



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa ed amm.va:
Via Annibale Zucchini, 69 - 44122 FERRARA
tel. 0532/56771 – fax 0532/56119
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387
e-mail: info@elletipi.it sito web: www.elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC
Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.T.C. In base al D.P.R. n. 380/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n° 53362 del 06/05/2005
Organismo Notificato n° 1308 (Decreto 826149 del 22 Marzo 2004 del Ministero delle Attività Produttive) ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, Decreto de
Presidente della Repubblica n° 246/1993, Decreto Ministeriale 156/2003

Autostrade per l'Italia S.p.A.

via A. Bergamini 50 - 00159 Roma



Indagini per la progettazione dell'installazione delle nuove
BARRIERE ANTIRUMORE lungo la rete ASPI.
A 1 – MACROINTERVENTO M106-107

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

dott. geol. Gianluca Ferioli



INDICE

<u>1. PREMESSA</u>	3
<u>2. INQUADRAMENTO DELL'AREA</u>	3
<u>3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....</u>	4
<u>4. IDROGEOLOGIA.....</u>	9
<u>5. SISMICITA'</u>	11
<u>6. VINCOLO IDROGEOLOGICO.....</u>	13
<u>7. RISCHIO ALLUVIONI</u>	14
<u>8. PARAMETRI SISMICI</u>	18
<u>9. ELENCO ALLEGATI</u>	23

1. PREMESSA

Su incarico della Committenza, le Autostrade per l'Italia S.p.A., con sede in via A. Bergamini 50 a Roma, la scrivente ha eseguito una valutazione geologica, geotecnica e sismica necessaria per la caratterizzazione, alla luce delle nuove normative, dei terreni su cui deve essere attuato il piano di risanamento acustico ai sensi della legge quadro 447/95, previsto nel tratto di autostrada A1 Milano – Napoli compreso tra la progressiva km 144+519 e la progressiva km 152+500, denominato Macro Intervento 106-107 (M106-107).

Per la stesura della seguente relazione e per l'esecuzione delle relative indagini in situ e prove di laboratorio, si sono seguite le disposizioni delle seguenti normative:

Regio Decreto Legislativo 30 dicembre 1923, n. 3267 «Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani»;

O.P.C.M. 20.03.2003 n°3274 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* e O.P.C.M 2.10.2003 n° 3316, *“Modifiche ed integrazioni all' n°3274 O.P.C.M. del 20.03.2003”*;

A.G.I.: *“Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica, Linee Guida – 2005”*;

D.M. 14.01.2008 *“Nuove norme tecniche per le costruzioni”*;

Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 , n. 49 Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni - Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni approvati dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali il 3 marzo 2016;

D.G.R. Emilia Romagna 2193/2015 l'aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico, denominato “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”;

Piani di gestione del territorio e dell'ambiente emanati dalle Amministrazioni Locali;

Varie norme di prova ASTM, UNI, CNR, DIN e BS, richiamate nei relativi rapporti di prova allegati;

D.M. 17.01.2018 *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”*.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area oggetto di indagine e sede del Macrointervento M106-107 è ubicata nel territorio dei comuni di Correggio, San Martino in Rio e Rubiera, in Provincia di Reggio Emilia, Emilia Romagna. Il sito è ubicato lungo il tracciato dell' A1 Milano - Napoli, tra il km 144+519 ed il km 152+500 con opere in carreggiata sud, come evidenziato dai segnaposto verdi nella figura 1.

Il Macrointervento 106-107 si compone complessivamente di 5 interventi di lunghezze variabili da tra i 376 ed i 1087 metri lineari, come indicato nella tabella sottostante.

M 106-107	carreggiata	lunghezza m	da p. k.	a p. k.
Intervento 1S	sud	376.00	146+260	146+642
Intervento 2S	sud	1087.00	147+814	148+897
Intervento 3S	sud	514.00	149+317	149+841
Intervento 4S	sud	862.00	150+258	151+119
Intervento 5S	sud	713.00	151+622	152+314

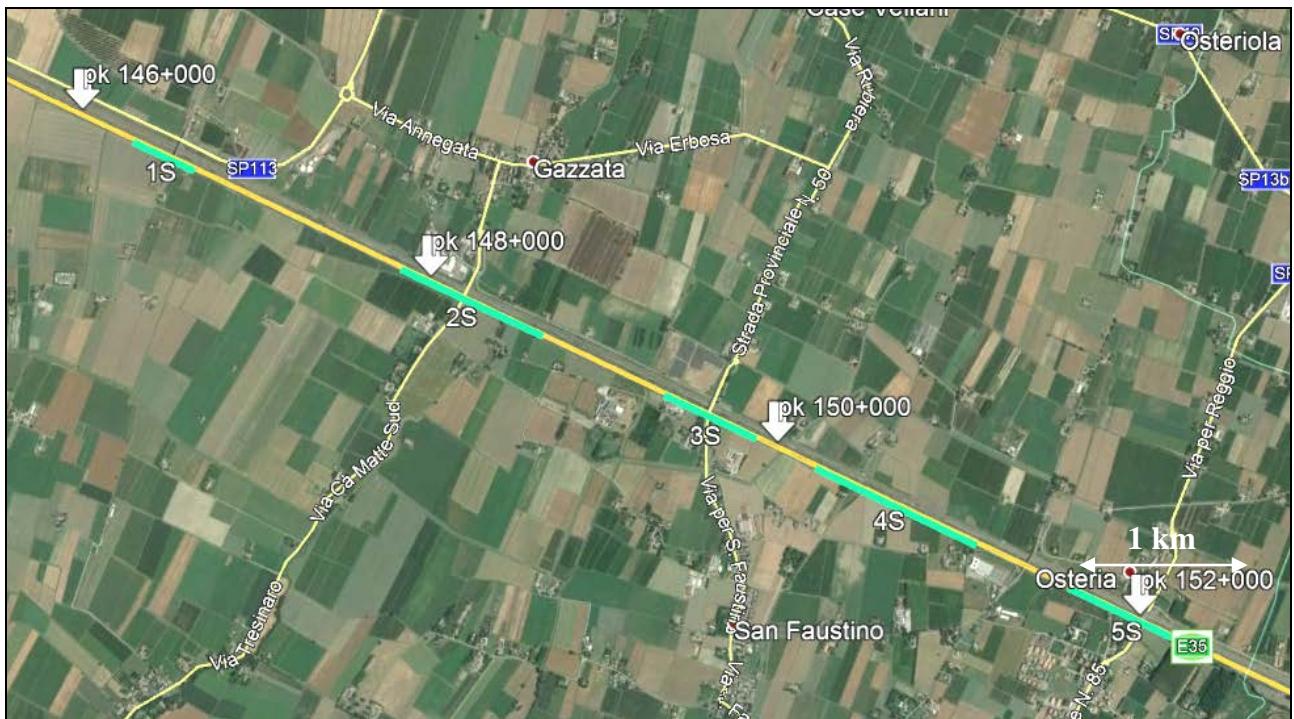


Figura 1: Stralcio topografico dell'area oggetto di indagine.

Le coordinate geografiche baricentriche di ciascun intervento, che verranno utilizzate per la valutazioni sismiche sono:

M 106-107	carreggiata	WGS 84		ED 50	
		Lat.	Long.	Lat.	Long.
Intervento 1S	sud	44.702177°	10.743914°	44.703116°	10.744924°
Intervento 2S	sud	44.695492°	10.763395°	44.696431°	10.764404°
Intervento 3S	sud	44.690007°	10.779199°	44.690946°	10.780208°
Intervento 4S	sud	44.685569°	10.791586°	44.686508°	10.792595°
Intervento 5S	sud	44.680424°	10.806516°	44.681363°	10.807523°

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Il territorio dei comuni su cui si colloca il Macrointervento 106-107, ricade nella parte centro-meridionale della Pianura Padana e, pertanto, per comprenderne i lineamenti e l'evoluzione geologica, è necessario considerare nel complesso il contesto regionale di evoluzione della Pianura.

L'assetto geologico strutturale profondo della Pianura Padana è noto soprattutto grazie ai dati emersi dalle perforazioni profonde e dalle prospezioni geofisiche effettuate per le ricerche petrolifere esposti nelle pubblicazioni di PIERI & GROPPY (1981), nelle quali viene ipotizzata la sintesi stratigrafica e strutturale dell'area e puntualizzati l'andamento, l'evoluzione e la cronologia degli eventi tettonici dei diversi comparti del bacino.

La Pianura Padana costituisce, dal punto di vista geologico, un grande bacino subsidente plio-quaternario di tipo sedimentario, che comincia a delinearsi sin dall'inizio del Triassico (225 milioni di anni fa) e viene interessato da subsidenza differenziata sia nel tempo che nello spazio, in diversi periodi (Mesozoico, Cenozoico, ma soprattutto Pliocene e Quaternario), con movimenti verticali controllati soprattutto dai caratteri strutturali presenti in profondità. Nello specifico, l'area ricade nel suo settore appenninico, in diretta influenza degli affluenti di destra del Po e, in particolare, del Fiume Secchia.

Nell'ambito del suddetto bacino, i terreni olocenici, di origine alluvionale, poggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino.

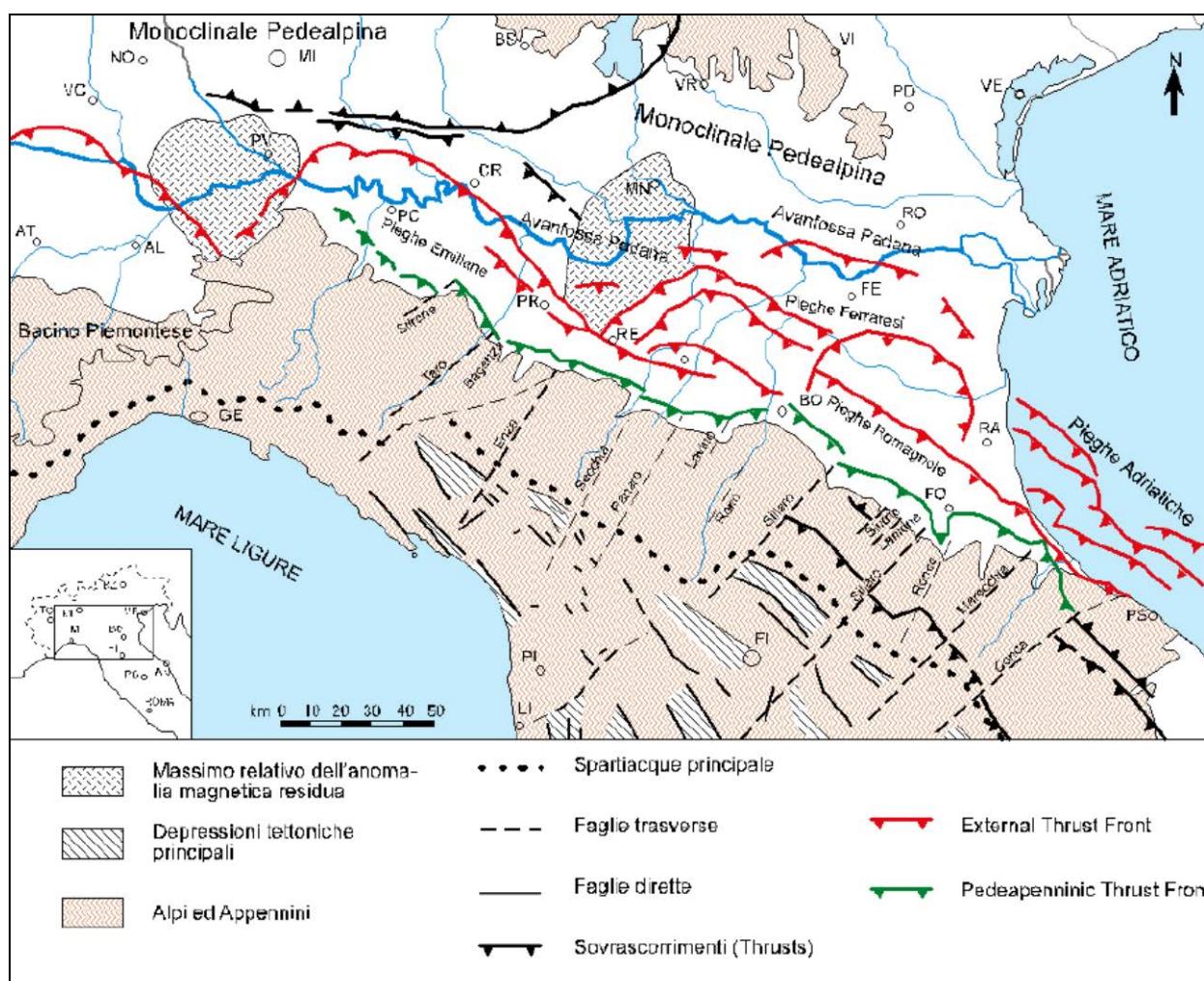


Figura 2: carta strutturale della Pianura Padana.

Dal punto di vista strutturale la Pianura Padana non costituisce un'unità omogenea: fanno infatti parte del suo sottosuolo le pieghe più esterne dell'Appennino settentrionale e delle Alpi meridionali lombarde, l'avampaese

comune alle due catene e, nel Veneto, l'avampaese della Alpi meridionali orientali e della catena dinarica; su questi elementi è impostata l'avanfossa pliocenico-quaternaria dell'Appennino (fig. 2).

Le strutture appenniniche ed alpine, infatti, si incontrano sotto la Pianura Padana all'altezza del Po, e i corpi sedimentari, che hanno "riempito" questo bacino, hanno uno spessore che va dalle poche decine di metri vicino ai rilievi, a diverse centinaia di metri nella parte centrale del bacino. Sotto ai sedimenti quaternari, di origine continentale, vi è una struttura profonda, rappresentata (per quanto riguarda il versante appenninico), da una serie di dorsali e depressioni aventi asse NO-SE, dovute ad un accavallamento tettonico conseguente al movimento NE vergente della catena appenninica tutt'ora in atto. Questo andamento ad archi e pieghe del fronte sepolto dell'Appennino, di messa in posto sempre più recente man mano si procede verso le aree più esterne, è da correlarsi con il movimento di rotazione della catena in senso antiorario, che genera raccorciamenti crustali di crescente intensità spostandosi dai settori occidentali a quelli orientali.

A grandi linee si riconoscono tre sistemi principali di strutture sepolte, dei quali due interessano la pianura emiliana-romagnola: le Pieghi Emiliane e le Pieghi Ferraresi- Romagnole (Pieri & Groppi, 1981). Le Pieghi Emiliane si presentano come una successione di accavallamenti che si sviluppano nel sottosuolo; partono a Nord-Ovest di Piacenza, formano un semiarco, per poi allinearsi a nord di Parma seguendo una direttrice NO-SE, passando da Reggio Emilia, Modena fino a Bologna, terminando in corrispondenza della linea del Sillaro.

Le Pieghi Ferraresi-Romagnole, a differenza di quelle Emiliane, sono più distanti dalla catena appenninica e rappresentano il loro elemento più esterno (fig. 3). Questi accavallamenti partono a nord delle province di Reggio Emilia e Modena con un andamento SO-NE per poi virare verso NO-SE nella bassa pianura bolognese e ferrarese. Queste pieghi presentano un sistema strutturale più complesso, formato da un numero maggiore di strutture rispetto a quello emiliano, che danno luogo a una serie di dorsali e depressioni che vanno da poche centinaia di metri fino a 8.000 m

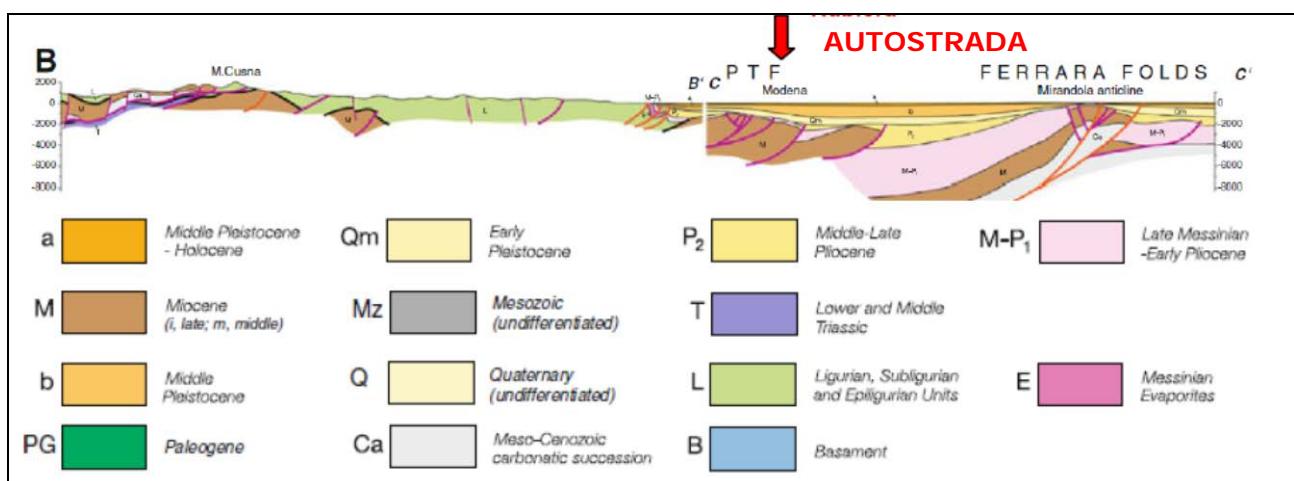


Figura 3: Sezione Geologica della Pianura Padana (da: Boccaletti et al., 2011)

Secondo il Servizio Geologico e cartografico della Regione Emilia-Romagna, le unità stratigrafiche definite ed utilizzate nel presente studio rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977). Esse sono definite come: "unità stratigrafiche composte da una successione relativamente continua e

concordante di strati geneticamente correlati, limitati alla base e al tetto da superfici di discontinuità o dalle superfici concordanti correlabili con esse”.

Le Sequenze Deposizionali, a loro volta, possono essere suddivise in:

Principali, corrispondenti ai Supersintemi e ai Cicli Sedimentari di Ricci Lucchi et alii (1982);

Minori, corrispondenti ai Sintemi;

Climatico-Eustatiche di rango superiore, corrispondenti ai Subsintemi

Dal punto di vista gerarchico di distinguono due Sequenze Principali denominate come segue:

Supersistema del Quaternario Marino, costituito da terreni paralici e marini depositisi tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore;

Supersistema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale depositisi a partire da 800.000 anni BP.

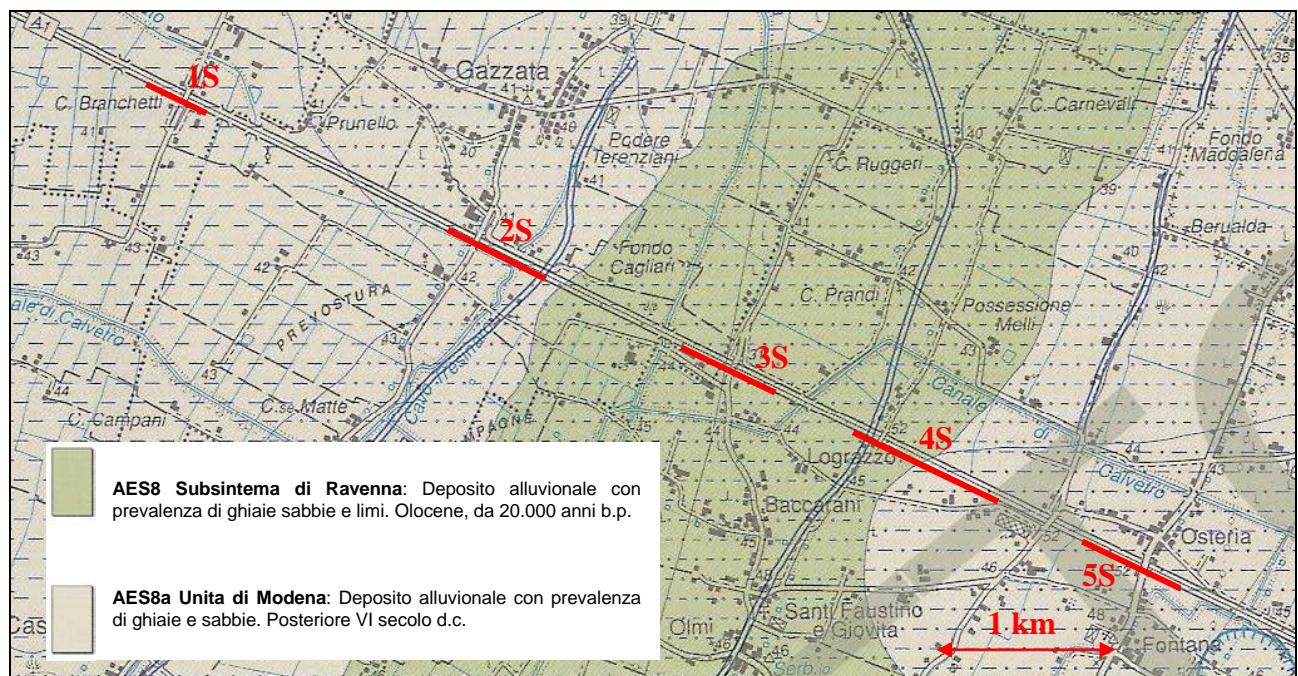


Figura 4: Carta Geologica d'Italia 1:50.000 Foglio 201 Modena

Nel complesso i depositi affioranti nella porzione di territorio in esame sono relativi al Supersistema Emiliano-Romagnolo ed in particolare al Subsistema di Ravenna, il cui tetto è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico.

Il Subsistema di Ravenna avente uno spessore massimo di circa 20 metri è suddiviso in due ulteriori unità denominate Unità Modena e Unità Idice.

L'unità Modena è costituita da una successione sedimentaria la cui deposizione è inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva.

I depositi che costituiscono questa unità sono stati suddivisi, sulla base della differenziazione genetica e stratigrafico-sedimentologica, in 3 sottounità:

- sottounità Modena 1: comprende i depositi di conoide del reticollo idrografico principale;

- sottounità Modena 2: comprende i depositi di argine naturale (o dossi di pianura);
- sottounità Modena 3: comprende i depositi di piana interfluviale (o piana inondabile).

L'unità Idice, invece, è sedimentata nell'intervallo temporale compreso tra i 20- 18.000 e i 1.500 anni fa ed appartiene al sistema deposizionale della pianura pedemontana ad alimentazione appenninica.

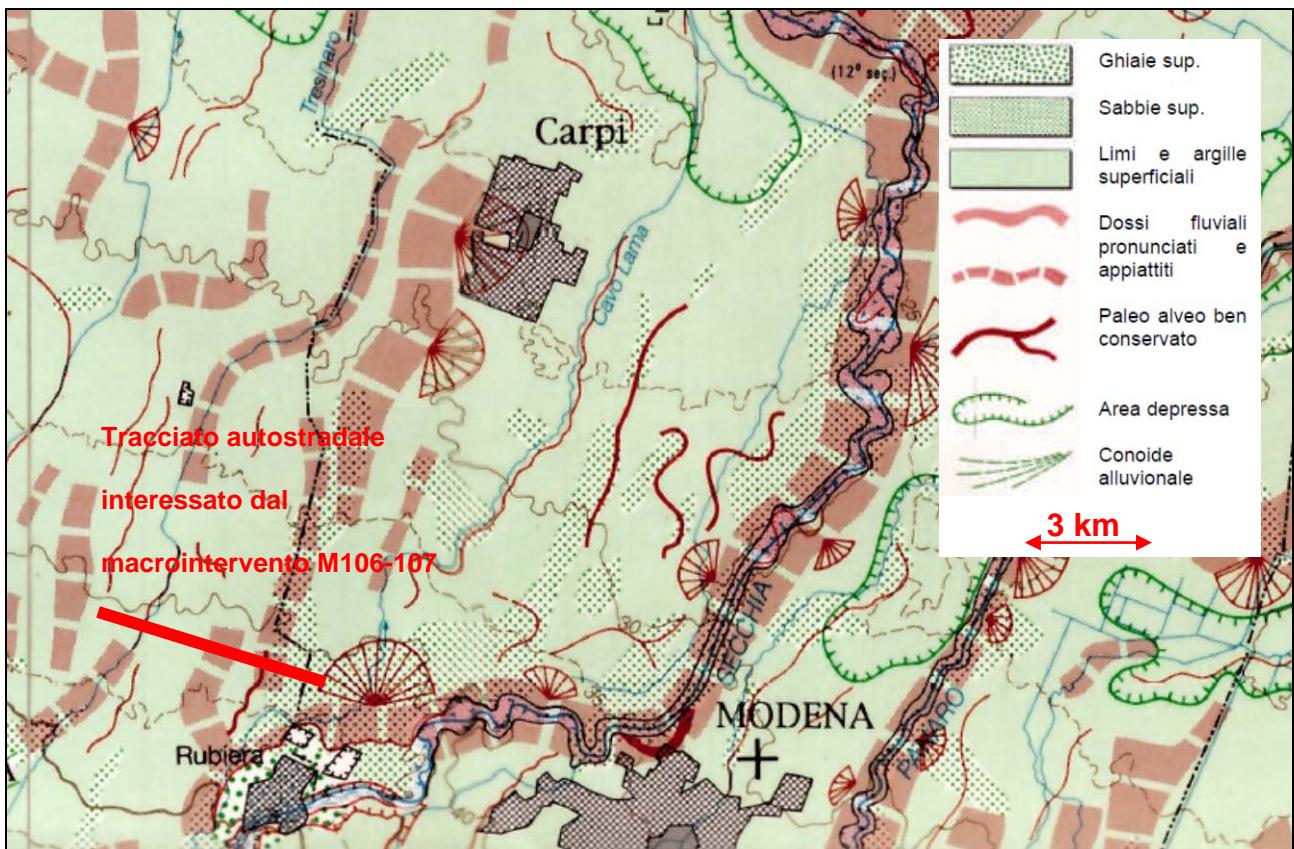


Figura 5: carta dei depositi fluviali del parmense.

La morfologia dell'area in esame risulta pianeggiante con pendenze minori dello 0,1%.

Dal punto di vista **geomorfologico**, l'area di trasformazione ricade nella bassa pianura parmense che si estende a valle della Via Emilia fino all'asse fluviale del Po.

Questo ambiente è caratterizzato dalla continua sovrapposizione sulla verticale degli apporti fluviali terrigeni; processo deposizionale agevolato dal regime di costante subsidenza e dalla ridotta capacità a divagare dei corsi d'acqua, confinati all'interno dei propri argini naturali (attualmente dai rilevati arginali artificiali).

Antecedentemente ai massicci interventi di regimazione idraulica i canali fluviali, non essendo in grado di contenere la maggior parte delle piene stagionali, andavano soggetti a frequenti e ripetute tracimazioni.

Le acque uscendo dagli alvei depositavano i materiali prevalentemente sabbiosi nelle immediate vicinanze, contribuendo così alla costruzione degli argini naturali, e più fini (limi ed argille) nelle aree distali (piane interfluviali) dove l'energia del flusso, e quindi la capacità di trasporto, diminuiva progressivamente.

All'interno dell'ambiente di bassa pianura si possono individuare 3 sottoambienti principali: i dossi, le piane interfluviali e gli alvei incisi.

I **dossi** si estendono sia a lato degli alvei fluviali che all'interno delle piane interfluviali rispecchiando nel complesso la rete idrografica superficiale sia recente che antica. Si tratta di strutture positive sospese di alcune decine di decimetri sopra il piano basale della pianura. I dossi a ridosso dei corsi d'acqua costituiscono gli argini naturali e si estendono con continuità parallelamente e a lato dell'alveo inciso o della zona golenale, mentre i dossi delle piane interfluviali presentano una forma allungata in direzione nord-est e risultano spesso livellati dalle attività di bonifica agraria. Gli argini naturali sono geometricamente caratterizzati da un profilo trasversale convesso e da una sezione triangolare con pendenza forte verso l'interno dell'asta fluviale e più dolce verso la piana interfluviale dell'ordine dello 0,2%. Localmente sono presenti dei ventagli di rotta caratterizzati in pianta da una forma di lobo o lingua, come un piccolo delta o conoide. I dossi delle piane interfluviali presentano invece una forma elissoidale allungata con superfici convesse verso l'alto.

Le **piane interfluviali** si estendono tra i corsi d'acqua comprese tra gli argini naturali. A differenza dei dossi costituiscono le aree più depresse e presentano una morfologia piatta a profilo concavo con pendenze minori dello 0,05%, anticamente sede di zone umide. Al loro interno sono talora individuabili strutture negative (aree depresse) topograficamente inferiori rispetto le altre zone circostanti. Esse costituiscono ampi catini molto svasati nei quali le curve di livello possono descrivere linee chiuse esprimendo situazioni di drenaggio difficoltoso.

I **corsi d'acqua** che interessano la bassa pianura sono caratterizzati nel settore meridionale (lato monte) da alvei a canale singolo o doppio (come descritto nel capitolo precedente e a cui si rimanda), mentre nel settore settentrionale (lato valle) da alvei meandriformi. Procedendo da monte a valle si verifica la diminuzione del gradiente topografico e quindi della competenza del corso d'acqua e ad esso si accompagna una progressiva riduzione delle classi granulometriche con aumento del grado di cernita.

La figura 5, che rappresenta uno stralcio della "Carta Geomorfologica della Pianura Padana", evidenzia in tratteggio rosso i tracciati di antichi corsi d'acqua che formavano il sistema di deflusso superficiale della bassa pianura padana. Come si può notare l'area oggetto di indagine si trova intersecata dai tratti di paleo alveo del Fiume Secchia.

Le forme prodotte dai diversi ambienti non interferiscono con le opere in oggetto in quanto queste si raccordano con l'attuale tracciato autostradale che ne vincola la quota di imposta delle fondazioni, in quanto opera già esistente. L'influenza delle diverse dinamiche deposizionali delle diverse forme del paesaggio, si ripercuote sulla tipologia di terreni che si rinverranno nel sottosuolo.

Dinamiche a più alta energia come quelle degli alvei torrentizi o fluviali depositeranno terreni medio grossolani come sabbie e ghiaie, ambienti interfluviali caratterizzati da acque stagnanti, depositeranno terreni fine e organici, come limi, argille e torbe.

4. IDROGEOLOGIA

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame vanno inquadrare nel modello evolutivo tridimensionale, sia idrogeologico che stratigrafico, dell'intera Pianura Padana emiliano-romagnola. Secondo

i più recenti studi (cfr. Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998) si distinguono, sia insuperficie che nel sottosuolo 3 Unità Idrostratigrafiche di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi (Figura 6).

Esse affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale).

Ciascun Gruppo Acquifero risulta idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a livelli argillosi di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale.

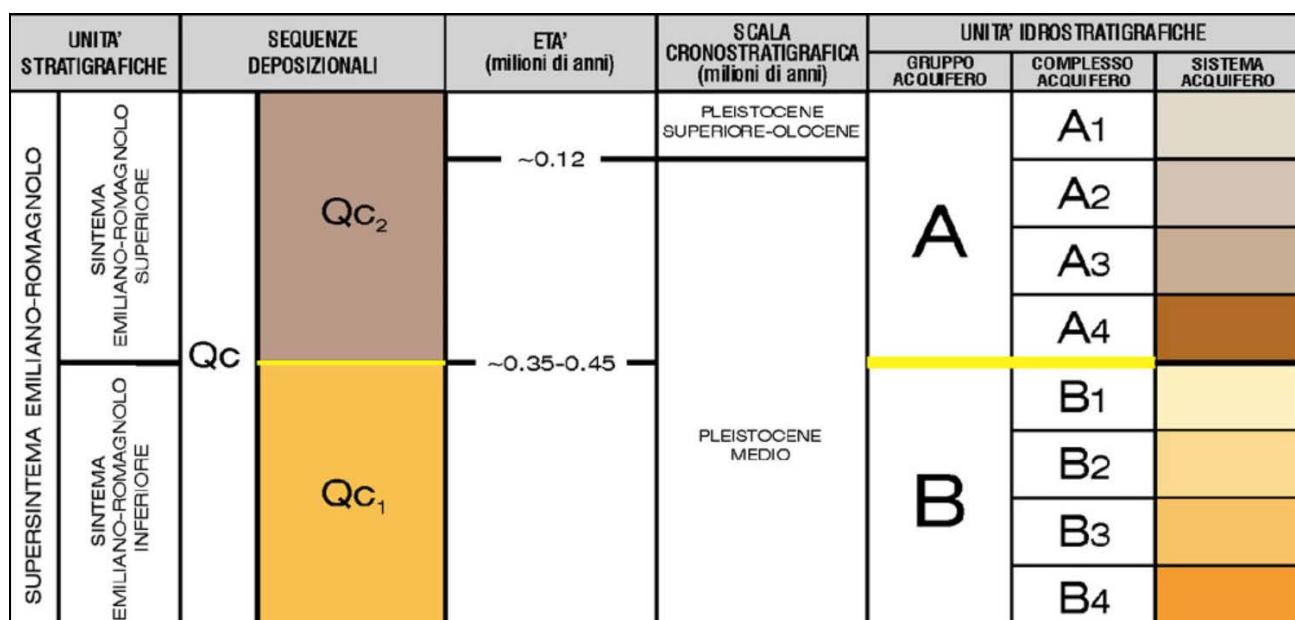


Figura 6: Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola.

L'Unità Idrostratigrafico-Sequenziale affiorante nell'area in esame e direttamente coinvolta dalle opere di fondazione dell'intervento in progetto è denominata Gruppo Acquifero A, che ricalca il Sintema Emiliano Romagnolo superiore (450.000 - 350.000 anni BP).

Il Gruppo acquifero A è essenzialmente caratterizzato da:

ghiaie e sabbie prevalenti nella pianura pedemontana;

- depositi prevalentemente fini argillosi e/o limosi attraversati in senso meridiano da corpi nastriformi di ghiaie e sabbie, nella pianura a crescita verticale;
- presenza di estese bancate sabbiose a sviluppo tabulare, a partire dall'allineamento dei centri frazionali di Paradigna e Bogolese fino all'asse fluviale del Po.

Il gruppo Acquifero A è ulteriormente suddivisibile in 5 Complessi Acquiferi, riferibili ad altrettanti Sequenze Deposizionali Elementari, contrassegnati dal superiore all'inferiore, come di seguito elencato:

- Complesso Acquifero A0 (acquifero freatico superficiale);
- Complesso Acquifero A1(primo acquifero di spessore, estensione e chimismo variabile);
- Complesso Acquifero A2 (acquifero intermedio di spessore, estensione e chimismo variabile);
- Complessi Acquiferi A3 e A4 (acquiferi profondi di spessore, estensione e chimismo variabile).

Per complesso acquifero A0 si intende l'acquifero freatico di pianura, un sottile livello di sedimenti prevalentemente fini che prosegue verso nord su tutta la pianura. Si tratta dei depositi discontinui di canale fluviale, argine e pianura inondabile in diretto contatto con i corsi d'acqua superficiali e con gli ecosistemi che da esse dipendono, oltre che con tutte le attività antropiche.

Data la litologia prevalentemente fine e lo spessore modesto (nell'ordine dei 10 m), l'acquifero freatico di pianura riveste un ruolo molto marginale per quanto concerne la gestione della risorsa a scala regionale, infatti non è considerato nello schema idrografico classificativo riportato in fig. 6. E' invece molto sfruttato nei contesti rurali, dove numerosi pozzi a camicia lo sfruttano per scopi prevalentemente domestici, e riveste una funzione particolarmente importante da un punto di vista geotecnico in quanto il livello freatico determina il grado di saturazione dei terreni.

L'acquifero A0 freatico, nell'areale oggetto di indagine, non è una risorsa sottoposta a vincoli di vulnerabilità, se non per le normative di tutela ambientale dall'inquinamento (d.lgs. 152/06)

Sulla base dell'elaborazioni presentate nei PSC dei comuni interessati dall'opera in progetto, la falda acquifera presenta soggiacenza abbastanza irregolare, con valori compresi tra un minimo di 2.0 m e un massimo di 16.0 m di profondità dal piano campagna; i valori medi sono compresi tra 4 m e 6 m. I valori più bassi si hanno nella zona a sud del tracciato autostradale, dove i livelli piezometrici si attestano già a 2.0 m dal p.d.c., da imputare all'azione alimentante del fiume Secchia.

Le attività connesse all'installazione delle barriere antirumore non costituiscono un pericolo per i fontanili, poiché coinvolgono porzioni relativamente superficiali di terreno, oltre un chilometro a valle dai fontanili più vicini al tracciato autostradale.

5. SISMICITA'

La sismicità dell'Emilia Romagna può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, poiché i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud-orientale, in particolare nell'Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5) sono il margine appenninico-padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico.

L'area in oggetto ricade lungo i margini della Zona Sismogenetica 912, che rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale, comprendente le Pieghi Ferraresi e l'alto di Mirandola. Responsabili della sismicità sono strutturepressive (prevalentemente thrust), ma anche transpressive, allineate lungo il margine appenninico a breve distanza da esso.

La magnitudo massima attesa nella ZS 912 è di Maw 6.14 Richter. Per quanto riguarda la profondità efficace, cioè lo strato sismogenetico, ovvero l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti, nell'area in esame l'analisi sismologica individua detto valore a circa 7 Km di profondità.

I maggiori terremoti manifestatisi in epoca storica del reggiano sono stati i terremoti del 1501 e del 1832 rispettivamente di intensità di 8.5 e 7.5 gradi della scala Mercalli, stimati di magnitudo 5.85 e 5.59 della scala Richter.

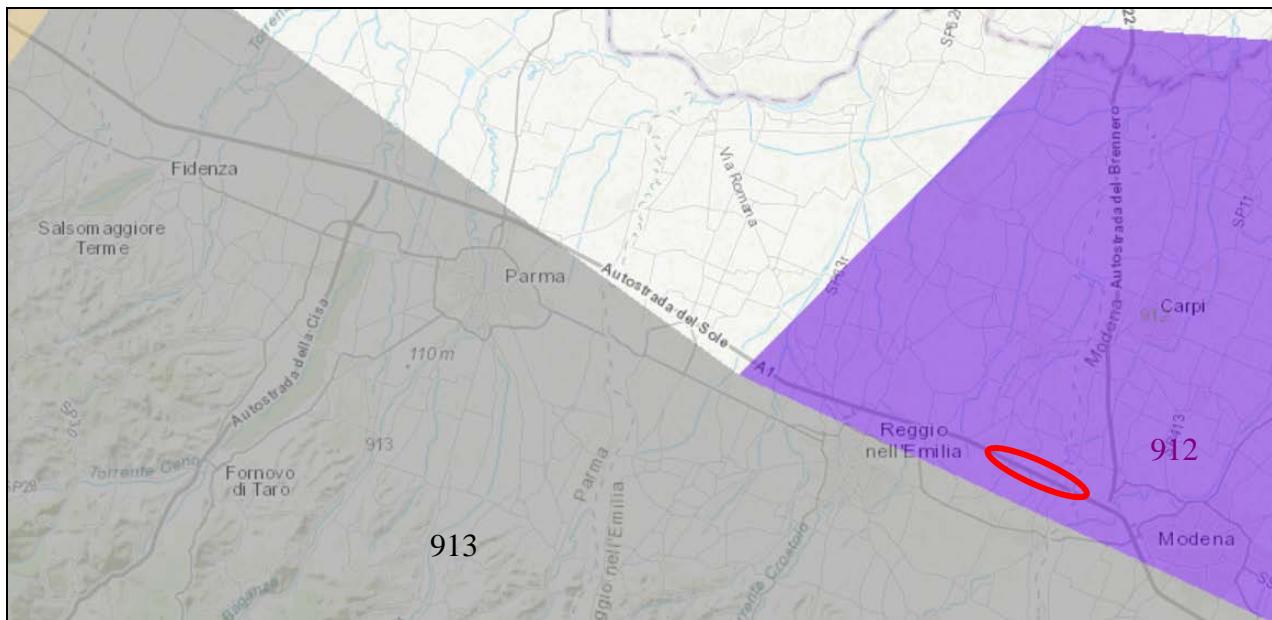


Figura 7: Stralcio ArcGIS Casta Sismogenetica d'Italia – Zone ZS9.

Tali eventi storici sono perfettamente congruenti con i recenti sismi del 20 e 29 maggio 2012, che confermano l'intensità sismica dell'areale emiliano romagnolo.

Nella tabella sottostante sono riportati i terremoti più intensi verificatisi in un raggio di 50 chilometri dal baricentro del sito oggetto di studio, come registrati nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2004.

Anno	Areale	Io	Maw	Lat	Lon
1501	Appennino modenese	85	5.85	44.520	10.850
1832	Reggiano	75	5.59	44.770	10.470
1831	Reggiano	75	5.48	44.750	10.550
1996	Correggio	70	5.44	44.782	10.683
1671	Rubiera	70	5.34	44.709	10.814
1810	Novellara	70	5.28	44.898	10.712
1806	Novellara	70	5.26	44.862	10.671
1857	Parmense	65	5.26	44.749	10.480
1811	Sassuolo	70	5.24	44.572	10.728
1547	Reggio Emilia	70	5.21	44.700	10.630
1923	Formigine	60	5.21	44.595	10.799
1873	Reggiano	65	5.13	44.612	10.701
1904	Reggiano	60	5.13	44.480	10.630
1987	Reggiano	60	5.05	44.797	10.697

Il territorio dei comuni di Rubiera, San Martino in Rio e Correggio, sono classificati secondo l'OPCM 3274 del 20.03.2003, in zona 3, le cui azioni sismiche sono governate dalle accelerazioni riportate nella tabella sottostante.

ZONA	a_g =accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

Tale classificazione ora è utilizzata solo a fini amministrativi per la pianificazione territoriale.

Per la definizione dei parametri sismici di progetto verrà utilizzata la carta della pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia entrata in vigore con l'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n.108 del 11/05/06 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

6. VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il concetto del R.D.L. n° 3267 è chiaramente enunciato all'art. 1 che così recita: "Sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7,8 e 9 (articoli che riguardano dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo), possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque".

Il vincolo idrogeologico riguarda le aree da tutelare per motivi di difesa del suolo. La difesa del suolo dai dissesti si attua specialmente nelle aree collinari e montane.

Lo scopo principale del Vincolo Idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di garantire che tutti gli interventi che vanno ad interagire con il territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né innescino fenomeni erosivi, ecc., con possibilità di danno pubblico.

Il Vincolo Idrogeologico in generale non preclude la possibilità di intervenire sul territorio.

Gli interventi in aree sottoposte a vincolo idrogeologico devono essere progettati e realizzati in funzione della salvaguardia e della qualità dell'ambiente, senza alterare in modo irreversibile le funzioni biologiche dell'ecosistema in cui vengono inseriti ed arrecare il minimo danno possibile alle comunità vegetali ed animali presenti, rispettando allo stesso tempo i valori paesaggistici dell'ambiente (Deliberazione G.R. Emilia Romagna 11 luglio 2000 n. 1117).

Per le opere oggetto di indagine non è presente il vincolo idrogeologico, in quanto esse ricadono interamente in area di pianura, al di fuori delle comunità montane tipicamente soggette a vincolo, e non interessano i comuni di pianura con presenza di vincolo ed elencati nell'Allegato 1 della D.G.R. 1117/2000.

7. RISCHIO ALLUVIONI

Secondo il Piano di gestione del rischio di alluvioni, l'area oggetto di studio fa parte delle competenze dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (UoM ITN008), e dei suoi principali affluenti nei tratti di pianura.

Gli ambiti territoriali di pericolosità i dividono in:

- Reticolo naturale principale di pianura (RP), costituito dall'asta del Fiume Po e dai suoi principali affluenti nei tratti di pianura;
- Reticolo secondario di Pianura: il reticolo secondario di pianura (RSP), costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio-bassa pianura padana.

Di seguito si riportano, per ogni ambito territoriale, le cartografie della:

- "Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti"
- "Mappa del rischio potenziale".

MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ E DEGLI ELEMENTI POTENZIALMENTE ESPOSTI

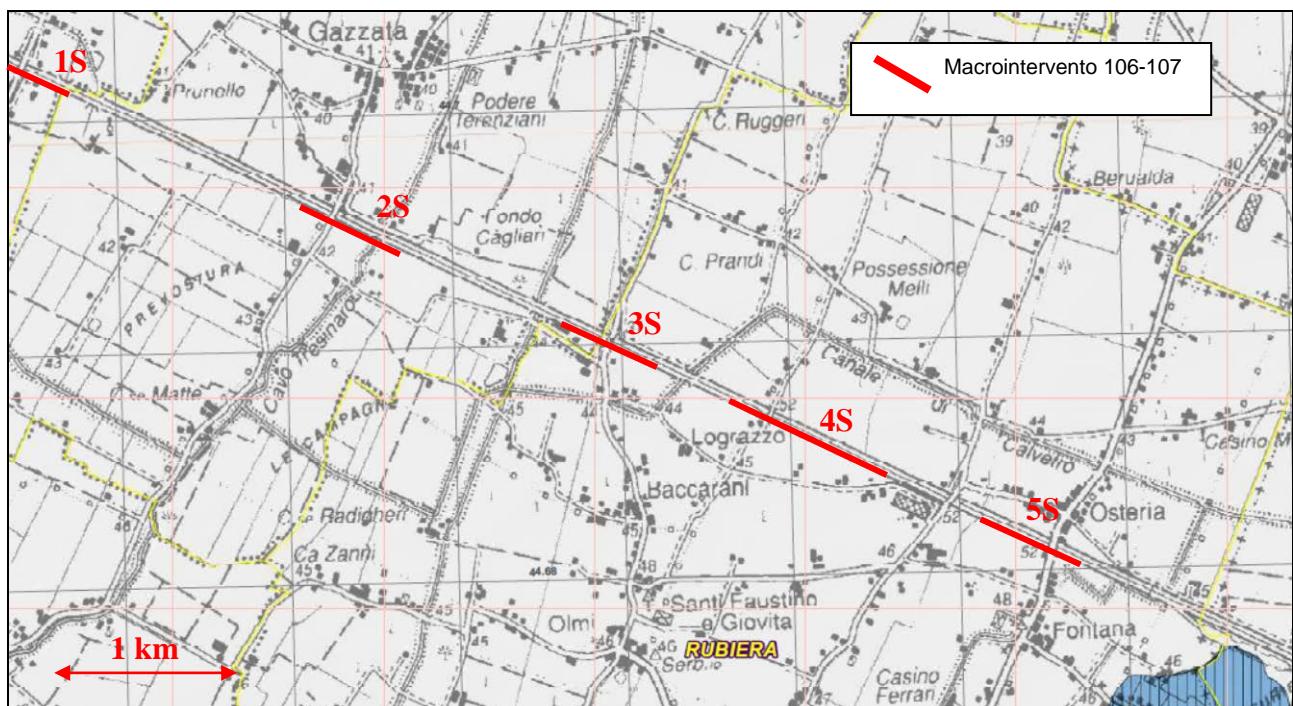


Figura 8: RETICOLO NATURALE PRINCIPALE E SECONDARIO

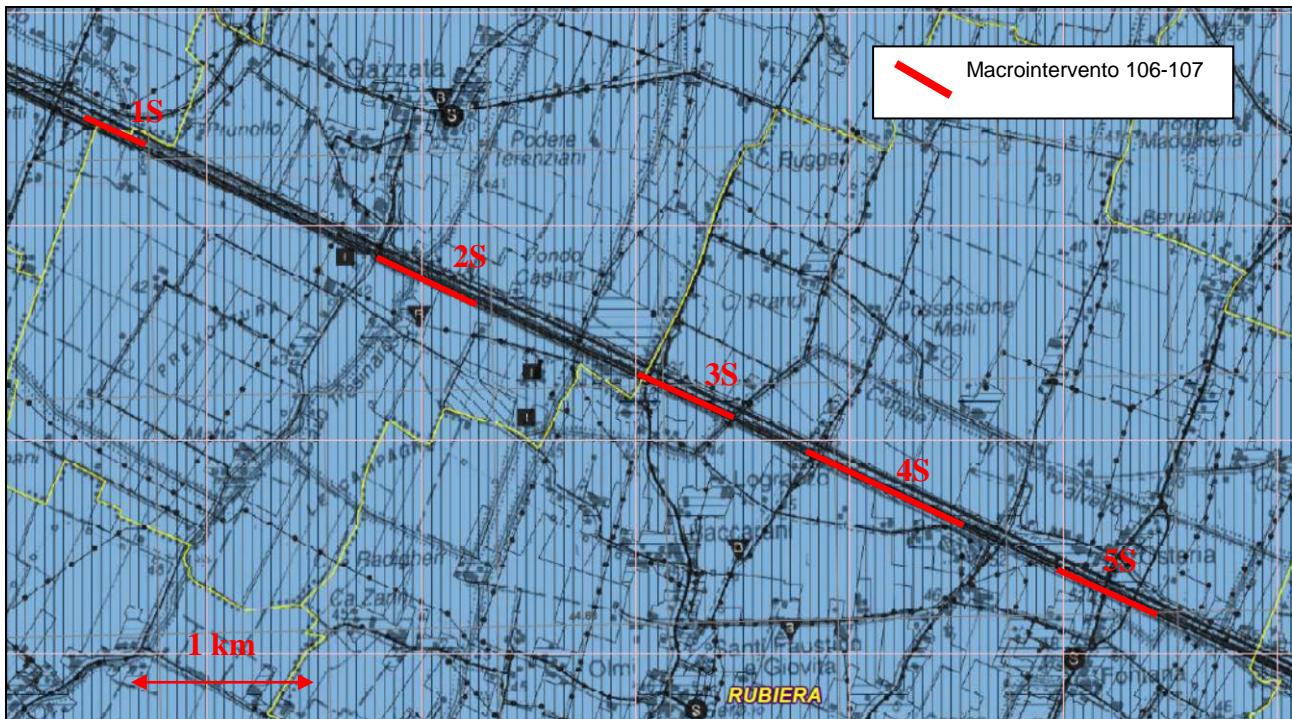
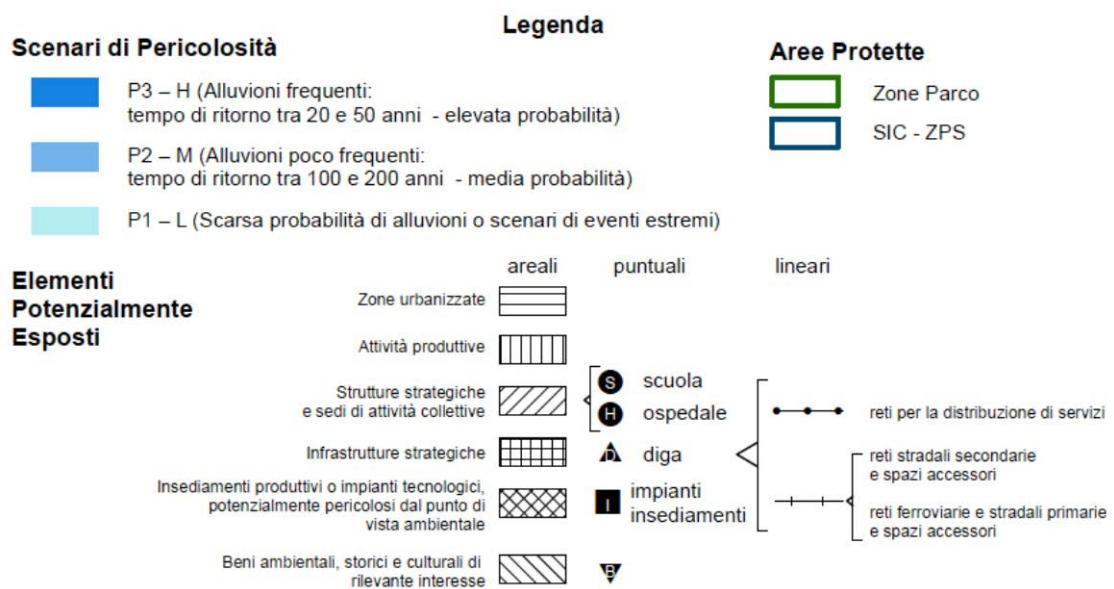


Figura 9: RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA



MAPPA DEL RISCHIO POTENZIALE

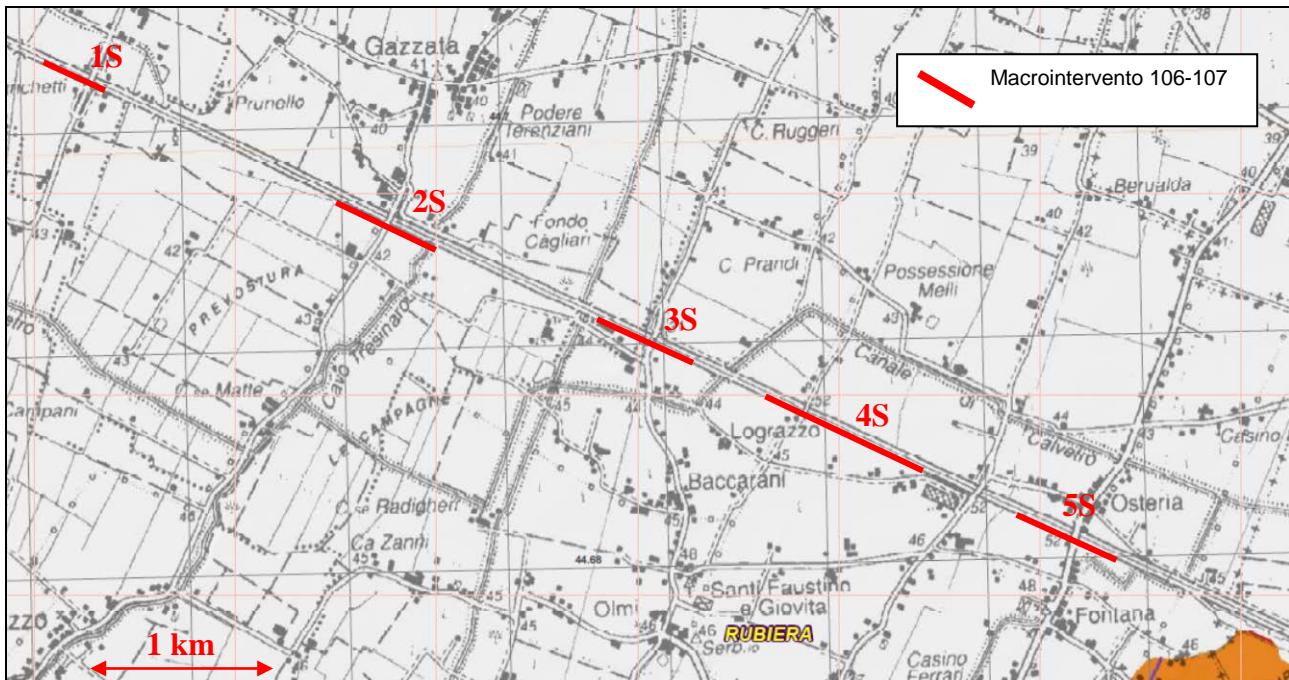


Figura 10: RETICOLO NATURALE PRINCIPALE E SECONDARIO

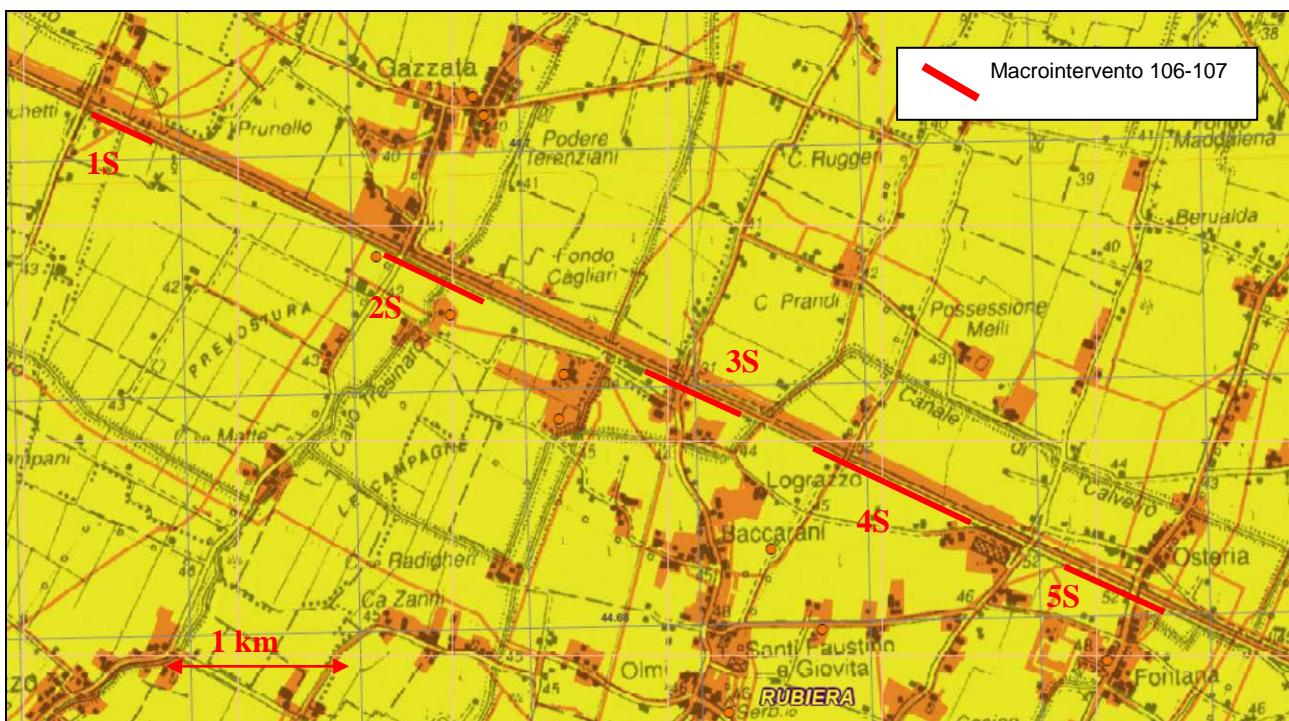


Figura 11: RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA

Legenda

Arene Protette		Zone Parco		SIC - ZPS
Classi di Rischio				
R1	puntuali		lineari	
R2				
R3				
R4				

Le cartografie rappresentate nelle figure 8 e 9 consistono nel quadro conoscitivo della pericolosità di alluvioni relativa al reticolo idrografico naturale e degli elementi potenzialmente esposti a seconda dell'ambito territoriale considerato. Come si evince nelle mappe riportate alle pagine precedenti, l'area oggetto di studio è identificata in uno scenario **P2 – M (Alluvioni poco frequenti, tempo di ritorno 100 – 200 anni, media probabilità)** nell'ambito territoriale del Reticolo naturale principale e secondario (RP) (solo per la parte occidentale del Macrointervento di interesse) e per il Reticolo secondario di Pianura (per l'intero tratto interessato dal Macrointervento in oggetto).

Le cartografie rappresentate nelle figure 10 e 11 consistono nella mappatura del rischio di alluvioni. Tali mappe indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni, nell'ambito degli scenari, prevedendo n°4 classi di rischio:

- R4 (rischio molto elevato): per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
- R3 (rischio elevato): per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni relativi al patrimonio ambientale.
- R2 (rischio medio): per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- R1 (rischio moderato o nullo): per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Le mappe del rischio elaborate sono costituite da tre tematismi:

- Copertura poligonale: derivante dall'intersezione effettuata tra pericolosità ed elementi esposti di tipo areale (uso del suolo, ecc.);
- Copertura lineare: derivante dall'intersezione effettuata tra pericolosità ed elementi esposti di tipo lineare (p.e. viabilità stradale e ferroviaria, ecc.);
- Copertura puntuale: derivante dall'intersezione effettuata tra pericolosità ed elementi esposti di tipo areale (istituti scolastici, strutture sanitarie ed ospedaliere, impianti IED, ecc.).

Gli elementi a rischio di tipo puntuale (p.e. istituti scolastici) e lineari (p.e. viabilità stradale) sono stati rappresentati attribuendo al punto o alla linea il colore corrispondente al livello di rischio derivante dal calcolo.

Sulla base delle cartografie riportate alle pagine precedenti (figure 10 e 11), l'area oggetto di studio si colloca all'interno della classe di rischio **R2 (rischio medio)** relativamente al Reticolo naturale principale e secondario (RP) (solo per la parte occidentale del Macrointervento di interesse) e per il Reticolo secondario di Pianura (per l'intero tratto interessato dal Macrointervento in oggetto).

Relativamente al rischio alluvioni, le opere in oggetto **non presentano particolari criticità** in quanto queste si collocano lungo al sommità del rilevato autostradale esistente. Si tratta inoltre di opere "aperte", che

possono essere aggirate dalle acque di un eventuale evento alluvionale non creando una barriera permanente con carichi idraulici statici significativi.

Essendo le opere in oggetto situate in aree di pericolosità P2 (Fascia B PAI Po) (Delibera Giunta Regionale Emilia Romagna 1300/2016), relativamente all'azione idrodinamica delle alluvioni sulle barriere si può considerare una velocità media dell'acqua di 0.4 m/s, che viene normalmente ritenuta modesta ("Edifici in aree a rischio di alluvione. Come ridurne la vulnerabilità". AIPO e UNI Pavia 2009).

8. PARAMETRI SISMICI

8.1. CATEGORIA SISMICA DEL SOTTOSUOLO

L'NTC 2008, come confermato dalle NTC 2018, ha cambiato l'approccio alla valutazione del rischio sismico, introducendo la necessità della sua valutazione in funzione del sito.

La Vs30, cioè la velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri di sottosuolo, è il parametro che classifica la risposta simica del sottosuolo in funzione della stratigrafia presente nel sito.

La Vs30 è stata determinata attraverso il rilievo geofisico MASW (multichannel analysis of surface waves) durante una campagna di indagine eseguita da questa società luglio 2017, ed è risultata essere per le seguenti prospezioni eseguite rispettivamente:

M107 MASW 01 km 146+550 Nord di: 241 m/s;

M107 MASW 02 km 148+150 Sud di: 226 m/s;

M107 MASW 03 km 149+400 Nord di: 218 m/s;

M107 MASW 04 km 150+700 Sud di: 209 m/s.

M107 MASW 05 km 151+700 Sud di: 240 m/s.

che consente di attribuire al **sottosuolo la categoria sismica "C"**.

Nei rapporti di prova M.A.S.W. allegati alla presente relazione sono indicate le ubicazioni delle stesse e riportati i diagrammi di acquisizione, nonché le relative interpretazioni.

8.2. AZIONE SISMICA CON METODI SEMPLIFICATI

La categoria di suolo sismico consente di definire l'amplificazione sito dipendente che un sisma di riferimento può sviluppare, la pericolosità sismica del sito fornisce le l'intensità delle azioni sismiche da attendersi.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se (T) , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Nell'NTC 2008, come confermato dalle NTC 2018, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag: accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo: 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.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

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

I suddetti parametri si possono ricavare dalla mappa della pericolosità sismica realizzata dall'INGV, e che si compone di una maglia di 16000 punti i cui essi sono definiti, attraverso la media pesata alle coordinate geografiche del sito in esame rispetto ai vertici della maglia entro cui esso si trova.

Il periodo di riferimento VR è dato da: VR = VN x CU

Dove VN è la vita nominale di un'opera strutturale, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, ed è definita dalla tabella sottostante.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V _N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

CU è il valore del coefficiente d'uso, definito al variare della classe d'uso come indicato nella sottostante tabella.

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

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, lo spettro di risposta elastico in accelerazione, della componente orizzontale, è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T ed Se sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = SS \times ST,$$

essendo SS il coefficiente di amplificazione stratigrafica e ST il coefficiente di amplificazione topografica;

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = 10/(5 + \xi)^3 \cdot 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

TC è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T^*C = CC \times TC,$$

dove T^*C è definito al § 3.2 delle NTC e CC è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo ;

TB è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$TB = TC / 3,$$

TD è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6.$$

L'amplificazione stratigrafica è definita dai coefficienti Ss e Cc , per le varie categorie di suolo sismico come riportato nella tabella sottostante.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Mentre l'amplificazione topografica è dimensionata secondo le seguenti tabelle.

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 $i > 30^\circ$

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

Con la definizione delle componenti spettrali ricavata dalle correlazioni sito dipendenti, si possono così calcolare i valori dello spostamento orizzontale dg e della velocità orizzontale vg massimo dalle seguenti espressioni:

$$dg = 0,025 \times ag \times S \times TC \times TD$$

$$vg = 0,16 \times ag \times S \times TC$$

8.3. PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA

Dalla mappa della pericolosità sismica dell'INGV, considerando:

vita nominale dell'opera, $Vn = 50$ anni;

Classe d'uso, $Cu = IV$;

vita di riferimento, $Vr = 100$ anni;

Fattore d Amplificazione topografico, $S_T = 1$ (topografia pianeggiante $< 15^\circ$)

si ricavano i seguenti parametri dell'azione sismica per ciascuno degli interventi delle verticali indagate:

INTERVENTO 1S

STATO LIMITE	T _R (anni)	a _g (g)	F _o (-)	T _c * (s)	S _S (-)
SLO	60	0.064	2.488	0.269	1.5
SLD	101	0.079	2.476	0.277	1.5
SLV	949	0.210	2.416	0.289	1.5
SLC	1950	0.271	2.395	0.295	1.5

INTERVENTO 2S

STATO LIMITE	T _R (anni)	a _g (g)	F _o (-)	T _c * (s)	S _S (-)
SLO	60	0.064	2.487	0.269	1.5
SLD	101	0.080	2.476	0.277	1.5
SLV	949	0.209	2.426	0.289	1.5
SLC	1950	0.270	2.405	0.296	1.5

INTERVENTO 3S

STATO LIMITE	T _R (anni)	a _g (g)	F _o (-)	T _c * (s)	S _S (-)
SLO	60	0.064	2.487	0.270	1.5
SLD	101	0.080	2.477	0.276	1.5
SLV	949	0.209	2.431	0.290	1.5
SLC	1950	0.270	2.411	0.298	1.5

INTERVENTO 4S

STATO LIMITE	T _R (anni)	a _g (g)	F _o (-)	T _c * (s)	S _S (-)
SLO	60	0.064	2.487	0.270	1.5
SLD	101	0.080	2.477	0.276	1.5
SLV	949	0.210	2.432	0.291	1.5
SLC	1950	0.270	2.412	0.299	1.5

INTERVENTO 5S

STATO LIMITE	T _R (anni)	a _g (g)	F _o (-)	T _c * (s)	S _S (-)
SLO	60	0.064	2.487	0.270	1.5
SLD	101	0.081	2.476	0.276	1.5
SLV	949	0.210	2.429	0.292	1.5
SLC	1950	0.270	2.410	0.300	1.5

9. ELENCO ALLEGATI

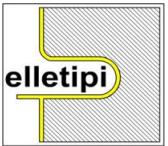
ALLEGATO 1	MASW
-------------------	-------------

Commessa 16075 - 16

Autostrade per l'Italia

ALLEGATO 1

RAPPORTI DI PROVA MASW



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 146+450 carr. Dir. Sud

PROVA: M107_MASW_01

DATA PROVA: 11/07/17

Prot.LAB 43075

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROVA M107 - MASW 01

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

Lat. :	44.702194°
Long. :	10.742478°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

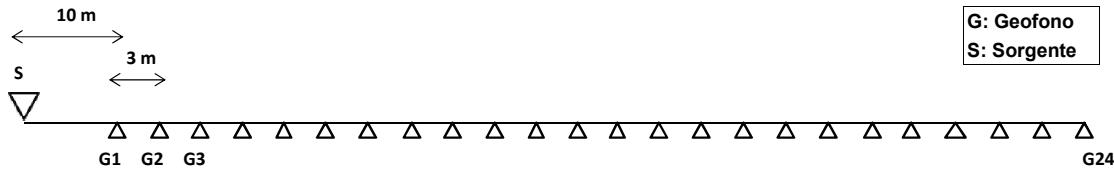
Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Gospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms



— Stendimento

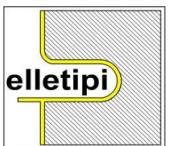


CONFIGURAZIONE DI PROVA



ELABORATO
Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO
Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007
CERTIQUALITY
SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 146+450 carr. Dir. Sud

PROVA: M107_MASW_01

DATA PROVA: 11/07/17

Prot.LAB 43075

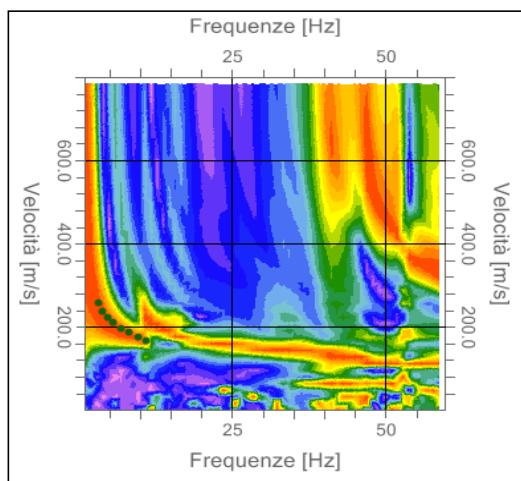
rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

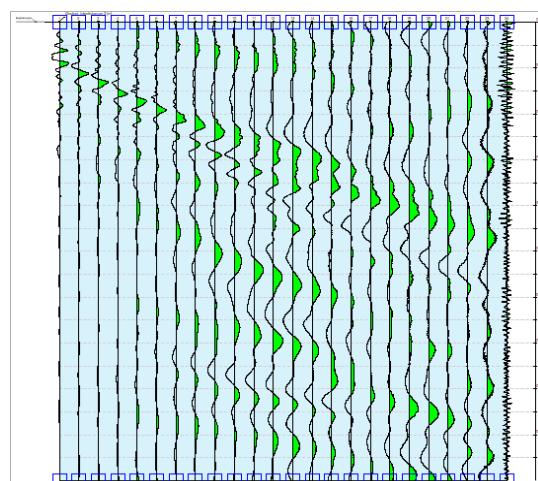
SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	18

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO

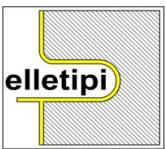


ELABORATO

Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

CERTIQUALITY
SISTEMI DI GESTIONE CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 146+450 carr. Dir. Sud

PROVA: M107_MASW_01

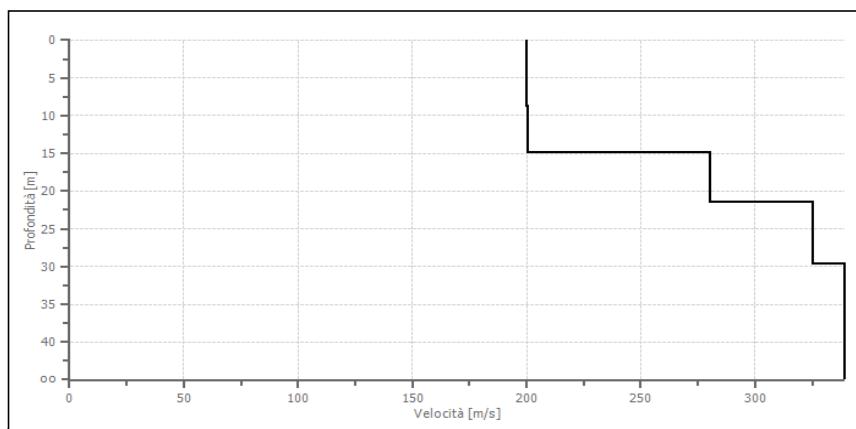
DATA PROVA: 11/07/17

Prot.LAB 43075

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	ρ	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m³]	[m]	[m]	[‐]
1	200	1800	4.51	4.51	0.35
2	200	1800	4.20	8.71	0.35
3	200	1800	6.21	14.91	0.35
4	280	1800	6.56	21.48	0.35
5	325	1800	8.15	29.62	0.35
6	339	1800	inf.	inf.	0.35

***VS₃₀ = 241 m/s**

CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C

Dati stimati

p: Densità

v: Coefficiente di Poisson

Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel simostrato

H: Spessore del simostrato

Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del simostrato

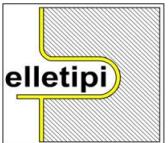
$$*VS_{30}: \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

ELABORATO

Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 148+150

PROVA: M107_MASW_02

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43076

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROVA M107 - MASW 02

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

Lat. :	44.695931°
Long. :	10.761997°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

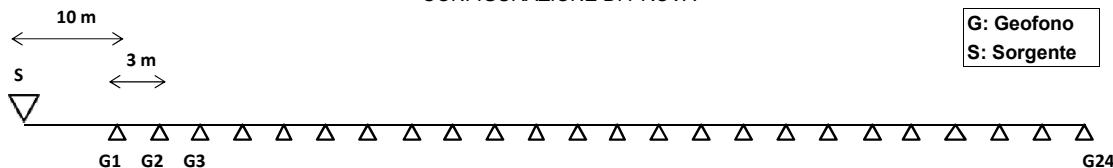


SCHEMA D'ACQUISIZIONE

Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms

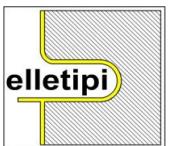


CONFIGURAZIONE DI PROVA



ELABORATO
Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO
Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007
CERTIQUALITY
SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 148+150

PROVA: M107_MASW_02

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43076

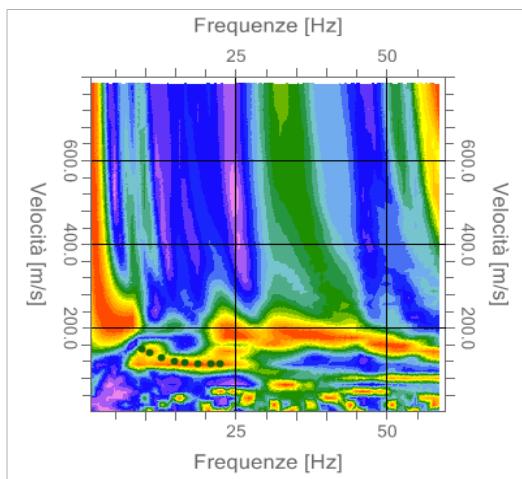
rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

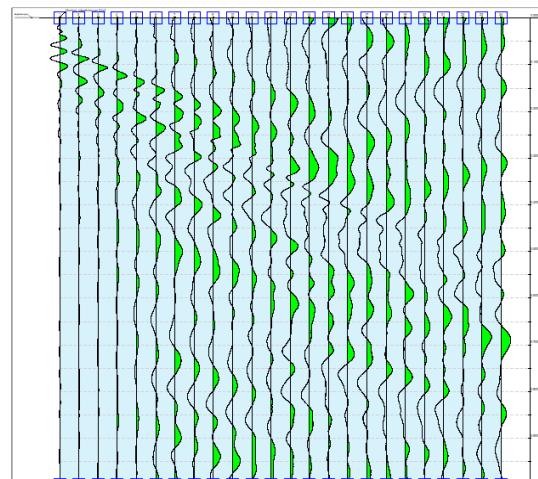
SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	16

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO

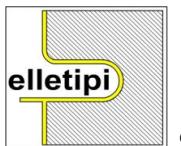


ELABORATO

Dott. Antonio Battato

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTO STRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 148+150

PROVA: M107_MASW_02

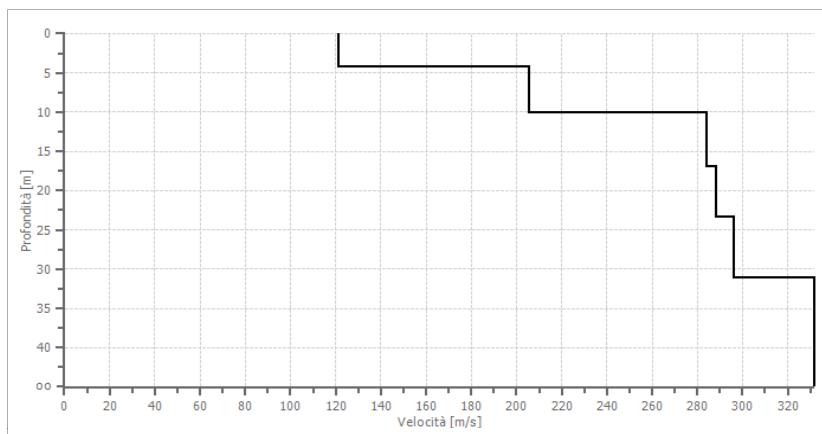
DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43076

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	ρ	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m ³]	[m]	[m]	[·]
1	121	1800	4.23	4.23	0.35
2	205	1800	5.81	10.04	0.35
3	283	1800	6.95	16.99	0.35
4	288	1800	6.44	23.43	0.35
5	295	1800	7.64	31.08	0.35
6	331	1800	inf.	inf.	0.35
*VS ₃₀ = 226 m/s					
CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C					

Dati stimati

p: Densità

v: Coefficiente di Poisson

Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel sismostrato

H: Spessore del sismostrato

Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato

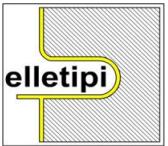
$$*VS_{30} = \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

ELABORATO

Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 149+400 carr.Dir.Sud

PROVA: M107_MASW_03

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43077

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROVA M107 - MASW 03

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

Lat. :	44.690575°
Long. :	10.775956°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

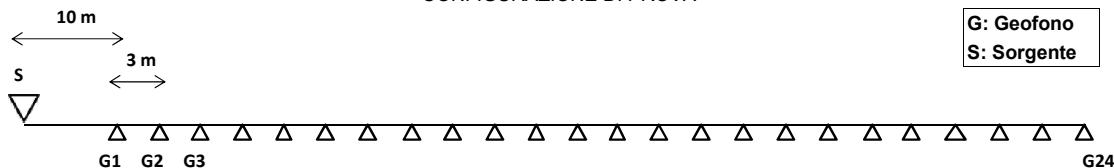
Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Gospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms



— Stendimento

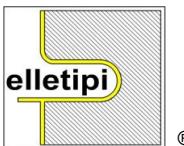


CONFIGURAZIONE DI PROVA



ELABORATO
Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO
Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

CERTIQUALITY

SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 149+400 carr.Dir.Sud

PROVA: M107_MASW_03

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43077

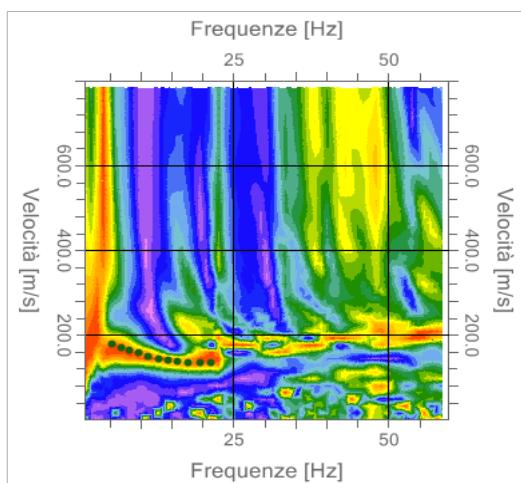
rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

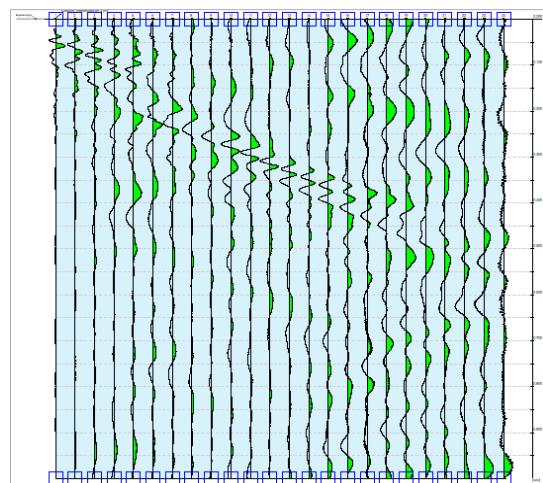
SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	15

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO

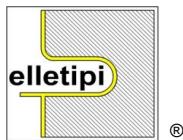


ELABORATO

Dott. Antonio Battilo

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTO TRADE PER L'ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 149+400 carr.Dir.Sud

PROVA: M107_MASW_03

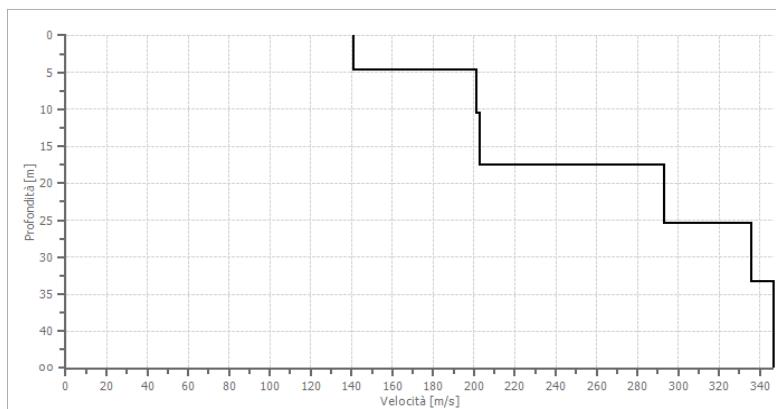
DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43077

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROFILO DI VELOCITÀ'



Sismostrato	Vs	ρ	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m³]	[m]	[m]	[·]
1	141	1800	4.64	4.64	0.35
2	200	1800	5.90	10.54	0.35
3	202	1800	6.97	17.51	0.35
4	292	1800	7.96	25.47	0.35
5	335	1800	7.83	33.31	0.35
6	346	1800	inf.	inf.	0.35

* VS₃₀ = 218 m/s

CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C

Dati stimati

ρ : Densità

v: Coefficiente di Poisson

Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel simostrato

H: Spessore del simostrato

Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del simostrato

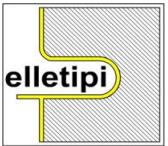
$$*VS_{30} = \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

ELABORATO

Dott. Antonio Battisti

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 150+700 carr.Dir Sud

PROVA: M107_MASW_04

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43078

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROVA M107 - MASW 04

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

Lat. :	44.685478°
Long. :	10.791094°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE

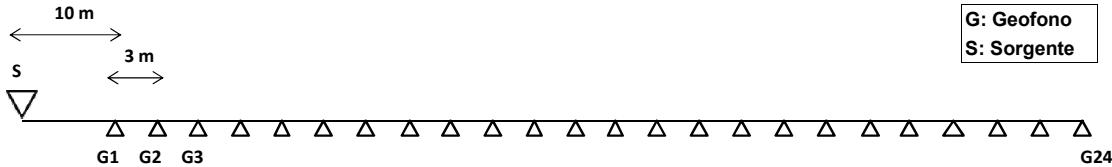


SCHEMA D'ACQUISIZIONE

Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms

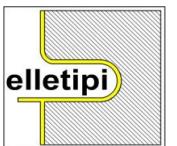


CONFIGURAZIONE DI PROVA



ELABORATO
Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO
Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007
CERTIQUALITY
SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 150+700 carr.Dir Sud

PROVA: M107_MASW_04

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43078

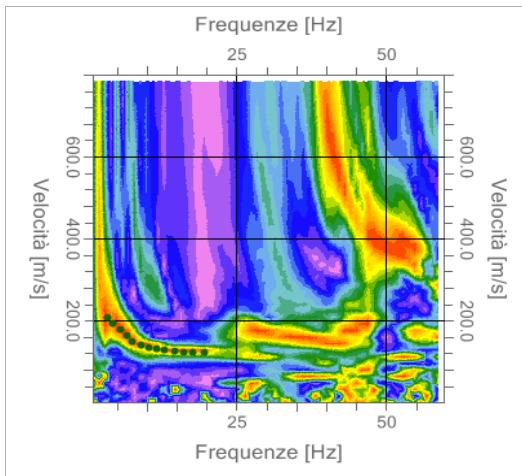
rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

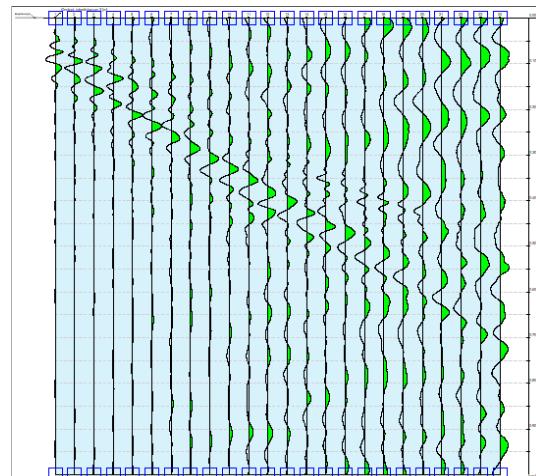
SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	15

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO

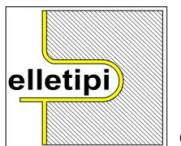


ELABORATO

Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTO STRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 150+700 carr.Dir Sud

PROVA: M107_MASW_04

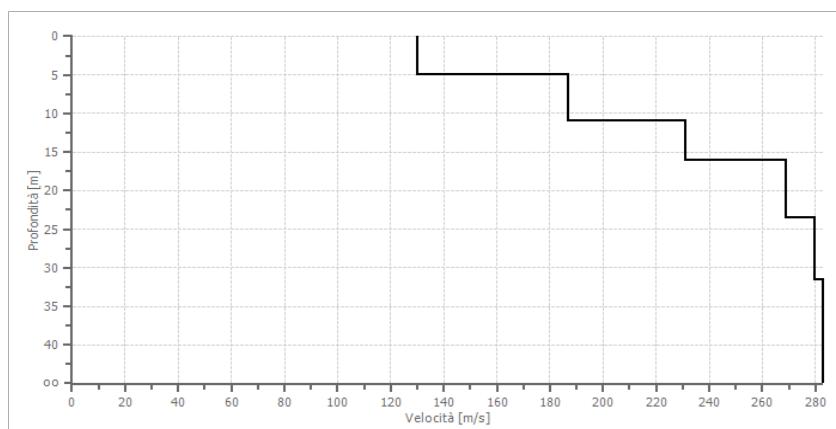
DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43078

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	ρ	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m³]	[m]	[m]	[-]
1	130	1800	4.97	4.97	0.35
2	186	1800	6.00	10.97	0.35
3	231	1800	5.04	16.02	0.35
4	268	1800	7.58	23.60	0.35
5	279	1800	7.91	31.50	0.35
6	283	1800	inf.	inf.	0.35

* $VS_{30} = 209 \text{ m/s}$

CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C

Dati stimati

p: Densità

v: Coefficiente di Poisson

Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel sismostrato

H: Spessore del sismostrato

Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato

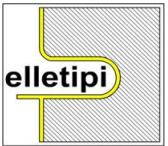
$$*VS_{30}: \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

ELABORATO

Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 151+700 carr Dir. Sud

PROVA: M107_MASW_05

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43079

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROVA M107 - MASW 05

POSIZIONE PUNTO DI SCOPPIO (Gradi decimali)

Lat. :	44.681278°
Long. :	10.801914°
Lunghezza :	69 m
Direzione	NO-SE



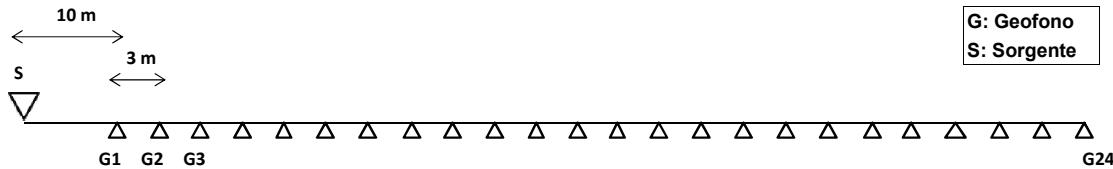
— Stendimento

SCHEMA D'ACQUISIZIONE

Sismografo:	Geometrics geode
N° geofoni:	24(Geospace 4,5Hz)
Dist. Intergeofonica:	3 m
Offset:	10 m
Intervallo. camp:	0.125 ms

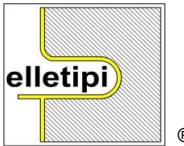


CONFIGURAZIONE DI PROVA



ELABORATO
Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO
Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007
CERTIQUALITY
SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTOSTRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 151+700 carr Dir. Sud

PROVA: M107_MASW_05

DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43079

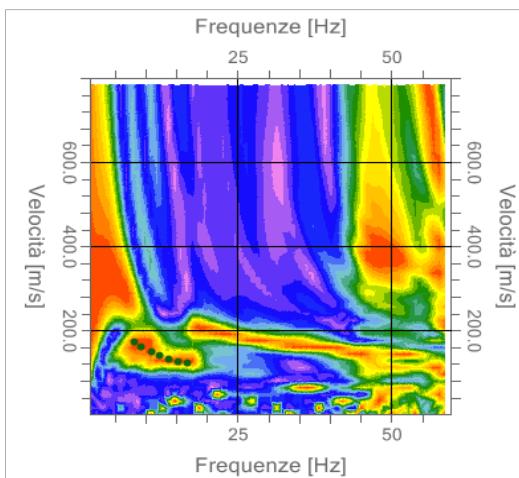
rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

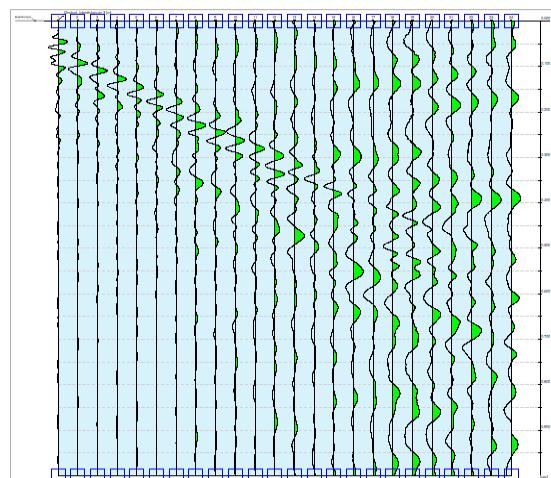
SPECIFICHE D' ELABORAZIONE

Software Acquisizione:	Seismodule Controller
Software Elaborazione:	Easy MASW
Sismogrammi Acquisiti:	22

SPETTRO F/V



SISMOGRAMMA MEDIO

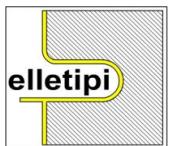


ELABORATO

Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

RAPPORTO DI PROVA ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI DATI SISMICI CON METODO MASW

COMMITTENTE: AUTO STRADE PER L' ITALIA SPA - Via Bergamini, 50 - 06100 Roma

LOCALITA': Reggio Emilia (RE)

OPERA/UBICAZIONE: Autostrada A1 km 151+700 carr Dir. Sud

PROVA: M107_MASW_05

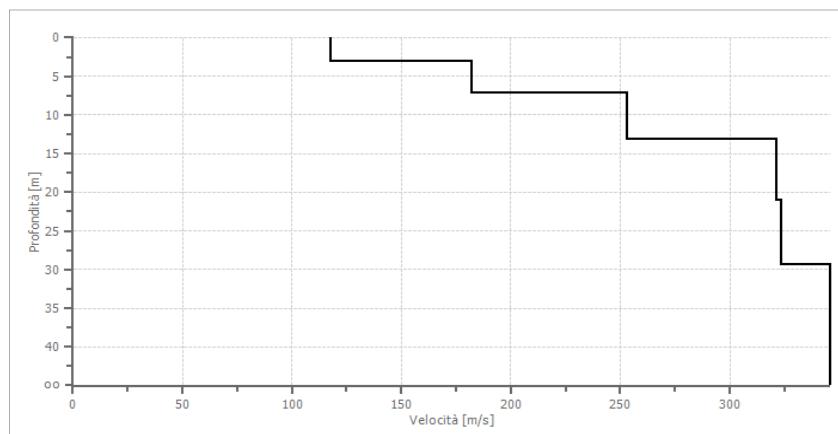
DATA PROVA: 12/07/17

Prot.LAB 43079

rev.0 del: 07-08-17

COMM: 16075/16

PROFILO DI VELOCITA'



Sismostrato	Vs	ρ	H	Z	v
[n°]	[m/sec]	[kg/m³]	[m]	[m]	[·]
1	117	1800	3.11	3.11	0.35
2	182	1800	4.12	7.23	0.35
3	252	1800	5.91	13.14	0.35
4	321	1800	7.92	21.06	0.35
5	323	1800	8.30	29.36	0.35
6	346	1800	inf.	inf.	0.35

$*VS_{30} = 240 \text{ m/s}$

CATEGORIA SUOLO (NTC-08): C

Dati stimati

p: Densità

v: Coefficiente di Poisson

Dati Calcolati

Vs: Velocità onde S nel sismostrato

H: Spessore del sismostrato

Z: Profondità dalla superficie d'acquisizione del sismostrato

$$*VS_{30}: \frac{30}{\sum [h_i/V_i]}$$

ELABORATO

Dott. Antonio Battiatto

VERIFICATO

Dott. Fabio Faccia