ALLEGATO 7 - Stratigrafie sondaggi e indagini geofisiche

RISTRUTTURAZIONE SVINCOLO DI BOLZANETO

SONDAGGIO SGI80

alta S.n.c. ROMA	Committente: SPEA S.p.A. - MI	Data inizio: 06/08/97 fine: 29/08/97	STRATIGRAFIA N° 1
	Località: Genova Bolzaneto		
	Opera: AUTOSTRADA A 7 - Milano - Genova. Ristrutturazione Svincolo di Bolzaneto.		Pagina N° 1

Perforazione: a rotazione con circolazione di fluido (acqua)	Coord. X 1.492.724 Y 4.923.977	Φ iniz.mm. 145 Φ fin. mm. 100	Operatore: Difrancesco	Geologo: Dr. Cevasco	SCALA 1 : 100

rivest Φ mm.	Quote mt. assol. s.l.m.	Quote mt. relat. al p.c.	Pot. strati m.	Schema stratigr.	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda m.	strum. in opera	% rec	RQD	Kg/cm² Pocket σ	Kg/cm² Vane τ	Camp. indist. o S.P.T.
	70,65	0,00										
		0,50	0,50		Muratura (clasti lapidei grossolani Dmax = 15 cm. in matrice cementizia) Grigio biancastro.							
			5,00		Argilloscisti molto fratturati mediamente alterati. Presenti livelli di quarzo molto fratturati. Assenza di matrice. Grigio biancastro a zone marroncino. • 4,80, premanometro	infiltrazioni		100	0			
		5,50										
			2,30		Argilloscisti fratture moderatamente ravvicinatee piani di scistosità paralleli alla direzione di perforazione, giunti alterati prevalentemente ondulati talora lisci. Grigio.			85	40			
		7,80										
			7,70		Argilloscisti molto fratturati A zone argilloscisti impregnati da quarzo e livelli (s = 10-15 cm.) decisamente quarzosi. Grigio a zone biancastro • 9,80, premanometro							
127					Argilloscisti molto fratturati Piani di scistosità paralleli alla direzione di perforazione. Giunti lisci non alterati ravvicinati piani di scistosità a spaziatura millimetrica. Grigio scuro. • 14,8, premanometro	diffuse		65	0			
		15,50			Argilloscisti fortemente impregnati di quarzo molto fratturati (aspetto di breccia grossolana Dmax = 8 cm.) Bianco a zone grigio.			80	0			
			2,50		Argilloscisti con abbondanti vene di quarzo. Fratture ravvicinate Scistosità caotica con superfici traslucide e patine argillose. Grigio. Da mt. 19,80 a mt. 20,10			30				
		18,00						20	95			
			1,10		Livello a prevalente composizione quarzosa. Molto fratturato (aspetto di breccia grossolana Dmax=7 cm. Bianco a zone grigio.			0				19,20 1d S C
		19,10						35				20,10 2d S C
					• 20, premanometro							

alta S.n.c. ROMA

Committente: SPEA S.p.A. - MI

Località: Genova Bolzaneto

Opera: AUTOSTRADA A 7 - Milano - Genova. Ristrutturazione Svincolo di Bolzaneto.

Data inizio: 06/08/97 **fine:** 29/08/97

STRATIGRAFIA N° 1

Pagina N° 2

Perforazione: a rotazione con circolazione di fluido (acqua)

Coord. X / Y

Φ iniz.mm. 145 **Φ fin. mm.** 100

Operatore: Difrancesco

Geologo: Dr. Cevasco

SCALA 1 : 100

rivest Φ mm.	Quote mt. assol. s.l.	Quote mt. relat. al p.c.	Pot. strati m.	Schema stratigr.	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda m.	strum. in opera	% rec	RQD	Kg/cm² Pocket σ	Kg/cm² Vane τ	Camp. indist. o S.P.T.
127		0,00	6,10		Argilloscisti fortemente impregnati di quarzo, molto fratturati (frammenti lapidei a spigoli vivi Dmax = 8 cm.). Bianco a zone grigio.	infiltrazioni diffuse		90 / 50 / 70	0			
		25,20	2,30		Argilloscisti intensamente fratturati con livelli di quarzo (frammenti lapidei a spigoli vivi D max = 8 cm. in matrice sabbiosa e /o limosa- probabile azione tettonica). Grigio scuro a zone nerastro.			75				
		27,50	2,50									
		30,00			Argilloscisti intensamente fratturati (frammenti lapidei a spigoli vivi Dmax= 7 cm. in matrice argilloso -limosa. Probabile azione tettonica.) Grigio.			80				

Note:

Perforazione orizzontale per l'intera lunghezza.

Perforazione con carotiere Triplo T6S:

da Mt. 3,70 a Mt. 30,00

Uso di corona diamantata:

da Mt. 5,60 a Mt. 25,20

RISTRUTTURAZIONE SVINCOLO DI BOLZANETO

SONDAGGIO SGI81

alta S.n.c. ROMA

Committente: SPEA S.p.A. - MI

Località: Genova Bolzaneto

Opera: AUTOSTRADA A 7 - Milano - Genova. Ristrutturazione Svincolo di Bolzaneto.

Data inizio: 05/08/97 **fine:** 29/08/97

STRATIGRAFIA N° 1 bis — Pagina N° 1

Perforazione: a rotazione con circolazione di fluido (acqua)

Coord. X = 1.492.660 Y = 4.923.792

ϕ iniz. mm. 145 **ϕ fin. mm.** 100

Operatore: Difrancesco

Geologo: Dr. Cevasco

SCALA 1 : 100

rivest. ϕ mm.	Quote mt. assol. s.l.m.	Quote mt. relat. al p.c.	Pot. strati m.	Schema stratigr.	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda m.	strum. in opera	% rec	RQD	Kg/cm² Pocket σ	Kg/cm² Vane τ	Camp. indist. o S.P.T.
	81,10	0,00										
		0,50	0,50		Coltre eluviale: scaglie e clasti argillo scistosi Dmax= 5cm. in matrice sab bioso-limosa. Sciolto. Marrone chiaro							
		3,90	3,40		Argilloscisti intensamente frattura ti, presenti clasti grossolani a spigo li vivi Dmax =10 cm. di natura argil lo scistosa in matrice limoso sab biosa localmente argillosa. Alterato. Da poco a moderatamente adden sato. Grigio chiaro.	d e b o l i	• 3,80, penetrometro					1,40 14 12 4
		4,00										3,00 21 24 27
		4,70	0,70		Trovante di natura argilloscistosa Fratturato: Grigio.	i		100				4,70 17 50 4,99
		5,00										
		5,80	0,80		Argilloscisti intensamente fratture ti e alterati - Presente abbondante matrice argilloso-limosa. Addensato. Grigio	i f f i l t r a z i o n i						
			3,20		Argilloscisti intensamente frattu rati ed alterati. Presente matrice sabbioso -limosa e livelli quarzosi fratturati. Da addensato a molto addensato. Grigio marrone scuro.		• 8,50, penetrometro		0			
		9,00			Argilloscisi molto fratturati e altera ti (frequenti tracce di ossidazione). Presenti livelli quarzosi molto frat turati (mt. 5,20-5,30). Grigio.			50				
127			5,20		Argilloscisti alterazione elevata, molto fratturati. Presente localmen te matrice argilloso-limosa. Grigio.	d i f f u s e			20			11,90 1 sc
		14,20	1,00		Argilloscisti, fratture ravvicinate alterazione da elevata a debole giunti scabri ed alterati. Piani di scistosità con inclinazione 35°. Presenti livelli e vene di quarzo (mt. 10,90-11,00). Grigio		• 13, penetrometro	100	0			
		15,20					• 15, penetrometro	65				
			3,70		Argilloscisti alterazione elevata, molto fratturati. Presente localmente matrice argilloso -limosa. Grigio.			100				
								65	0			
		18,90			Argilloscisti alterazione elevata, molto fratturati Presenti frammenti Dmax 3 - 4 cm. di natura quarzosa in matrice limo so e/o argillosa. Mediam. addensato e addensato. Marrone chiaro			60				

alta S.n.c. ROMA	Committente: SPEA S.p.A. - MI	Data inizio: 05/08/97 fine: 29/08/97	STRATIGRAFIA N° 1 bis
	Località: Genova Bolzaneto		
	Opera: AUTOSTRADA A 7 - Milano - Genova. Ristrutturazione Svincolo di Bolzaneto.		Pagina N° 2

Perforazione: a rotazione con circolazione di fluido (acqua)	Coord. X / Y	Φ iniz.mm. 145 / Φ fin. mm. 100	Operatore: Difrancesco	Geologo: Dr. Cevasco	SCALA 1 : 100

Diam. perforaz. Φ mm.	Quote mt. assol. s.l.m.	Quote mt. relat. al p.c.	Pot. strati m.	Schema stratigr.	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda m.	strum. in opera	% rec	RQD	Kg/cm² Pocket σ	Kg/cm² Vane τ	Camp. indist. o S.P.T.
127			4,10		Idem come livello precedente ma Grigio e grigio scuro.			40				
		23,00	7,00		Argilloscisti e marnoscisti con abbondanti vene quarzose. Fratturato giunti ravvicinati, con superfici scabre piani di scistosità da sub orizzontali ad inclinati da 50 ° a 60° sull'orizz. superfici liscie. Da 24,00 a 24,80 presenti venature calcitiche. Materiali di riempimento di natura quarzosa. Grigio e grigio scuro.			80	15 35 20 10			24,10 2c sc 24,20 3c sc 24,80 4c sc 25,00 5c sc 28,40 6c sc
		30,00			Note: perforazione con carotiere triplo T6S e corona diamantata: da Mt. 9,70 a mt.14,20 da mt. 23,00 a mt. 30,00.				30			

INDAGINE SISMICA
M.A.S.W.
(Multichannel Analysis of Surface Waves)

RELAZIONE TECNICA
Committente: Autostrade per l'Italia - Direzione I° Tronco
Località: Bolzaneto, GENOVA

I N D I C E

1. INDAGINI SISMICHE M. A. S. W. 3

1.1 Risultati delle indagini M.A.S.W. 4

2. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 14/01/2008) 5

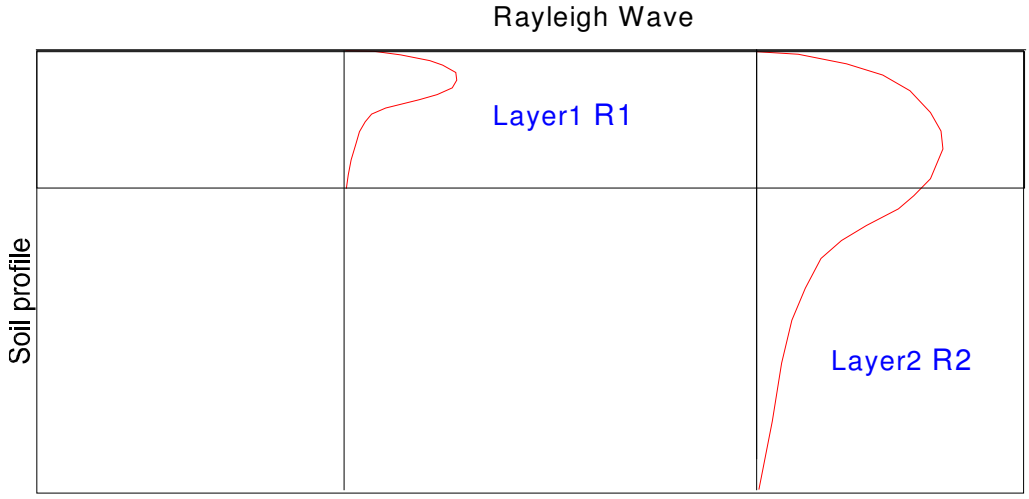
1. INDAGINI SISMICHE M. A. S. W.

Le MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono una metodologia d'investigazione che permette di ricavare le velocità delle onde di taglio verticali Vs con la determinazione della categoria sismica di terreno (A, B, C, D, E, S1, S2) secondo quanto indicato nella nuova normativa sismica (OPCM 3274 del 20.03.2003 e s.m.i., D.M. 14.01.2008) e dagli Eurocodici 7 "Progettazione geotecnica" e 8 "Regole progettuali per le strutture antisismiche".

La misura delle velocità delle onde superficiali viene calcolata grazie all'utilizzo di stendimenti di sensori (geofoni) posti a distanze regolari sulla superficie del suolo da indagare.

La porzione che predomina nelle onde superficiali è costituita dalle onde di Rayleigh la cui velocità è correlata alla rigidezza e ai parametri elastici dei suoli attraversati.

E' importante tenere presente che nei mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive: le alte frequenze e quindi con lunghezze d'onda corta si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno mentre le onde con lunghezze maggiori tendono a coinvolgere gli strati più profondi così come di seguito illustrato.



La metodologia M.A.S.W. effettuata viene definita: *attiva* e prevede che le onde superficiali vengano generate in un punto noto ed in modo non casuale e registrate da stendimenti lineari di sensori.

La metodologia utilizzata permette di dettagliare il profilo delle velocità sismiche nei primi 30m da piano campagna da queste si ottiene infatti una curva dispersione per un range di frequenze normalmente comprese tra 5 e 70 Hz, la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo in funzione anche delle sue caratteristiche elastiche.

Il sistema di elaborazione con metodo MASW In generale prevede tre fasi:

1 calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale,

2 calcolo della velocità di fase apparente

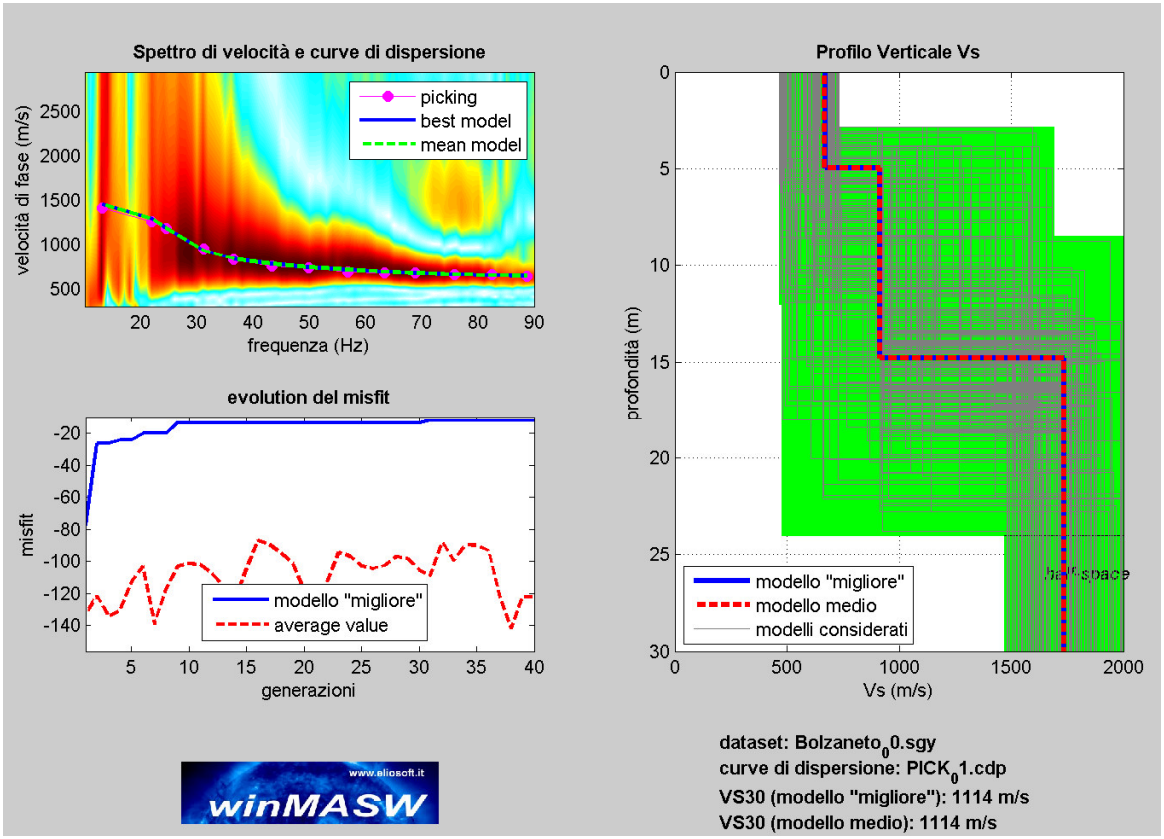
3 individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs dal modello stratigrafico espresso tramite il profilo di velocità Vs.

1.1 Risultati delle indagini M.A.S.W.

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico

PASI modello 16S24U e 12 geofoni verticali PASI con frequenza propria di 4.5 Hz.
Dati di acquisizione:
N° geofoni = 12
interasse geofoni = 1.0m
sorgente: mazza battente da 8,5kg.

Elaborazione M.A.S.W. 1



Modello medio
Vs (m/s): 669, 916, 1735
Deviazioni Standard (m/s): 0, 0, 0
Spessori (m): 5.0, 9.8
Deviazioni Standard (m): 0.0, 0.0
Tipo di analisi: onde di Rayleigh
Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici (VEDI MANUALE)
Stima VP (m/s): 1393, 1907, 3612
Stima densità (gr/cm3): 2.13, 2.21, 2.37
Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.35, 0.35
Stima modulo di taglio (MPa): 955, 1855, 7125
Stima modulo di compressione (MPa): 2868, 5567, 21379
Stima modulo di Young (MPa): 2579, 5009, 19237
Stima modulo di Lamé (MPa): 2231, 4330, 16629
Vs30 da piano campagna (m/s): 1114

2. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 14/01/2008)

Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, nella nuova normativa viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidezza sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio Vsh all'interno delle coperture.

Nelle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidezza sismica, caratterizzate da velocità Vs30 (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

A) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione,con spessore massimo pari a 3m.

B) Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50 nei terreni a grana grossa e coesione non drenata cu > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C) Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (15 < Nspt < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D) Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

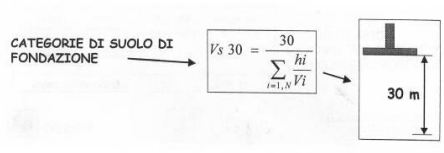
E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

In aggiunta a queste categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell' azione sismica da considerare:

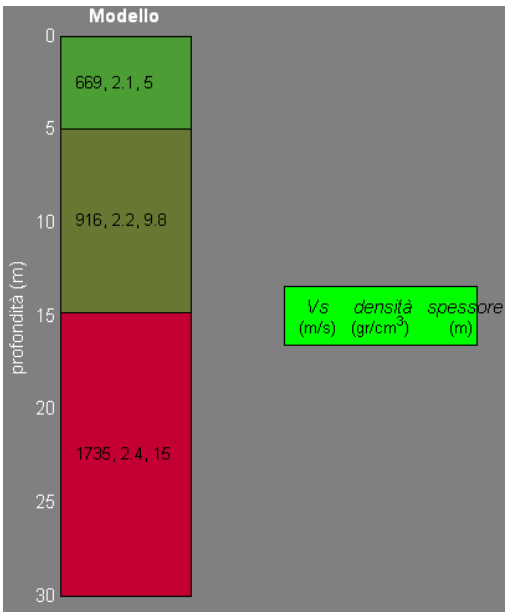
S1 . Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 . Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle classificazioni precedenti, Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:



Del sistema stratigrafico definito sulla base dalle velocità di propagazione delle onde S e di seguito riportato:



Si possono trarre le seguenti considerazioni;

- il bedrock avente Vs>800m/s si colloca ad una profondità da piano campagna di 5,4m (>3,<20m);
- le Vs fino alla profondità di 5m da piano campagna sono pari a 669m/s (suolo B);
- le Vs tra la profondità di 5 e 30m da piano campagna sono pari a 1305m/s (suolo A)
- il rapporto tra i due valori di Vs ricavati è pari a 1.95<2,22 (ottenuto da 800/360 valore che indica una marcata differenza di risposta sismica tra suoli diversi)
- le VS30 sono pari a 1114m/s (suolo tipo A).

sulla base di quanto sopra reputo pertanto ragionevole ascrivere il terreno di fondazione alla classe **sismica B**: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50 nei terreni a grana grossa e coesione non drenata cu > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Dr. Geol. Matteo Angiolini

ALLEGATO 9 - Analisi di stabilità