spessore dello strato i-esimo

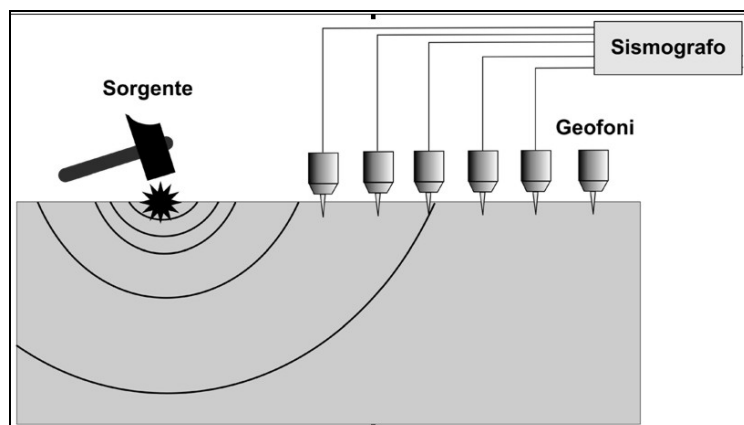
V_{Si} = velocità onde S nello strato i-esimo

N = numero strati considerati

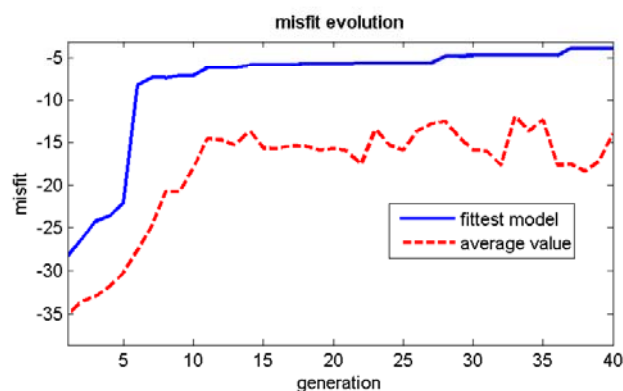
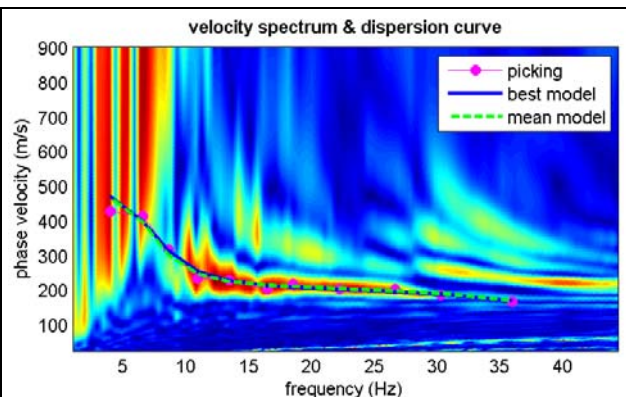
Metodologia ed elaborazione d'indagine

Lunghezza stendimento: 46 m
N° geofoni: 24
Spaziatura geofoni: 2 m
Offset energizzazione: 2-5 m

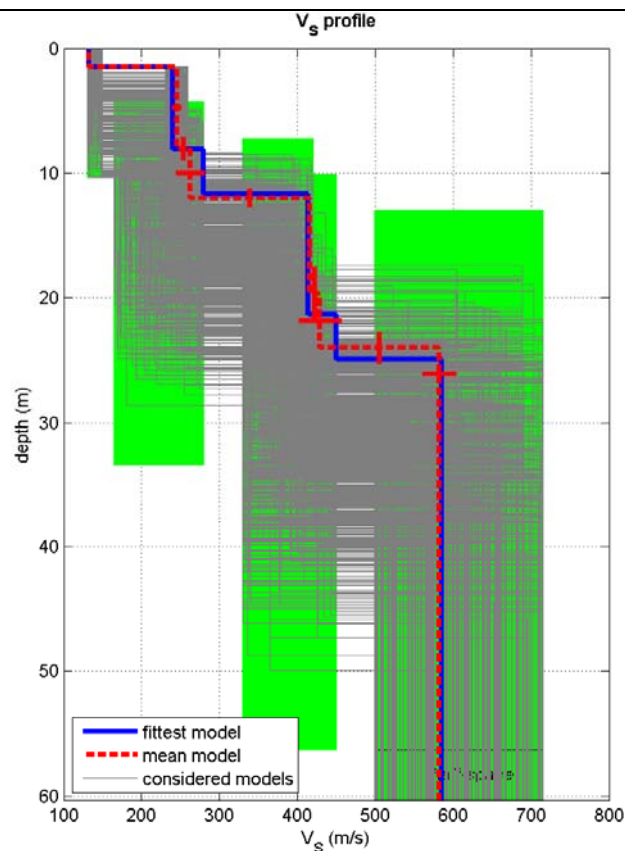
Per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS), i dati acquisiti sono stati elaborati tramite i seguenti passaggi: determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime.



PROSPERAZIONE SISMICA DI SUPERFICIE METODOLOGIA MASW



www.winmasw.com



dataset: antonino-2m-a#1.DAT
dispersion curve: SAntonino2.cdp
Vs30 (best model): 328 m/s
Vs30 (mean model): 326 m/s



Profondità (m)			Spessore (m)	Vel m/s
	da	a		
Strato 1	0.0	1.5	1.5	132
Strato 2	1.5	8.0	6.5	245
Strato 3	8.0	12.0	4.0	262
Strato 4	12.0	19.7	7.7	416
Strato 5	19.7	24.0	4.3	429
Strato 6	24.0			582

$V_{s30} = 326 \text{ m/s (0 m da p.c.)}$

ALLEGATO - 3 -

INDAGINE SISMICA - HVSR

INDAGINE SISMICA – HVSR Casalgrande – S. Antonino 1

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 04/02/14 11:07:22 Fine registrazione: 04/02/14 11:27:22

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

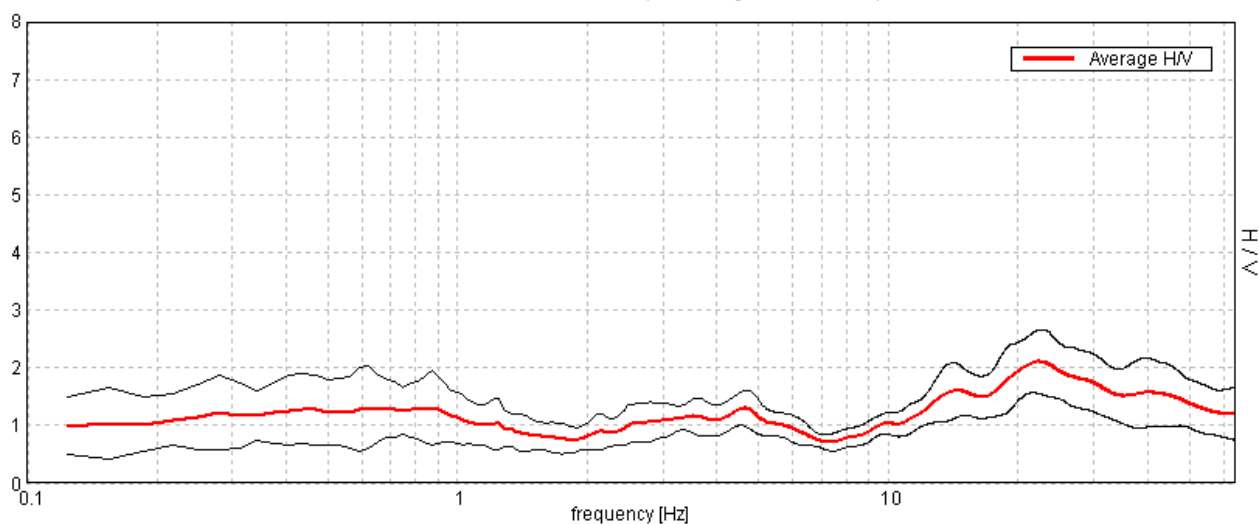
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

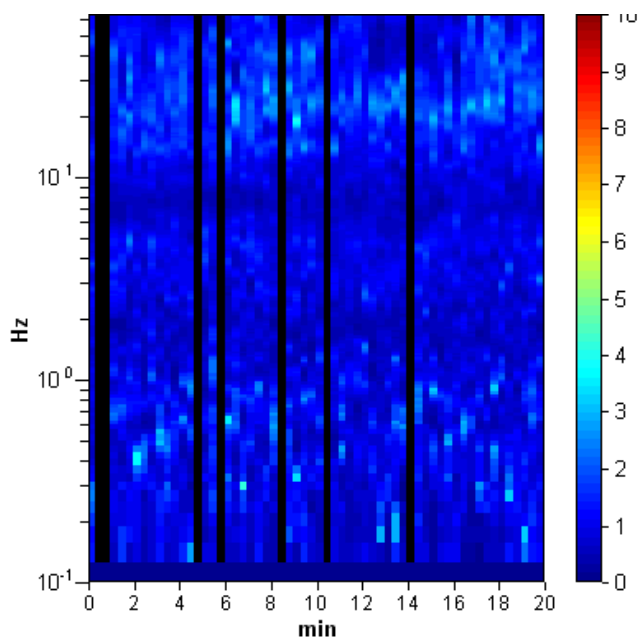
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

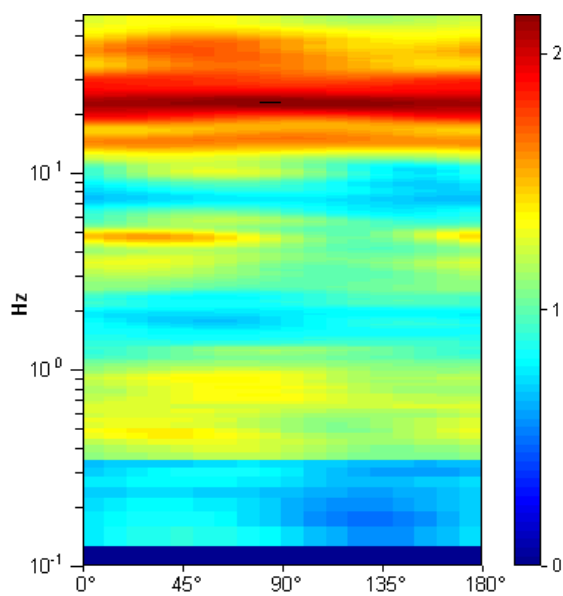
Max. H/V at 22.19 ± 1.47 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



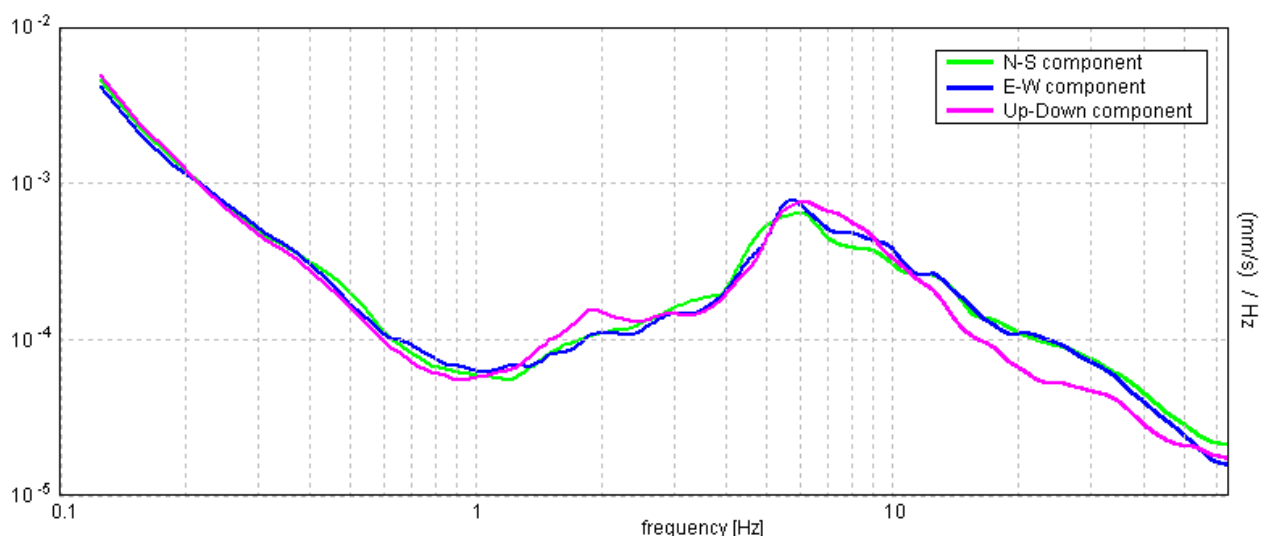
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 22.19 ± 1.47 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$22.19 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$23518.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1066	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.875 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.10 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0328 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.72785 < 1.10938$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2702 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

INDAGINE SISMICA – HVSR Casalgrande – S. Antonino 2

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 04/02/14 11:52:29 Fine registrazione: 04/02/14 12:12:29

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

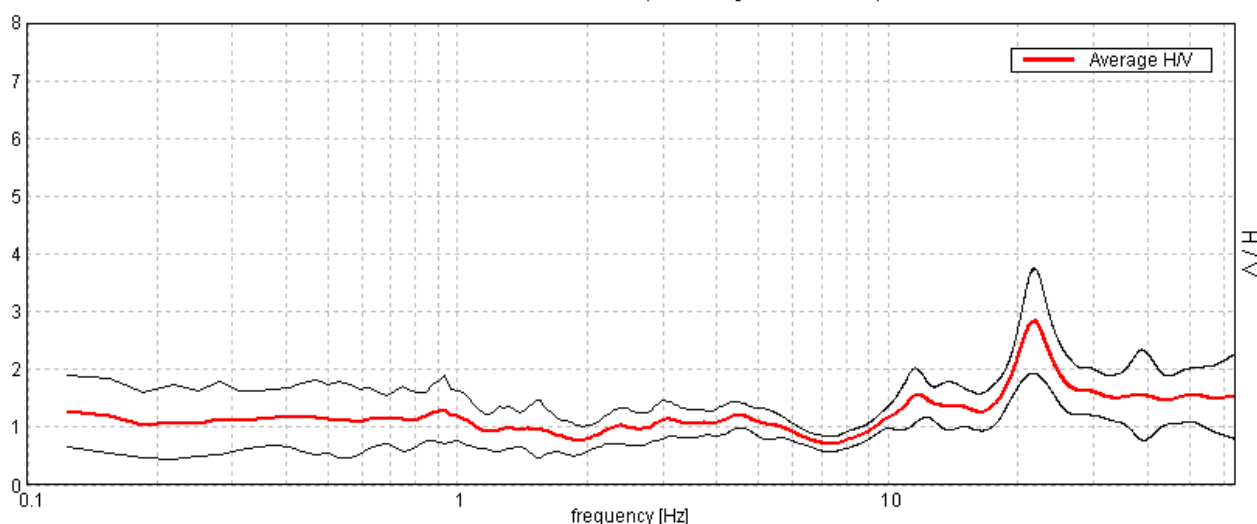
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

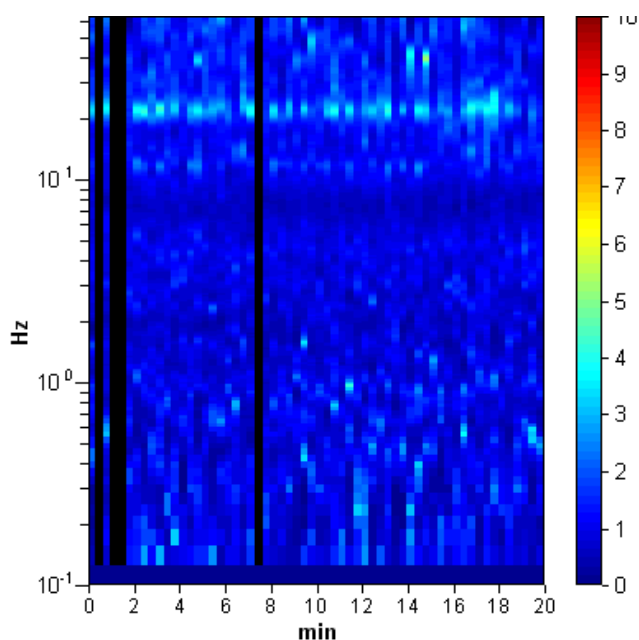
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

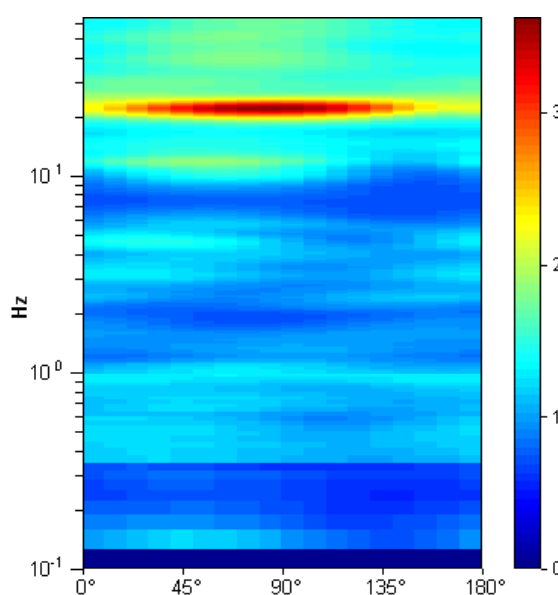
Max. H/V at 21.84 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



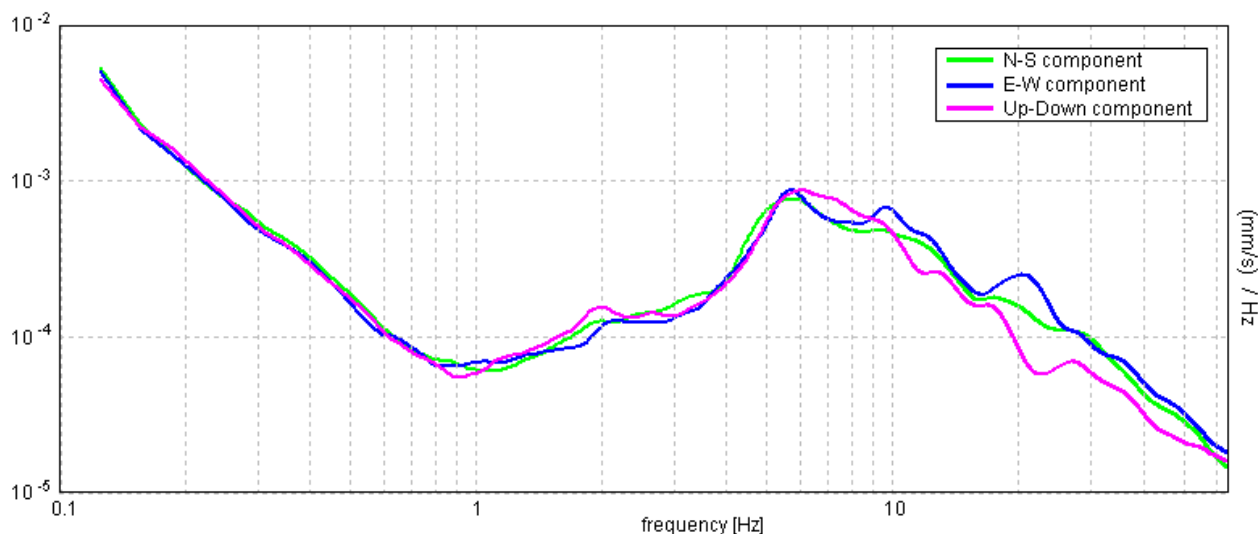
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 21.84 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$21.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$24465.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1050	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.781 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.84 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00035 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00761 < 1.09219$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4501 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. a cura della Società Geologica Italiana, 1994. Appennino Ligure-Emiliano, Guide Geologiche Regionali. BE-MA Editrice.

AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padana Veneta.-Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI

Boccaletti M., Bovini M., Corti G., Gasperini P., Martelli L., Piccardi L., Severi P., Vannucchi G. (2004) – Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna. RER, SGSS, CNR, IGG Firenze S.E.L.C.A. Firenze.

C.N.R. (1979) - Carte preliminari di suscettibilità del territorio nazionale. Pubbl. N° 227 ESA Editrice - Roma

C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Pubblic. N° 361 ESA Editrice - Roma.

DAL 111/2007. Deliberazione dell'assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 2/5/2007: Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16 comma 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". Boll. Uff. Reg. Emilia-Romagna n.64 del 17/05/2007. <http://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regioneemiliaromagna.it/geologia/>

D.M 14/01/2008 Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni. Ministero delle Infrastrutture. G.U n. 29 del 4/2/2008 – Serie Generale, Suppl. Ord. N. 30

ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI

Ferrari G - Postpischl D.(1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, Univ. MO

Gasperi G., Bettelli G., Panini F. e Pizziolo M. (1999) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 219 "Sassuolo"*. Servizio Geologico nazionale - Regione Emilia-Romagna.

Gasperi G., Bettelli G., Panini F. e Pizziolo M. (1999) – *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 219 "Sassuolo"*. Servizio Geologico, Sismico e dei suoli - Regione Emilia-Romagna.

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://demetra.regione.emilia-romagna.it/> o <http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>

Locati M., 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>.

Meletti C. e Valensise G., (2004). Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: "Gruppo di Lavoro MPS (2004).

Molin D., Stucchi M., Valensise G. con la collaborazione di C. Meletti, S. Mirena, G. Monachesi, G. Morelli, L. Peruzza, A. Zerga - Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2009) alla scala 1:50.000, foglio 219

OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.

Documento preliminare del PSC di Casalgrande 2011 QC (da approvare)

PTPC Provincia di Reggio Emilia 2009

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.

Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998) - *Riserve idriche sotterranee della regione Emilia-Romagna*. S.EL.CA. (Firenze), 120 pp.

Regione Emilia-Romagna – Provincia di Reggio Emilia (2004) – *Carta inventario del dissesto. Relazione tecnico-illustrativa e cartografia. Edizione 2003*.

Rovida A., R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>. DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11

Scandone et Alti (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.