

S.S. 51 "DI ALEMAGNA"

Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico S.S. 51 - Km 95+100

A.Q. DG 84/21 LOTTO 13

Accordo quadro per "Servizi di progettazione definitiva ed esecutiva, relativi ad interventi di manutenzione straordinaria della sede stradale, per la durata di 1460 (millequattrocentosessanta) giorni"

PROGETTISTA:

R.T.I. : Studio Martini Ingegneria S.r.l. (Capogruppo)
SMQ Servizi e Controlli Tecnici S.r.l.
Studio Colleselli & Partners
ACS Ingegneri
DI.MO.RE S.r.l.
PARALLAB S.r.l.



VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Fabrizio ZUDDAS

PROTOCOLLO CDG - 0840790

DATA 30/09/2025



GEOLOGIA E GEOTECNICA

Relazione geologica

PROGETTISTA E DIRETTORE
TECNICO PER STUDIO MARTINI
INGEGNERIA S.R.L.



Ing. Antonio MARTINI

CODICE PROGETTO			NOME FILE			REVISIONE	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00GE00GEORE01A_Relazione_geologica				
- - - - -	-	- - - -	CODICE ELAB. T00GE00GEORE01A			A	
D							
C							
B							
A	PRIMA EMISSIONE		18/03/2026	AT	AM	AM	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

1. PREMESSA

Vista la disponibilità di una relazione geologica preesistente eseguita nel medesimo sito in occasione della progettazione di un'opera attigua, si è concordato con la stazione appaltante l'utilizzo di tale documento anche in questa sede progettuale.

Si riporta quindi in allegato l'intera relazione geologica di cui sopra.



S.S. n° 51 "di Alemagna"

Provincia di Belluno

Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021

cortina
2021

Adeguamento manufatto idraulico in
località Ponte del Venco al km 95+100

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ANAS S.p.A.

Coordinamento Territoriale Nord Est - Area Compartimentale Veneto

IL PROGETTISTA:

Ing. Alessandro MARCER



sede operativa: Via Carrera, 36 - BELLUNO
sede legale: Via Carrera, 36 - BELLUNO
telefono 0437/380618
telefax 0437/380641
e-mail: info@cdmeng.it

visto: IL DIRETTORE PER IL SERVIZIO DI
PROGETTAZIONE

Ing. Pietro Leonardo CARLUCCI

visto: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Gabriella MANGINELLI

IL GEOLOGO:

Geol. Vittorio FENTI

Via Pragerande, 55 B - Agordo (BL)
telefono 0437/62314
telefax 0437/641028
e-mail: vittorio.fenti@libero.it

PROTOCOLLO:

DATA: 17/01/2018

N. ELABORATO:

3

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

MSVE14 E 1722

CODICE
ELAB. T00GE00GEORE01

B

D

C

B

A

CONSEGNA PROGETTO ESECUTIVO

01/18

A.Marcen

A.Marcen

A.Marcen

CONSEGNA PROGETTO ESECUTIVO

08/17

A.Marcen

A.Marcen

A.Marcen

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

PREMESSA

La presente relazione illustra la situazione geologica dei versanti a monte della SS 51 di "Alemagna" nel tratto al Km 95+100 nel comune di S. Vito di Cadore (BL), in rapporto ai fenomeni delle colate detritiche che minacciano la viabilità stradale.

Normativa di riferimento:

Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008)

Circolare n° 617 del 02/02/2009 (Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al DM 14/01/2008).

Eurocodice EC8

OPCM 3519 del 28/04/2006 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone).

GENERALITÀ

L'area in esame è nel comune di S. Vito di Cadore e si trova al Km 95+100 della SS 51.

Il tracciato stradale corre al piede del versante detritico a modesta inclinazione, soggiacenti a pareti calcareo-dolomitiche variamente articolate, sede di canali e solchi d'erosione attiva.

Le frequenti piogge intense causano periodicamente la rimobilizzazione dei depositi detritici di falda e di conoide, originando fenomeni di colata (debris flow) che si sviluppano talora fino a fondovalle interrompendo la viabilità.

Le indagini di campagna effettuate allo scopo, integrate dai dati storici del dissesto e da notizie del personale tecnico dell'ANAS hanno permesso di individuare i punti critici a maggior rischio, meritevoli di attenzione.

ASPETTI GEOLOGICI

STRATIGRAFIA

Il substrato roccioso

Le rocce lapidee affioranti nell'area in esame sono rappresentate da varie formazioni rocciose triassico-giuresi, tra cui prevalgono quelle di composizione carbonatica.

Calcari Grigi (Lias)

I Calcari Grigi sono costituiti da una potente sequenza di strati metrici e plurimetrici di calcari micritici, oolitici e bioclastici, di color nocciola o grigio-chiaro, spesso separati tra loro da interstrati carbonatico-marnosi.

Affiorano ampiamente nel bacino del Ru di Colfiedo, insieme al Calcare di Dachstein e alla Dolomia Principale, con cui evidenziano frequenti e complicate transizioni tettoniche.

Costituiscono la parte superiore del Sorapis-Croda Marcora-Punta Nera, la sommità di Pezories e la dorsale di Croda Rossa – Costa del Pin.

Calcare del Dachstein (Retico-Lias)

Il Calcare del Dachstein difficilmente distinguibile dai Calcari Grigi, affiora nel Gruppo della Croda Rossa. E' costituito da una sequenza spessa ~100 m di calcari regolarmente stratificati, in strati metrici, di colore biancastro.

Dolomia Principale (Norico)

La Dolomia Principale è costituita da una potente sequenza (~1000 m) di strati regolari (spessore da 1 a 5 m~) di dolomie laminate algali, dolomie massicce, dolomie stromatolitiche e talora dolomie brecciate (brecce intraformazionali) di colore biancastro.

Gli strati sono talora separati da esili veli marnosi. La parte sommitale degli strati è spesso costituita da brecce intraformazionali.

Costituisce l'ossatura principale delle pareti rocciose da cui trae origine il detrito di falda nelle zone considerate (Punta dei Ross-Croda Marcora-Punta nera-Faloria-Pomagagnon-Punta Fiammes-Pezories-Pezovico-Croda R'Ancona-I Zuoghi-Colfiedo-Costa del Pin-Croda Rossa).

I rapporti stratigrafici tra le varie formazioni sono variabili da luogo a luogo.

Nel gruppo del Sorapis la Dolomia Principale soggiace ai Calcari Grigi.

Sulla parete SE della Croda Rossa gli strati sono suborizzontali e la transizione tra Dolomia Principale e Calcari Grigi avviene per sovrapposizione normale.

La grande faglia E-W che origina la Forcella Colfiedo ha notevolmente ribassato la dorsale di Colfiedo-Ra Sciares a sud ponendo in contatto anomalo le formazioni calcaree con la Dolomia Principale.

Sulla dorsale di Costa del Pin esistono le evidenze di un sovrascorrimento delle formazioni calcaree sulla Dolomia Principale, complicato da numerose faglie verticali che hanno ribassato notevolmente il settore est rispetto al massiccio della Croda Rossa.

Risulta evidente il fatto che le tre formazioni rocciose presentano caratteristiche tecnico-meccaniche assai simili. Alcune evidenze morfologiche permettono di distinguere solo le facies cataclastiche: le faglie principali con larghe fasce di rocce brecciate corrispondono ad avvallamenti di versante, talora con erosioni e frane.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche tecniche delle tre formazioni rocciose.

Dolomia Principale (Norico), Calcare di Dachstein (Retico-Lias), Calcari Grigi (Lias)

- Descrizione: rocce carbonatiche coerenti, stratificate in banchi metrici, talora separati da sottili veli marnosi
- Grado di suddivisione: medio-scarso, per la stratificazione e la fratturazione tettonica
- Struttura: regolarmente stratificata
- Volume Roccioso Unitario (V.R.U.) : $\sim 1 \text{ m}^3$
- Colore: biancastro, talora grigio chiaro o nocciola

- Peso di volume: 2,7-2,8 t/m³
- Permeabilità: media, per fessurazione e carsismo
- Alterabilità: irrilevante
- Solubilità: scarsa
- Porosità: medio scarsa
- Coefficiente di imbibizione: 0,5-0,8 %
- Erodibilità: scarsa
- Resistenza geomeccanica: elevata alla scala del campione, elevata alla scala dell'ammasso roccioso.
- Resistenza a compressione semplice: 1300-1600 Kg/cm²
- Stabilità: in genere favorevole, variabile in funzione dell'assetto morfologico e tettonico
- Propensione al dissesto: modesta
- Attività morfologica: possibilità di frane a rapido sviluppo, quali i crolli e le aree in erosione lungo le rocce cataclasate da faglie
- Utilizzo: inerti di buona qualità
- Spessore totale: ~1500 m
- Suoli: litosuoli discontinui, sottili, sterili

Formazione di Raibl (Carnico sup.)

Si tratta di argilliti, siltiti, arenarie rossastre con frequenti intercalazioni gessose.

Costituisce il substrato della parte sommitale della conoide di Acquabona ove è profondamente erosa da un breve tratto del solco erosivo, al piede della parete di Punta Nera.

Le caratteristiche tecniche orientative sono le seguenti:

- Grado di suddivisione: elevato per le superfici di stratificazione e la fessurazione tettonica.
- Volume Roccioso Unitario (V.R.U.) : basso, 0,001-0,05 m³
- Peso di volume: 2,6-2,7 t/m³
- Permeabilità: scarsa per fessurazione
- Alterabilità: media

- Solubilità: scarsa
- Porosità: media
- Coefficiente di imbibizione: 1-5%
- Erodibilità: medio-elevata
- Resistenza geomeccanica: scarsa a livello campione, ed anche alla scala dell'ammasso roccioso
- Resistenza a compressione semplice: 50-200 Kg/cm²
- Stabilità: mediocri, variabile in funzione della giacitura degli strati
- Propensione al dissesto: elevata, possibilità di frane per scivolamento e disgregazione superficiale

Dolomia dello Sciliar: dolomie massicce di scogliera (Ladino-Carnico)

Vi sono incluse anche le formazioni eteropiche coeve della "Dolomia Cassiana" e "Dolomia di Dürrenstein".

Si tratta di rocce sedimentarie, carbonatiche, coerenti, rigide, massicce o grossolanamente suddivise.

- Grado di suddivisione: piuttosto basso. I giunti di fessurazione tettonica sono piuttosto distanziati. Frequenti, ma ben localizzate fasce di cataclasi.
- Volume Roccioso Unitario (V.R.U.): intorno al metro cubo.
- Peso di volume: 2,74 t/m³ (valutazione di laboratorio).
- Alterabilità: nulla.
- Solubilità: limitata.
- Porosità: bassissima.
- Coefficiente di imbibizione: 0,55%. (Valutazione di laboratorio).
- Permeabilità: media per fessurazione e carsismo, localmente elevata dove la fessurazione è più intensa.
- Erodibilità: scarsa.
- Resistenza geomeccanica: elevata alla scala del campione ed anche a quella dell'ammasso roccioso.
- Resistenza a compressione semplice: 1.000-1.600 Kg/cm² . (P.L.T.A.)
- Stabilità: buona.

- Propensione al dissesto: scarsa. Pendii ripidi. Possibilità di frane imprevedibili, a rapido sviluppo, quali i crolli ed i ribaltamenti.
- Affioramenti: limitati poco sopra Chiapuzza. Costituisce forse in parte il substrato della parte inferiore e media del Jaron de Sacomedan.

Formazione di La Valle: tufi e marne tufacee bruno-giallastre in facies di flysch (Ladinico).

Formazione di S. Cassiano: tufi, marne argillose, marne e siltiti (Carnico inf.).

Si tratta di rocce sedimentarie e piroclastiche minute, miste, con alternanze di strati coerenti, incoerenti, semicoerenti e pseudocoerenti.

- Grado di suddivisione: molto elevato.
- Volume Roccioso Unitario (V.R.U.): inferiore a 0,05 m³.
- Peso di Volume: 2,6 t/m³.
- Alterabilità: molto elevata.
- Solubilità: scarsa.
- Porosità: medio-bassa.
- Coefficiente di imbibizione: 2 - 7 %.
- Permeabilità: molto scarsa.
- Erodibilità: medio-elevata.
- Resistenza geomeccanica: scarsa sia a livello del campione che alla scala dell'ammasso roccioso.
- Resistenza a compressione semplice: 50-500 Kg/cm² (P.L.T.A.)
- Stabilità: quasi ovunque scadente.
- Propensione al dissesto: molto elevata. Possibilità di frane di vario tipo ed erosioni.
- Affioramenti: in destra del T. Boite. Verosimilmente costituiscono il substrato profondo della parte inferiore della conoide di Sacomedan-Ponte del Venco-Dogana Vecchia-Acquabona e Fiammes.

Complesso vulcanoclastico Ladinico: tufi, arenarie, brecce, cineriti, ecc.

Si tratta di rocce afferenti al complesso vulcanoclastico ladinico, costituite da tufi arenacei basici bruno-scuri, conglomerati e brecce esplosive.

Sono rocce silicatiche, a chimismo neutro-basico, lievemente alcali-K, rigide, suddivise in grossi banchi, a luoghi fittamente stratificate con qualche intercalazione semicoerente.

- Grado di suddivisione: medio-scarso.
- Volume Roccioso Unitario (V.R.U.): 0,01 - 1 m³.
- Peso di Volume: 2,5 t/m³.
- Alterabilità: elevata.
- Solubilità: molto scarsa.
- Porosità: medio-bassa, superficiale.
- Coefficiente di imbibizione: 0,5 - 5 %.
- Permeabilità: complesso a bassa permeabilità secondaria per fessurazione.
- Erodibilità: scarsa.
- Resistenza geomeccanica: medio-elevata, sia alla scala del campione, che alla scala dell'ammasso roccioso.
- Resistenza a compressione semplice: 400 - 800 Kg/cm² (P.L.T.A.)
- Stabilità: discreta.
- Propensione al dissesto: non molto elevata; pendii molto ripidi, localmente pareti verticali, su dislivelli di diverse decine di metri. Possibilità di crolli imprevedibili.
- Affioramenti: in destra del T. Boite. Verosimilmente costituiscono il substrato profondo della parte inferiore del Jaron de Sacomedan.

Copertura sciolta quaternaria

È rappresentata da falde e coni detritici, da depositi di debris flow su conoide di deiezione e da morene stadiali. La composizione litologica è dolomitica e calcarea, con prevalenza dei litotipi dolomitici.

Le caratteristiche tecniche, assai simili tra loro, vengono di seguito descritte.

Detrito di falda, conoidi detritiche

- Descrizione: terreni sciolti, incoerenti, calcarei e dolomitici, di origine gravitativa
- Granulometria: ghiaia, prevalente, con ciottoli e blocchi e matrice sabbiosa
- Struttura: eterogenea, caotica, clastostenuta
- Colore: biancastro
- Peso di volume: 1,8 t/m³
- Coesione: assente
- Angolo d'attrito: $\varphi \approx 37-39^\circ$
- Permeabilità: elevata per porosità ($K \approx 10^{-2} - 10^{-3}$ cm/s)
- Idrosensibilità: modesta
- Erodibilità: elevata
- Resistenza al carico: buona
- Compressibilità: assente
- Rigonfiamento: nullo
- Stabilità: in genere favorevole
- Attività morfologica: riattivazione periodica, per gravità
- Utilizzo: ottimi inerti per calcestruzzi, conglomerati bituminosi, stabilizzati stradali
- Spessore: variabile da luogo a luogo (5-40 m)
- Suoli: litosuoli discontinui, sottili, sterili

Detriti di conoide da debris-flow

Le caratteristiche tecniche orientative sono le seguenti:

- Descrizione: terreni sciolti, incoerenti, calcarei e dolomitici, di trasporto idrico per fenomeni di colata
- Granulometria: ghiaie prevalenti, con abbondante sabbia e variabile percentuale di ciottoli e blocchi
- Struttura: eterogenea, talora stratificata, clastosostenuta
- Colore: biancastro
- Peso di volume: 1,8-1,9 t/m³

- Coesione: praticamente assente
- Angolo d'attrito: $\varphi \approx 40^\circ$
- Permeabilità: elevata per porosità ($K \approx 10^{-2} - 10^{-3}$ cm/s)
- Idrosensibilità: modesta
- Erodibilità: elevata
- Resistenza al carico: buona
- Compressibilità: assente
- Rigonfiamento: nullo
- Stabilità: in genere favorevole
- Attività morfologica: riattivazione periodica, per colate detritiche
- Utilizzo: ottimi inerti per calcestruzzi, conglomerati bituminosi, stabilizzati stradali. Presso la conoide di Acquabona, il materiale è scadente per la presenza di argille e modeste quantità di gesso.
- Spessore: variabile, in genere elevato (5-50 m)
- Suoli: litosuoli discontinui, sottili, sterili

Morene stadiali

Affiorano ampiamente nella parte più elevata del bacino del Ru di Colfiedo a monte di Sorabances.

Le caratteristiche tecniche orientative sono le seguenti:

- Descrizione: terreni sciolti, incoerenti, calcarei e dolomitici di modesta elaborazione glaciale, recente.
- Granulometria: ghiaia prevalente, con ciottoli e blocchi, abbondante sabbia, talora limosa
- Struttura: eterogenea, caotica, in genere clasto sostenuta
- Colore: bianco-giallastro
- Peso di volume: 1,9-2,0 t/m³
- Coesione: localmente molto modesta
- Angolo d'attrito: $\varphi \approx 35-36^\circ$
- Permeabilità: elevata per porosità ($K \approx 10^{-2} - 10^{-4}$ cm/s)
- Idrosensibilità: modesta

- Erodibilità: elevata
- Resistenza al carico: buona
- Compressibilità: assente
- Rigonfiamento: nullo
- Stabilità: in genere favorevole
- Attività morfologica: nel caso specifico sono in atto erosioni al piede da parte del Ru di Colfiedo, con conseguenti franamenti
- Utilizzo: inerti per calcestruzzi, conglomerati bituminosi, stabilizzati stradali
- Spessore: 30-40 m
- Suoli: litosuoli discontinui, sottili, sterili

ASPETTI IDROGEOLOGICI ED ATTIVITÀ GEOMORFOLOGICA

La piovosità media annua dell'area in esame è compresa tra 1000 e 1200 mm (da Carta forestale Regionale del Veneto – 1983).

Il drenaggio superficiale è normalmente assente, a causa dell'elevata permeabilità dei terreni sciolti di copertura e delle rocce carbonatiche del substrato, fessurate ed incarsite.

Nei solchi erosivi principali, in base alle numerose osservazioni effettuate, si verifica drenaggio solo in occasione di piogge intense e prolungate, durante cui si verificano fenomeni di vere e proprie colate detritiche (debris flows).

Le colate si sviluppano in alto lungo canloni di rocce carbonatiche fessurate ed in basso lungo le numerose e vaste conoidi detritiche miste (la cui origine è gravitativa ed idrica).

Le conoidi di deiezione sono il risultato di innumerevoli eventi di colate sovrapposte che, periodicamente, comportano rischio per la viabilità lungo la sottostante SS 51 di Alemagna.

In genere la permeabilità della parte medio-elevata delle conoidi è assai elevata. Ivi si verifica un drenaggio sotterraneo sostenuto dalle formazioni impermeabili di La Valle - S. Cassiano-Raibliano e Complesso Vulcanoclastico ladino-carnico.

Ove queste rocce affiorano, esistono sempre emergenze idriche derivanti da piccole falde contenute nei detriti.

Ciò si verifica spesso alla base della Dolomia Principale, permeabile per fessurazione e per carsismo, al contatto con gli strati argillitici impermeabili della Formazione di Raibl (Acquabona, Ru del Venco, piede della Punta Fiammes, Rufiedo ecc...)

LOCALITÀ PONTE DEL VENCO (COMUNE DI S. VITO DI CADORE)

Km 95+100

Generalità

Il Ru del Venco è ubicato circa 2 Km a NW di Chiapuzza nel territorio di S. Vito di Cadore.

Si tratta di una falda detritica che si sviluppa tra q. 1091 e 1400 m s.l.m.. larga 1 Km con inclinazione media di 16-17°

A monte della falda si erge la possente parete dolomitica della Croda Marcora (m 3155 s.l.m.) su dislivelli complessivi di ~1700 m, affetta da profondi canali impostati su faglie e grandi diaclasi, sede di periodici crolli, erosione lineare e fluimento di detriti.

Al piede della parete rocciosa esistono tre compluvi principali, sede di debris flow, che confluiscono nella depressione morfologica del Ru del Venco. L'attraversamento della SS 51 avviene al Km 95+100. Ivi esiste prima il vecchio ponte della ex ferrovia, a luce rettangolare (L = 5,50 m, H = 3,30 m), cui segue il vecchio ponte ad arco della ex sede stradale (L=3,40 m, H = 2,10m) e quindi, in prosecuzione diretta il tubosider di sottopasso della nuova sede stradale, di sezione lievemente ellittica (L=3m, H=3,2 m). La situazione risulta evidentemente a rischio di intasamento per la conformazione idraulica "ad imbuto" dei tre ponti in serie.

Una colata di detrito recente ha raggiunto il vecchio ponte ferroviario ai fianchi del quale la morfologia del terreno favorisce l'esondazione sia in destra che in sinistra con rischio per la viabilità.

Dati geometrici essenziali

Il bacino che gravita sulla SS 51 nel tratto a rischio considerato (Km 95+100) ha una superficie di $\sim 1,706 \text{ Km}^2$.

Il bacino di alimentazione delle colate detritiche viene considerato quello al di sopra di q. 1420 m s.l.m. (base della parete rocciosa) ed è pari a $1,156 \text{ Km}^2$ di cui il 90% in roccia ed il 10% in detrito.

Il bacino di deiezione a valle di q. 1420 m s.l.m. (e fino alla SS 51, q. 1091 m s.l.m.) è pari a 550.000 m^2

Q.max bacino totale = 3155 m (Croda Marcora)

Q.min bacino totale = 1091 m (SS 51)

Inclinazione media parete rocciosa: 55°

Inclinazione media falda detritica tra la SS 51 e la base della parete rocciosa = 18° ($\sim 33\%$).

Eventi del dissesto

Non si dispone di dati su interruzioni complete della viabilità, ma numerose testimonianze di pericolo e danni da parte del personale ANAS, relative ad allagamento o modesto deposito di detrito sulla sede stradale.

Interventi

È stata realizzata in tempi recenti una briglia appena a monte del manufatto esistente di attraversamento. Tale intervento ha realizzato una zona di deposito a monte dell'opera stessa. È necessario ricalibrare il manufatto idraulico di attraversamento della sede stradale con una sezione adeguata.

CONCLUSIONI

Sono state descritte le caratteristiche geologiche generali e le situazioni di dissesto particolari che periodicamente minacciano la viabilità sulla SS 51 in loc. Ponte del Venco.

È stato ipotizzato un intervento di rifacimento del manufatto idraulico di attraversamento, con caratteristiche tali da allontanare il materiale che

dovesse giungere da monte e conseguentemente mitigare il rischio per l'utenza. È auspicabile, ma demandato agli enti competenti, la realizzazione di una vasca di contenimento detriti, ~50 m a monte della SS 51, di dimensioni tali da contenere almeno 5-6000 m³ di materiale.

Per i dettagli riguardanti gli interventi si rimanda agli elaborati di progetto.

S.S. 51 "DI ALEMAGNA"
PROGR. KM 95+100 - LOC. PONTE DEL VENCO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI SAN VITO DI CADORE



Elaborato da

DOTT. GEOL. DAVID POMARÈ MONTIN
DAVID.POMARE@IGS-GEO.COM
+39 3409644172



DOTT.SSA GEOL CRISTINA GERDOL
CRISTINA.GERDOL@IGS-GEO.COM
+39 3462102234



REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
RO	02/03/2018	EMISSIONE	DPM/CG	DPM/CG	DPM/CG

COMMITTENTE
ANAS S.P.A.

PROGETTISTA

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE DELLE INDAGINI.....	2
3. INDAGINI.....	3
4. NOTE RELATIVE ALL'ELABORAZIONE DEI DATI.....	4
5. RISULTATI ED INTERPRETAZIONE DELLE MISURE ESEGUITE.....	5
5.1 INTERPRETAZIONE SISMICA.....	5
6. CONCLUSIONI	7

ALLEGATI				
N°	1	UBICAZIONE DELLE INDAGINI	SCALA	1:2000
N°	2	RAPPORTO DI PROVA SINTETICO	SCALA	-

I. PREMESSA

La presente relazione illustra le modalità di esecuzione delle indagini geofisiche condotte e ne commenta brevemente i risultati. Scopo dell'indagine è la modellazione sismica del sottosuolo per le nuove opere idrauliche in progetto, nell'ambito dei lavori per "Cortina 2021".

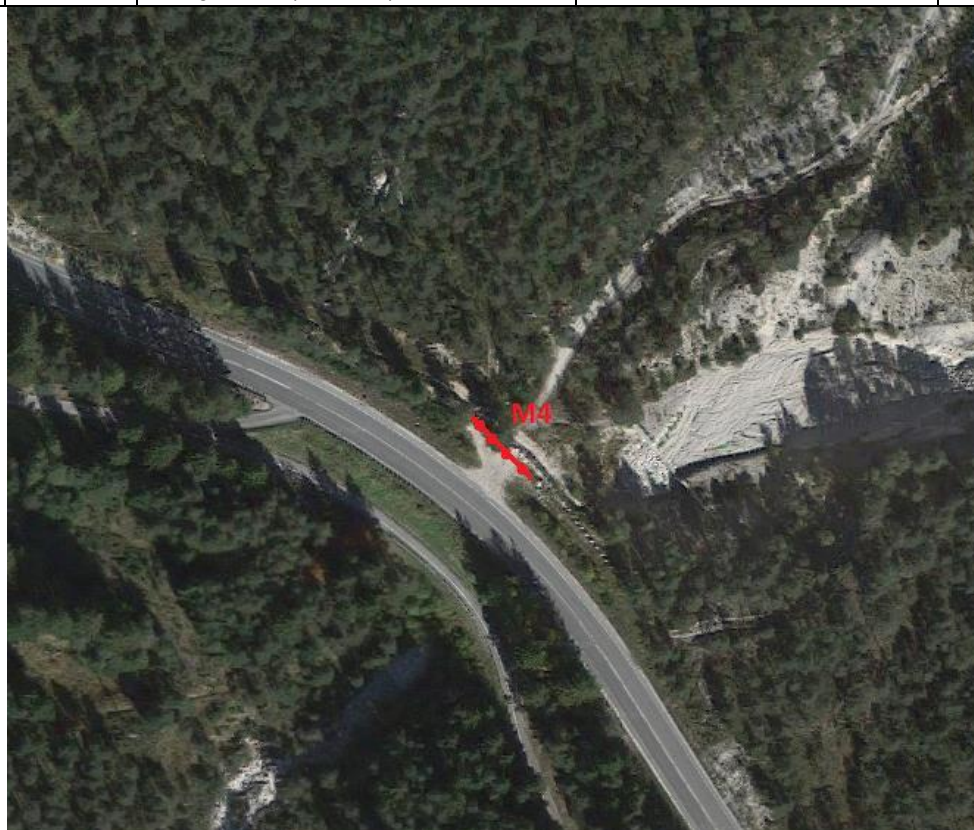
A tale scopo è stata eseguita n.1 prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), per l'elaborazione della quale ci si è riferiti ad un sondaggio geognostico eseguito nell'ambito dello stesso progetto, in corrispondenza dello stendimento.

2. UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Lo stendimento sismico denominato M4, è stato realizzato parallelamente alla sede stradale della S.S. 51 "di Alemagna", in una piazzola a lato strada, alla Progr. Km 95+100 in Loc. Ponte del Venco.

Riferimenti geografici del sito

INDAGINE	quota	Coordinate (centro stendimento)	latitudine	longitudine
M4	1092 m s.l.m.	Geografiche (ED 50)	46.487554°	12.191863°
		Geografiche (WGS 84)	46.486673°	12.190856°





M4 – prospezione MASW
Vista da Nord-Ovest



M4 – prospezione MASW
Vista da Sud-Est

Figura 1: Ubicazione delle indagini.

3. INDAGINI

Il giorno 31 gennaio 2018 è stata eseguita un'indagine con metodo sismico attivo MASW a supporto del progetto per l'adeguamento delle opere idrauliche lungo la S.S. 51 "di Alemagna" al Pkm 95+100, allo scopo di parametrizzare il sottosuolo dal punto di vista sismico.

Principi fondamentali del metodo MASW

Il metodo MASW si basa sull'analisi della dispersione del segnale. Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale.

L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Modalità esecutive dell'indagine MASW

Lo strumento utilizzato per la misura è il sismografo della Pasi srl mod.16S12-U (24 canali di acquisizione digitale con dinamica 16 bit e campionamento segnale ad intervalli di 1240 microsecondi). È stato eseguito uno stendimento di lunghezza 33.0 m, con distanza intergeofonica di 3.0 m. Sono stati acquisiti i segnali relativi a battute realizzate ad una distanza di 5.0 m rispettivamente dal primo e dall'ultimo geofono (inversione della sorgente rispetto lo stendimento) al fine di confrontare più acquisizioni ed ottenere un dettaglio maggiore. L'inversione della sorgente permette la verifica di eventuali orizzonti inclinati e la validazione dei dati acquisiti. Tali acquisizioni sono state eseguite sia con guadagno "automatico con battuta", sia con lo stesso guadagno (1000) per ogni geofono ricevitore. La durata impostata per ogni acquisizione è di 1024 ms, il periodo di campionamento 250 µs.

4. NOTE RELATIVE ALL'ELABORAZIONE DEI DATI

L'elaborazione dei dati acquisiti mediante metodo attivo (energizzazione su piastra) è stata effettuata con il software Easy MASW per il processing della dispersione delle velocità delle onde S generate artificialmente. In fase di elaborazione sono stati utilizzati un range di frequenze da 10 a 60 Hz, ed un range di velocità da 150 a 800 m/sec. Si è provveduto ad ampliare o ridurre i range in frequenza ed in velocità, al fine di analizzare uno spettro "pulito" da dispersioni dei dati in alta e bassa frequenza di origine antropica. La definizione del modello sintetico è stata supportata da un'operazione di picking e da dati diretti ricavati dai sondaggi eseguiti; la successiva inversione si è basata su un numero di iterazioni pari a 1000. Sono stati analizzati la percentuale di errore (molto bassa, pari allo 0.003%) ed il fattore di disadattamento della soluzione (pari a 0.004).

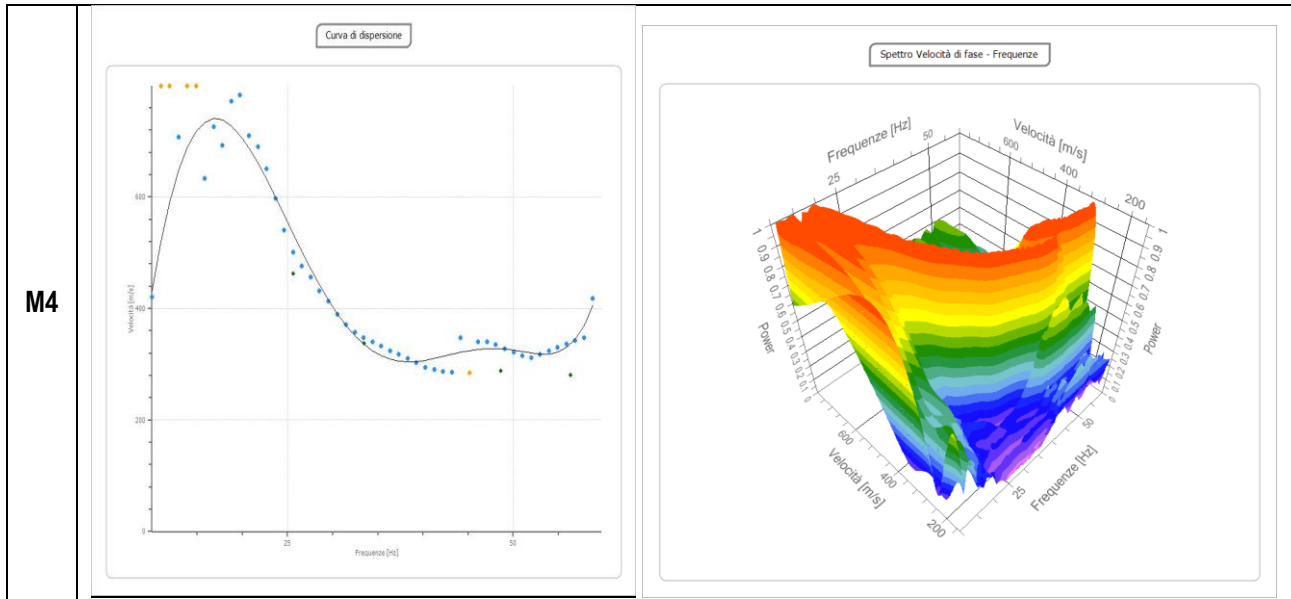


Figura 2: Curva di dispersione e spettro velocità di fase – frequenza in 3D.

5. RISULTATI ED INTERPRETAZIONE DELLE MISURE ESEGUITE

Le indagini risultano di chiara interpretazione con uno spettro pulito che permette di modellare anche i modi superiori al primo. Si registrano inversioni di velocità.

5.1 Interpretazione sismica

Sulla base delle indagini svolte in ottemperanza alla normativa vigente (DM 14/01/2008), i terreni di fondazione possono essere inseriti nella **categoria di sottosuolo B** (*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 Vs30 compresi tra 360 e 800 m/s*), e, per quanto riguarda le condizioni topografiche, nella **categoria T1** (*superficie pianeggiante, pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$*).

I risultati sono sintetizzati nella seguente tabella:

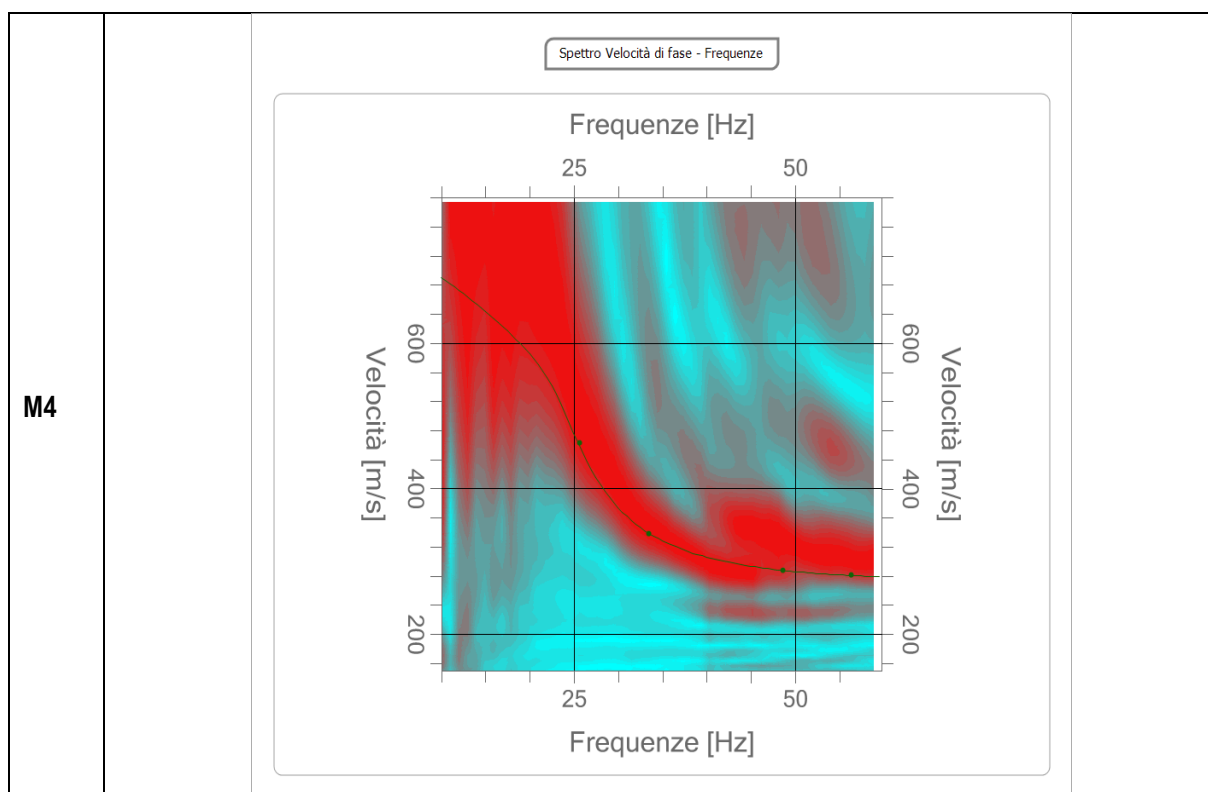
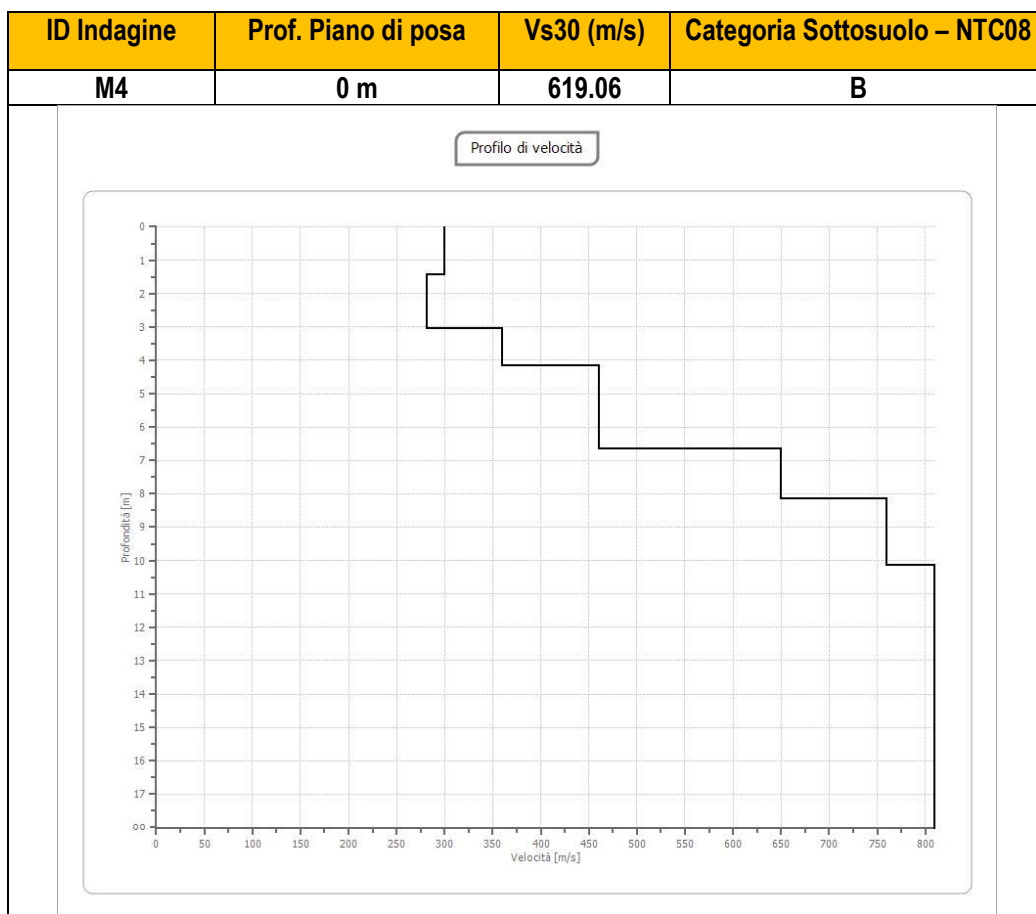


Figura 3: inversione del modello (MASW) per la modellazione del sottosuolo.

6. CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini svolte in ottemperanza alla normativa in vigore (DM 14/01/2008), è stato possibile caratterizzare il sito indagato dal punto di vista sismico, classificando i sedimi di fondazione in **categoria di sottosuolo B**. In particolare si evidenzia un generale graduale aumento delle Vs con la profondità, anche se sono state evidenziate inversioni di velocità (strati meno veloci sottostanti strati più veloci). Dalle velocità registrate e modellate si può ipotizzare che i depositi siano addensati già a breve profondità. Risultano registrazioni con valori di $V_s > 800$ m/s ad una profondità di 10 m, attribuibili probabilmente a depositi cementati e non al substrato lapideo (bedrock sismico), che nell'area si stima sia situato ad alcune decine di metri dal p.c..

S.Stefano di Cadore, 2 marzo 2018

Dott. Geol. David Pomarè Montin



Dott.ssa Geol. Cristina Gerdol





ALLEGATO 1 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

scala 1:2000

0 25 50 75 100
m



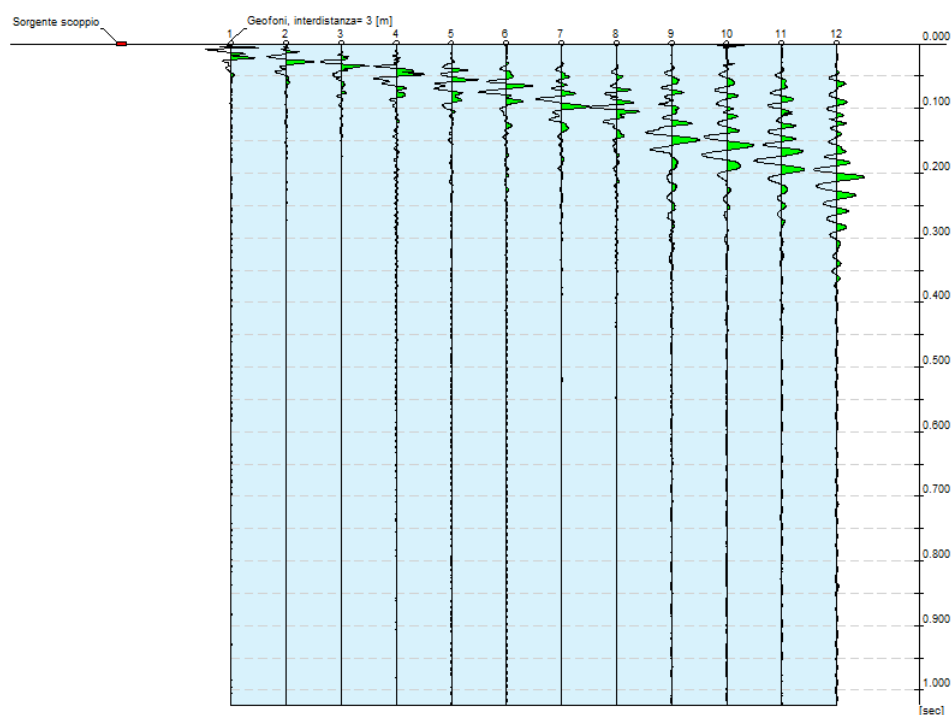
ALL.2

RAPPORTO DI PROVA SINTETICO

Indagine geofisica tramite tecnica MASW

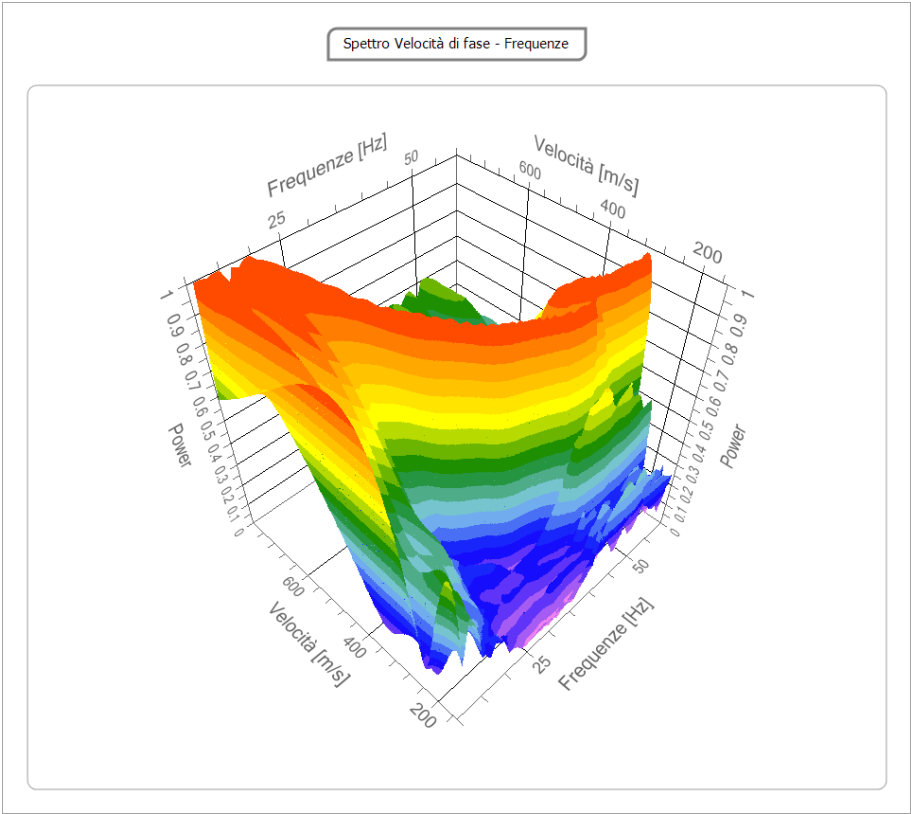
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	1024.0
Interdistanza geofoni [m]	3.0
Periodo di campionamento [msec]	0.25



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	10
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	150
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	25.6	462.5	0
2	33.5	337.8	0
3	48.6	287.9	0
4	56.4	281.3	0

Inversione

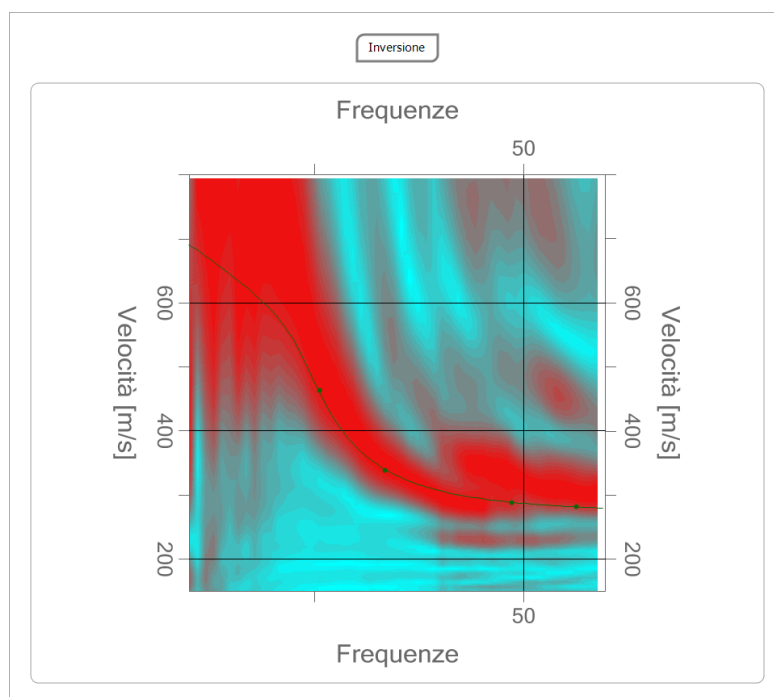
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.45	1.45	1850.0	0.3	No	561.2	300.0
2		3.05	1.60	1900.0	0.3	No	516.9	281.1
3		4.15	1.10	1950.0	0.3	No	673.5	360.0
4		6.65	2.50	2050.0	0.3	No	876.6	460.0
5		8.15	1.50	2100.0	0.3	No	1290.4	650.0
6		10.15	2.00	2150.0	0.3	No	1543.6	760.0
7		∞	∞	2400.0	0.4	No	1731.9	810.0

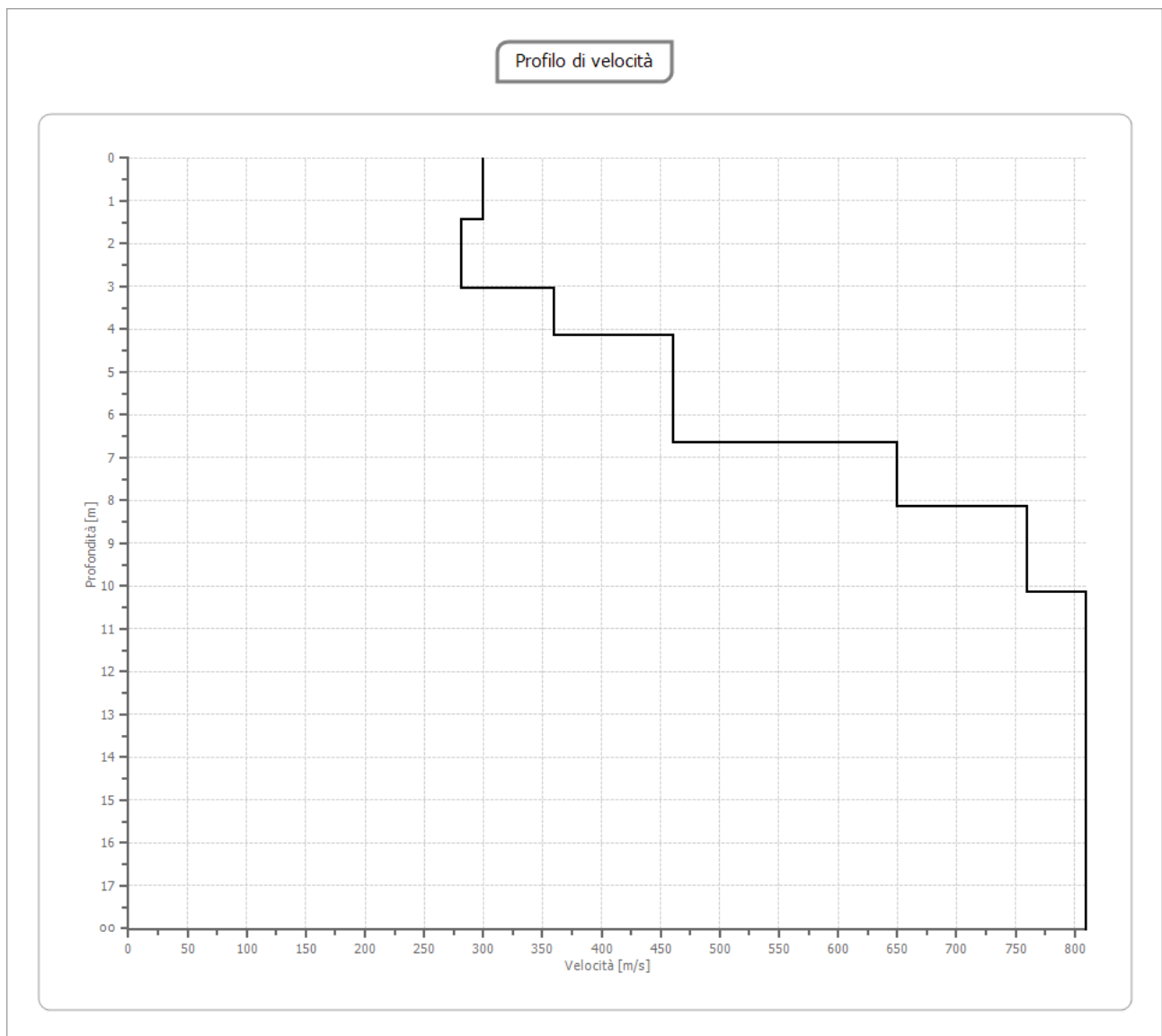
Percentuale di errore

0.003 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.004





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	619.06
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo 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 Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

MODULO STRATIGRAFICO

COMMITENTE:	ANAS Spa	CAMPIONE PER PROVE DI LABORATORIO: Profondità 7,5 - 8 m
CANTIERE:	S.S. 51 di Alemagna	
PERFORAZIONE N°:	SS51 Km 95 + 100 S2	FALDA: 12,5 m
DATA INIZIO:	20/02/2018	
DATA ULTIMAZIONE:	21/02/2018	
RESPONSABILE:	Francesco Bassani	
DITTA ESECUTRICE:	GEORICERCHE srl	
METODO DI PERFORAZIONE:	Cartotaggio continuo	
PROFONDITA' FINALE:	20 m	

		DESCRIZIONE
0	1,2	Terreno di riporto costituito da ghiaia eterodimensionale (4 - 40 mm) con presenza di due ciottoli (diametro 9 cm) e di clasti asfaltici in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio scuro
1,2	1,95	Ghiaia fine (4 - 16 mm) in abbondante matrice sabbioso limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
1,95	2,1	Ghiaia eterodimensionale medio grossolana (16 - 40 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
2,1	3,2	Ghiaia eterodimensionale medio fine (4-25 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore dal marroncino chiaro al grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
3,2	3,45	Ghiaia eterodimensionale medio grossolana (25 - 50 mm) in matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
3,45	4,3	Ghiaia fine (2 -16 mm) con alcuni clasti di diametro max 4,5 cm in matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
4,3	4,5	Ghiaia medio grossolana (25 -50 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
4,5	6,8	Ghiaia eterodimensionale fine (4 - 20 mm) con alcuni clasti di diametro max 4,5 cm in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
6,8	6,95	trovante; litologia di origine dolomia
6,95	8	Ghiaia eterodimensionale fine (4 - 14 mm) in abbondante matrice sabbioso limosa di colore dal marroncino chiaro al grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
8	8,2	trovante; litologia di origine dolomia
8,2	10	Ghiaia eterodimensionale fine (4 - 14 mm) in abbondante matrice sabbioso limosa di colore dal marroncino chiaro al grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
10	10,5	Ghiaia eterodimensionale medio - grossolana (20 - 50 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore dal marroncino chiaro al grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
10,5	12,5	Ghiaia eterodimensionale medio fine (2 - 20 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore marroncino chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia.
12,5	12,65	Ghiaia fine (2 -8 mm) con sabbia limosa di colore marrone. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
12,65	20	Ghiaia eterodimensionale medio fine (2 - 20 mm) con alcuni clasti di diametro max 4,5 - 5 cm in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore marroncino chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia.

10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati			
Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato			
Codice	Pag.	Rev.	Norma
Rp P10.4.1.64	1 di 2	2 del 12/06/2014	Raccomand. AGI 1977

Rapporto di prova n°: **13492-18-**
 Data emissione:
 Carico n°: **13492**
 Descrizione campione: **Terreno**
 Data ricevimento campione: **06/03/2018**
 Data esecuzione prova:
 Richiedente: **Ing. Pietro Leonardo Carlucci**
 Proprietario: **ANAS S.p.A. - AREA COMPARTIMENTALE VENETO**
 Prelievo effettuato da:
 Procedura di campionamento: **N.D.**

BOZZA



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata

Attrezzature utilizzate								
Cod.Att.	Descrizione Attrezzature	Matricola	Costruttore	Taratura n.	Del	Effettuato da	Pros. Taratura	Effettuato da
CLS_35	Calibro a cursore digitale	13603585	Controls	2018/139	08/01/2018	Tecnolab Srl	08/01/2019	Tecnolab Srl
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

Sigla	Verbale Prelievo	Data	Ubicazione prelievo	Sondaggio numero	Profondità da - a	Prelievo tipo	Prelievo campione
2	-	febbraio 2018	S.S. 51 "di Alemagna" - km 95+100	S2	7,5m - 8,0m	rimaneggiato	C1

Schema del campione

Poket Penetrometro (Pp): kPa (N.E.= non effettuabile) Lunghezza campione : - cm
 P.Alta N.E. P.Bassa
Prove effettuate:

Analisi granulometrica, massa volumica dei grani, contenuto d'acqua

Descrizione del campione

ghiaia sabbiosa limosa

Terre incoerenti

- ☒ sciolto
☐ addensato
☐ lievemente cementato

Terre coesive

- ☐ privo di consistenza (Pp < 25 kPa)
☐ poco consistente (Pp 25 - 50 kPa)
☐ moderatamente consistente (Pp 50 - 100 kPa)
☐ consistente (Pp 100 - 200 kPa)
☐ molto consistente (Pp > 200 kPa)

Note

--

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati			
Riconoscimento e descrizione geotecnica di campione rimaneggiato			
Codice	Pag.	Rev.	Norma
Rp P10.4.1.64	2 di 2	2 del 12/06/2014	Raccomand. AGI 1977

Rapporto di prova n°: **13492-18-**
 Data emissione:
 Carico n°: **13492**
 Descrizione campione: **Terreno**
 Data ricevimento campione: **06/03/2018**
 Data esecuzione prova:
 Richiedente: **Ing. Pietro Leonardo Carlucci**
 Proprietario: **ANAS S.p.A. - AREA COMPARTIMENTALE VENETO**
 Prelievo effettuato da:
 Procedura di campionamento: **N.D.**



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

Nessuna
Non utilizzate
Nessuna
Non determinata

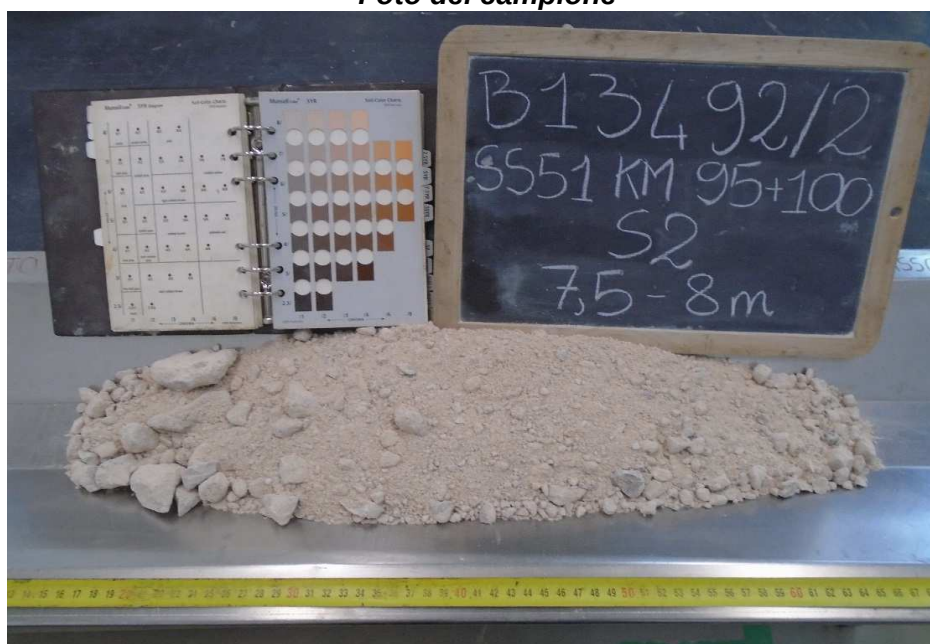
Attrezzature utilizzate							
Cod. Att.	Descrizione Attrezzature	Matricola	Costruttore	Taratura n.	Del	Effettuato da	Pros. Taratura
CLS_35	Calibro a cursore digitale	13603585	Controls	2018/139	08/01/2018	Tecnolab Srl	08/01/2019
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

0							
Sigla	Verbale Prelievo	Data	Ubicazione prelievo	Sondaggio numero	Profondità da - a	Prelievo tipo	Prelievo campione
2	-	febbraio 2018	S.S. 51 "di Alemagna" - km 95+100	S2	7,5m - 8,0m	rimaneggiato	C1

Foto del campione



Note

--

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

GEOTECNICA - Terre e Aggregati			
Misura del contenuto d' acqua			
Codice	Pag.	Rev.	Norma
Rp_ P10.4.1.2	1 di 1	2	UN CEN ISO/TS 17892-1

Rapporto di prova n°: **13492-18-**
 Data emissione:
 Carico n°: **13492**
 Descrizione campione: **Terreno**
 Data carico: **03/06/2018**
 Data esecuzione prova:
 Richiedente: **Ing. Pietro Leonardo Carlucci**
 Proprietario: **ANAS S.p.A. - AREA COMPARTIMENTALE VENETO**

Prelievo effettuato da :

Procedura di campionamento: **N.D.**

DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

Nessuna
Non utilizzate
Nessuna
Non determinata



Attrezzature utilizzate								
Cod.Att.	Descrizione Attrezzature	Matricola	Costruttore	Taratura n.	Del	Effettuato da	Pros. Taratura	Effettuato da
GEO_15/01	Bilancia	117826	Gibertini	2018/801	10/04/2018	Tecnolab Srl	09/10/2018	Tecnolab Srl
GEO_19/02	Forno	---	Recitem	2018/155	08/01/2018	Tecnolab Srl	08/01/2019	Tecnolab Srl

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

Sigla	Verbale Prelievo	Data	Ubicazione prelievo	Sondaggio numero	Profondità da - a	Prelievo tipo	Prelievo campione
2	-	febbraio 2018	S.S. 51 "di Alemagna" - km 95+100	S2	7,5m - 8,0m	rimaneggiato	C1

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Prova n.			1	2	3
Massa del contenitore	m _c	(g)	226,50	212,00	472,50
Massa contenitore e camp. umido	m ₁	(g)	1695,50	1296,50	1977,00
Massa contenitore e camp. Essiccato	m ₂	(g)	1659,00	1275,00	1943,50
Massa Acqua	m _w	(g)	36,50	21,50	33,50
Massa Camp. Secco	m _d	(g)	1432,50	1063,00	1471,00
Contenuto d'Acqua	w	(%)	2,55	2,02	2,28

Contenuto d'acqua w (%)
 2,3

Note

--

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati			
Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione			
Codice	Pag.	Rev.	Norma
Rp_ P10.4.1.38	1 di 3	4 del 10/07/2014	Raccom. AGI 1994

Rapporto di prova n°: **13492-18-**
 Data emissione:
 Carico n°: **13492**
 Descrizione campione: **Terreno**
 Data carico: **06/03/2018**
 Data esecuzione prova:
 Richiedente: **Ing. Pietro Leonardo Carlucci**
 Proprietario: **ANAS S.p.A. - AREA COMPARTIMENTALE VENETO**
 Prelievo effettuato da:
 Procedura di campionamento: **N.D.**

BOZZA



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata

Attrezzature utilizzate							
Cod. Att.	Descrizione Attrezzature	Matricola	Costruttore	Taratura n.	Del	Effettuato da	Pros. Taratura
TAR_28	Termometro digitale	33737514/706	PCE	051 C11/1B3080	01/09/2017	Trescal Srl	01/09/2019
GEO_04/01	Cilindro graduato per analisi granulometrica	---	Controls	---	---	---	---
GEO_05/01	Vasca termostatica per analisi granulometrica	---	Matest	---	---	---	---
GEO_15/01	Bilancia	117826	Gibertini	2018/801	10/04/2018	Tecnolab Srl	09/10/2018
GEO_15/07	Bilancia contapezzi	---	PCE	2018/154	08/01/2018	Tecnolab Srl	09/07/2018
GEO_06/05	Densimetro per l'analisi granulometrica	252	Controls	---	---	---	---
GEO_02/26-37	Serie Setacci in lamiera forata Ø 300	---	Controls	2018/805	11/04/2018	Tecnolab Srl	10/10/2018
GEO_19/03	Stufa a ventilazione forzata	10001685	Controls	2018/803	11/04/2018	Tecnolab Srl	11/04/2019
GEO_02/19-25	Serie Setacci UNI Ø 300	---	Controls	2018/804	11/04/2018	Tecnolab Srl	10/10/2018

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

Sigla	Verbale Prelievo	Data	Ubicazione prelievo	Sondaggio numero	Profondità da - a	Prelievo tipo	Prelievo campione
2	-	febbraio 2018	S.S. 51 "di Alemagna" - km 95+100	S2	7,5m - 8,0m	rimaneggiato	C1

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per setacciatura

Massa iniziale g 4035,5

Setacci UNI mm	Tratt. Netto al vaglio [g]	Tratt. Netto Progressivo [g]	Trattenuto Progressivo %	Passante Progressivo %
40	0	0	0	100,0
31,5	427,76	427,76	10,6	89,4
25	153,75	581,51	14,4	85,6
20	111,38	692,89	17,2	82,8
16	163,44	856,33	21,2	78,8
12,5	228,01	1084,34	26,9	73,1
10	231,23	1315,57	32,6	67,4
8	185,63	1501,2	37,2	62,8
4	525,83	2027,03	50,2	49,8
2	462,87	2489,9	61,7	38,3
1	346,25	2836,15	70,3	29,7
0,425	278,05	3114,2	77,2	22,8
0,250	123,49	3237,69	80,2	19,8
0,125	115,01	3352,7	83,1	16,9
0,075	45,6	3398,3	84,2	15,8
fondo	1,0			

Metodo di prova : per via secca ☐ per via umida ☒
 Pretrattamento per materiale organico : si ☐ no ☒

Note

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati			
Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione			
Codice	Pag.	Rev.	Norma
Rp_P10.4.1.38	2 di 3	4 del 10/07/2014	Raccom. AGI 1994

Rapporto di prova n°: **13492-18-**
Data emissione:
Carico n°: **13492**
Descrizione campione: **Terreno**
Data carico: **06/03/2018**
Data esecuzione prova: **00/01/1900**
Richiedente: **Ing. Pietro Leonardo Carlucci**
Proprietario: **ANAS S.p.A. - AREA COMPARTIMENTALE VENETO**
Prelievo effettuato da:
Procedura di campionamento: **N.D.**

BOZZA



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
Identificazione procedure non normalizzate
Anomalie riscontrate
Incertezza dei risultati delle misure

Nessuna
Non utilizzate
Nessuna
Non determinata

ESPRESSIONE DEI RISULTATI: Analisi granulometrica per sedimentazione

$\gamma_s = 2,780 \text{ g/cm}^3$ Peso specifico dei grani* $C_m = 0,50$ $X = 15,79 \%$ passante allo 0.075
 $P_s = 46,00 \text{ g}$ Peso secco del camp. $C_d = 3,00$ $H_R = 17,713 - 0.2733 (R + C_m)$

*= dato presupposto ove non richiesto

C_m = correzione menisco

C_d = correzione per agente disperdente (esametafostato 40g/l)

H_r = Profondità effettiva

Tempo	Temperatura	Lettura	Correz.menisco	Correz. Temp.	Diametro equiv.	Lettura.Corretta	Passante	Passante
min.	°C	R'h	Rh	Ct	mm	R	Parziale (%)	Totale (%)
0,5	15,5	31,0	31,5	-0,69	0,055522	29,00	94,41	14,91
1,0	15,5	28,5	29,0	-0,69	0,040847	32,00	85,92	13,57
2,0	15,5	25,5	26,0	-0,69	0,030174	26,00	75,73	11,96
4,0	15,5	22,5	23,0	-0,69	0,022212	23,00	65,55	10,35
8,0	15,5	19,8	20,3	-0,69	0,016244	20,30	56,38	8,90
15	15,5	17,5	18,0	-0,69	0,012187	18,00	48,57	7,67
30	15,5	15,0	15,5	-0,69	0,008860	15,50	40,08	6,33
60	15,5	12,5	13,0	-0,69	0,006432	13,00	31,59	4,99
120	15,5	10,8	11,3	-0,69	0,004626	11,30	25,82	4,08
219	16,5	9,0	9,5	-0,56	0,003441	9,50	20,18	3,19
480	17,0	7,0	7,5	-0,48	0,002353	7,50	13,63	2,15
1440	16,5	5,5	6,0	-0,56	0,001386	6,00	8,29	1,31

Note

Lo Sperimentatore
Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
Ing. Marco Di Pietro

10.4.1 GEOTECNICA - Terre e Aggregati			
Determinazione della distribuzione granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione			
Codice	Pag.	Rev.	Norma
Rp_ P10.4.1.38	3 di 3	4 del 10/07/2014	Raccom. AGI 1994

Rapporto di prova n°: **13492-18-**

Data emissione:

Codice n°: **13492**

Descrizione campione: **Terreno**

Data carico: **06/03/2018**

Data esecuzione prova:

Richiedente: **Ing. Pietro Leonardo Carlucci**

Proprietario: **ANAS S.p.A. - AREA COMPARTIMENTALE VENETO**

Prelievo effettuato da:

Procedura di campionamento: **N.D.**

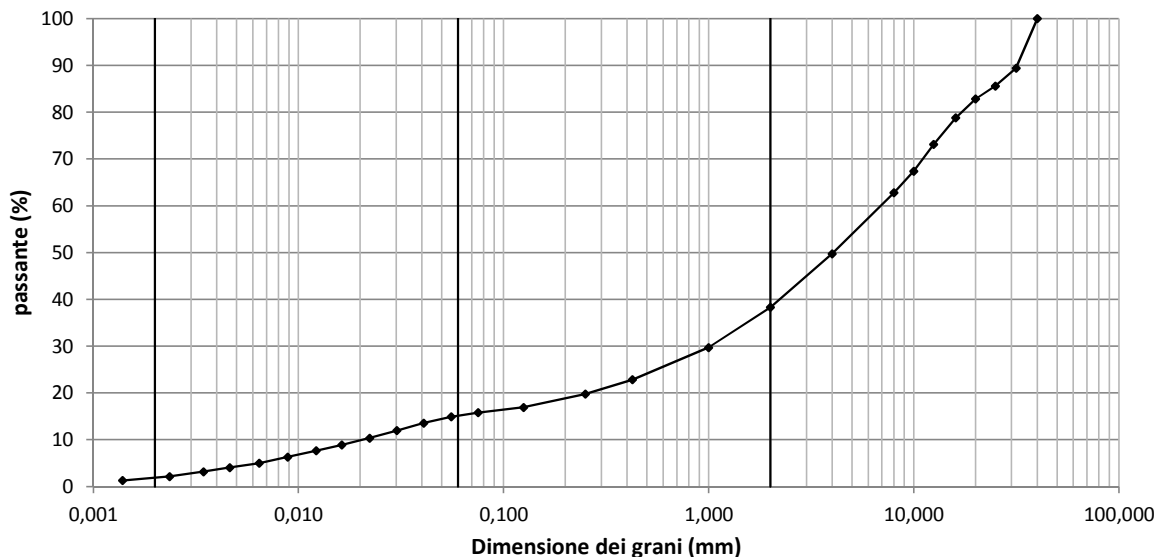


DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
Identificazione procedure non normalizzate
Anomalie riscontrate
Incertezza dei risultati delle misure

Nessuna
Non utilizzate
Nessuna
Non determinata

GRAFICO DEI RISULTATI



Ghiaia (>2mm)= 62 % Sabbia (0,06-2 mm)= 23 % Limo (0,002-0,06 mm)= 13 % Argilla (< 0,002 mm)= 2 %

Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche 1977):

Ghiaia Sabbioso Limosa

Note

--

Lo Sperimentatore
Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
Ing. Marco Di Pietro

10.4.1 - GEOTECNICA - Terre e aggregati			
Determinazione della massa volumica dei granuli solidi metodo del picnometro			
Codice	Pag.	Rev.	Norma
Rp_ P10.4.1.37	1 di 1	0	UNI CEN ISO 17892-3

Rapporto di prova n°: **13492-18-**
 Data emissione:
 Carico n°: **13492**
 Descrizione campione: **Terreno**
 Data carico: **06/03/2018**
 Data esecuzione prova:
 Richiedente: **Ing. Pietro Leonardo Carlucci**
 Proprietario: **ANAS S.p.A. - AREA COMPARTIMENTALE VENETO**
 Prelievo effettuato da:
 Procedura di campionamento: **N.D.**

BOZZA



DATI INERENTI LA PROVA

Variazioni rispetto alla specifica di prova
 Identificazione procedure non normalizzate
 Anomalie riscontrate
 Incertezza dei risultati delle misure

Nessuna
 Non utilizzate
 Nessuna
 Non determinata

Attrezzature utilizzate								
Cod.Att.	Descrizione Attrezzature	Matricola	Costruttore	Taratura n.	Del	Effettuato da	Pros. Taratura	Effettuato da
GEO_15/01	Bilancia	117826	Gibertini	2018/801	10/04/2018	Tecnolab Srl	09/10/2018	Tecnolab Srl
GEO_54	Termometro a contatto digitale	11085545	Controls	2018/210	08/01/2018	Tecnolab Srl	08/01/2019	Tecnolab Srl
GEO_13/04	Picnometro	---	---	---	---	---	---	---
GEO_19/03	Stufa a ventilazione forzata	10001685	Controls	2018/803	11/04/2018	Tecnolab Srl	11/04/2019	Tecnolab Srl

DATI DICHIARATI DAL CLIENTE

Oggetto/Cantiere

Sigla	Verbale Prelievo	Data	Ubicazione prelievo	Sondaggio numero	Profondità da - a	Prelievo tipo	Prelievo campione
2	-	febbraio 2018	S.S. 51 "di Alemagna" - km 95+100	S2	7,5m - 8,0m	rimaneggiato	C1

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Prova n.		1	2
Peso picnometro	m_0 [g]	57,34	55,17
Peso picnometro + campione essiccato	m_4 [g]	86,68	83,32
Peso campione essiccato	m_2 [g]	29,34	28,15
Peso picnometro + campione + acqua	m_3 [g]	198,59	196,23
Peso picnometro + acqua	m_1 [g]	179,78	178,19
pw acqua alla temperatura di prova (°C) :	20	ρ_w [Mg/m ³]	0,99823
Massa volumica dei granuli solidi	ρ_s [Mg/m ³]	2,78	2,78
Massa volumica dei granuli solidi (valore medio)	ρ_s [Mg/m ³]	2,78	

Note

--

Lo Sperimentatore
 Geol. Andrea Bentivoglio

Il Direttore di Laboratorio
 Ing. Marco Di Pietro

Certificato n° 025/2018/S-S2 15/05/2018	Verbale di accettazione n° 025/2018/S-V	Commessa: 025/2018/S
Committente: ANAS Spa		Sondaggio: S1 Pk 95+100 Km
Riferimento: Cantiere Loc. Ponte del Venco (BL) - SS.51 di Alemagna		Data: Dal 22 al 23/02/2018
Fotografie - Pagina 1/2		Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Certificato n° 025/2018/S-S2 15/05/2018	Verbale di accettazione n° 025/2018/S-V	Commessa: 025/2018/S
Committente: ANAS Spa		Sondaggio: S1 Pk 95+100 Km
Riferimento: Cantiere Loc. Ponte del Venco (BL) - SS.51 di Alemagna		Data: Dal 22 al 23/02/2018
Fotografie - Pagina 2/2		Pagina 2



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00



Certificato n° 025/2018/S-S2 15/05/2018

Verbale di accettazione n° 025/2018/S-V

Commessa: 025/2018/S

Committente: ANAS Spa

Sondaggio: S1 Pk 95+100 Km

Riferimento: Cantiere Loc. Ponte del Venco (BL) - SS.51 di Alemagna

Data: Dal 22 al 23/02/2018

Coordinate:

Quota:

Perforazione: A carotaggio continuo - Perforatrice Puntel PX800

SCALA 1 :82

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Cass.	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1		1					1.2	Terreno di riporto costituito da ghiaia eterodimensionale (4 - 40 mm) con presenza di due ciottoli (diametro 9 cm) e di clasti asfaltici in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio scuro
					2							2.0 2.1	Ghiaia fine (4 - 16 mm) in abbondante matrice sabbioso limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					3							3.2	Ghiaia eterodimensionale medio grossolana (16 - 40 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					4							3.5	Ghiaia eterodimensionale medio grossolana (16 - 40 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					5							4.3 4.5	Ghiaia fine (2 -16 mm) con alcuni clasti di diametro max 4,5 cm in matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					6								Ghiaia medio grossolana (25 -50 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					7							6.8 7.0	Ghiaia eterodimensionale fine (4 - 20 mm) con alcuni clasti di diametro max 4,5 cm in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore grigio. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					8		2	1) Rim < 7.50 8.00				8.0 8.2	Trovante; litologia di origine dolomia
					9								Ghiaia eterodimensionale fine (4 - 14 mm) in abbondante matrice sabbioso limosa di colore dal marroncino chiaro al grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					10							10.0	Trovante; litologia di origine dolomia
					11							10.5	Ghiaia eterodimensionale medio - grossolana (20 - 50 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore dal marroncino chiaro al grigio chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					12								Ghiaia eterodimensionale medio fine (2 - 20 mm) in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore marroncino chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia.
					13		3					12.5 12.7	Ghiaia fine (2 -8 mm) con sabbia limosa di colore marrone. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia
					14								Ghiaia eterodimensionale medio fine (2 - 20 mm) con alcuni clasti di diametro max 4,5 - 5 cm in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore marroncino chiaro. Clasti subangolari; litologia di origine dolomia.
					15								
					16								
					17								
					18		4						
					19								
127					20							20.0	
101													

Foro di sondaggio riempito con materiale di risulta e miscela di acqua e cemento.
Rinvenuta acqua di falda durante la perforazione a 12.50 m da p.c..