

S.S. 260 "PICENTE"
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO
DELLA SEDE STRADALE

Lotto "3" – da San Pelino a Marana di Montereale (Aq)
Convenzione di Cofinanziamento ANAS – Regione Abruzzo – Provincia di
L'Aquila in data 28/11/05 Rep. n°25597

CUP: F11B07000480001 – CIG: 665875741B

PROGETTO ESECUTIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



Sede di Firenze
 Viale G. Amendola n.6 int.3
 50121 Firenze – 0552001660
 www.politecnica.it

Direttore della Progettazione Responsabile Opere stradali ed idrauliche	Responsabile Opere Strutturali Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione	Responsabile Geologia	Direttore Tecnico Responsabile Opere Impiantistiche	Responsabile Ambientale
Ing. Marcello Mancone Ord. ing. di Firenze n.5723	Ing. Tommaso Conti Ord. ing. di Pistoia n.1149/A	Dott. Pietro Accolti Gil Ord. geol. della Toscana n.728	Ing. Francesco Frassinetti Ord. ing. Bologna n.5897/A	Arch. Maria Cristina Fregni Ord. arch. di Modena n.611

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. *FRANCESCO RUOCCO*

IMPRESA ESECUTRICE :

Responsabile di Commessa
 Geom. *Giacomo Giona*
 Direttore Tecnico
 Ing. *Mauro Martini*



03—GEOLOGIA E GEOTECNICA

—

PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE

CODICE PROGETTO	NOME FILE	PROGR. ELAB.	REV.	SCALA:
PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.	03.01_P00_GE00_GEO_RE01_A	03.01		
L0718B E 1801	CODICE ELAB. P00GE00GEORE01		A	—
A	CONSEGNA LUGLIO 2018	07/2018	S. TRONCONI	P. ACCOLTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO
				APPROVATO

INDICE

INDICE.....	1
1. INTRODUZIONE.....	2
2. ELABORATI DI PROGETTO.....	3
3. NORMATIVA	4
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE.....	5
4.1. Campagna geognostica 2007	5
Tabella 1 – sondaggi campagna geognostica 2007	5
Tabella 2 – Prove penetrometriche statiche campagna geognostica 2007	6
4.2. Campagna sismica 2008	6
4.3. Campagna geognostica 2013	6
Tabella 3 – sondaggi campagna geognostica 2007	7
4.4. Campagna geognostica 2017	7
4.4.1 Eseguite da Delta Lavori	7
Tabella 4 – sondaggi campagna geognostica 2017	7
4.4.2 Eseguite dai concorrenti alla gara	8
Tabella 5 – sondaggi campagna geognostica 2017	8
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018.....	10
5.1. Indagini geognostiche in sito.....	10
Tabella 6 – sondaggi campagna geognostica 2018.....	11
5.2. Indagini sismiche	11
5.3. Prove di laboratorio.....	13

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la programmazione delle indagini geognostiche integrative propedeutiche alla Progettazione Esecutiva dei lavori di adeguamento piano-altimetrico della strada statale n° 260 "Picente"- Lotto 3 da San Pelino a Marana di Montereale (AQ).

L'area di intervento è ubicata alle coordinate geografiche $42^{\circ}28'9.79''N$ e $13^{\circ}15'49.89''E$, posizionata alla quota altimetrica media di circa 750 m s.l.m, ed è individuata nell'immagine di fig. 1.



Individuazione area di intervento

2. ELABORATI DI PROGETTO

L'analisi degli aspetti geotecnici viene condotta con riferimento ai seguenti elaborati:

03.0_P00_GE00_GEO_RE01_A	PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE
03.0_P00_GE00_GEO_PU01_A	UBICAZIONE INDAGINI IN SITO TAV. 1/2
03.0_P00_GE00_GEO_PU02_A	UBICAZIONE INDAGINI IN SITO TAV. 2/2
03.0_P00_GE00_GEO_RE02_A	REPORT DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE -CAROTAGGI E PROVE DI LABORATORIO
03.0_P00_GE00_GEO_RE03_A	REPORT DELLE INDAGINI GEOFISICHE
03.0_P00_GE00_GEO_RE04_A	RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA
03.0_P00_GE00_GEO_CG01_A	CARTA GEOLOGICA TAV.1/4
03.0_P00_GE00_GEO_CG02_A	CARTA GEOLOGICA TAV.2/4
03.0_P00_GE00_GEO_CG03_A	CARTA GEOLOGICA TAV.3/4
03.1_P00_GE00_GEO_CG04_A	CARTA GEOLOGICA TAV.4/4
03.1_P00_GE00_GEO_CG05_A	CARTA GEOMORFOLOGICA TAV.1/4
03.1_P00_GE00_GEO_CG06_A	CARTA GEOMORFOLOGICA TAV.2/4
03.1_P00_GE00_GEO_CG07_A	CARTA GEOMORFOLOGICA TAV.3/4
03.1_P00_GE00_GEO_CG08_A	CARTA GEOMORFOLOGICA TAV.4/4
03.1_P00_GE00_GEO_CIO1_A	CARTA IDROGEOLOGICA TAV.1/4
03.1_P00_GE00_GEO_CIO2_A	CARTA IDROGEOLOGICA TAV.2/4
03.1_P00_GE00_GEO_CIO3_A	CARTA IDROGEOLOGICA TAV.3/4
03.1_P00_GE00_GEO_CIO4_A	CARTA IDROGEOLOGICA TAV.4/4
03.1_P00_GE00_GEO_FG01_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.1/8
03.2_P00_GE00_GEO_FG02_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.2/8
03.2_P00_GE00_GEO_FG03_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.3/8
03.2_P00_GE00_GEO_FG04_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.4/8
03.2_P00_GE00_GEO_FG05_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.5/8
03.2_P00_GE00_GEO_FG06_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.6/8
03.2_P00_GE00_GEO_FG07_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.7/8
03.2_P00_GE00_GEO_FG08_A	PROFILO GEOLOGICO TAV.8/8
03.2_P00_GE00_GEO_SZ01_A	SEZIONI GEOLOGICHE TAV.1/4
03.2_P00_GE00_GEO_SZ02_A	SEZIONI GEOLOGICHE TAV.2/4
03.2_P00_GE00_GEO_SZ03_A	SEZIONI GEOLOGICHE TAV.3/4
03.3_P00_GE00_GEO_SZ04_A	SEZIONI GEOLOGICHE TAV.4/4
03.3_P00_GE00_GEO_RE05_A	RELAZIONE SISMICA
03.3_P00_GE00_GEO_RE06_A	RELAZIONE SUI RILIEVI GEOLOGICO-STRUTTURALI E GEOMECCANICI DI DETTAGLIO
03.3_P00_GE00_GEO_RE07_A	SCHEDE RILEVAMENTO GEOLOGICO E SCHEDE DI RILEVAMENTO GEOMECCANICO
03.3_P00_GE00_GET_SZ01_A	SEZIONI GEOTECNICHE/GEOMECCANICHE
03.3_P00_GE00_GET_RE01_A	RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE
03.3_P00_GE00_GET_FG01_A	PROFILO GEOTECNICO TAV. 1/5
03.3_P00_GE00_GET_FG02_A	PROFILO GEOTECNICO TAV. 2/5
03.3_P00_GE00_GET_FG02_A	PROFILO GEOTECNICO TAV. 3/5
03.3_P00_GE00_GET_FG02_A	PROFILO GEOTECNICO TAV. 4/5
03.4_P00_GE00_GET_FG02_A	PROFILO GEOTECNICO TAV. 5/5

3. **NORMATIVA**

La stesura della relazione viene compiuta in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle norme di seguito elencate ed ai richiami normativi in queste contenute:

- Decreto Ministero delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008 -Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n. 29 del 04/02/2008 -Suppl. Ordinario n.30)
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617 -Nuova Circolare delle Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n. 27 del 26/02/2009 – Suppl. Ordinario n. 27)
- Eurocodice 7 UNI EN 1997-1:2005 - “Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole Generali”
- Eurocodice 8 UNI EN 1998-5:2002 - “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”
- UNI EN 14490 - Lavori geotecnici speciali: Chiodatura del terreno (Soil Nailing)
- UNI EN 14475 -Lavori geotecnici speciali: Terra rinforzata-UNI EN 14487-1 – Calcestruzzo proiettato: definizioni, specificazioni e conformità-UNI EN 14487-2 – Calcestruzzo proiettato: esecuzione
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC) (versione 1.0 Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015)

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

Per la caratterizzazione stratigrafica e geomeccanica delle varie unità attraversate lungo il tracciato, sono state eseguite le seguenti campagne geognostiche:

- Campagna geognostica 2007 – eseguita da ANAS
- Campagna sismica 2008 – eseguita da ANAS
- Campagna geognostica 2013 – eseguita da ANAS
- Campagna geognostica 2017 – eseguita in fase di gara dai vari concorrenti
- Campagna geognostica 2018 – eseguita da Delta Lavori S.p.A.

4.1. Campagna geognostica 2007

Durante la campagna geognostica 2007 da parte di ANAS, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n°2 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1 e S2 di lunghezza rispettivamente 20 m e 30 m dal p.c.;
- prelievo di n°5 campioni nel sondaggio S1 di cui n°4 disturbati e n°1 indisturbato;
- n°6 prove SPT;
- installazione in entrambi i fori di sondaggio di n°2 piezometri a tubo aperto a profondità 20.0 m (S1) e 26.0 m (S2);
- n°4 prove penetrometriche dinamiche SCPT.

Durante le perforazioni dei sondaggi sono state eseguite le seguenti attività:

- catalogazione del materiale recuperato;
- riconoscimento stratigrafico, geotecnico e geomeccanico dei materiali;
- prelievo di campioni indisturbati (Q5) per l'esecuzione di prove di laboratorio;
- prelievo di campioni rimaneggiati (Q2)
- prove Standard Penetration Test (SPT).

La tabella 1 elenca i sondaggi eseguiti durante la campagna geognostica del 2007.

Tabella 1 – sondaggi campagna geognostica 2007

Sondaggio	Profondità [m]	Prove SPT [n.]	N. campioni indisturbati [n.]	N. campioni rimaneggiati [n.]	Piezometro [m]
S1	20.0	4	1	4	TA [0-20 m]
S2	30.0	2	-	-	TA [0-26 m]
TA: piezometro del tipo a tubo aperto (profondità tratto filtrante)					

Nella tabella 2 sono sintetizzate le prove penetrometriche dinamiche eseguite.

Tabella 2 – Prove penetrometriche statiche campagna geognostica 2007

Nome CPT	Profondità [m]
SCPT1	4.20
SCPT2	14.20
SCPT3	1.60
SCPT4	1.00

Sui campioni disturbati prelevati non sono state eseguite prove di laboratorio. Mentre sull'unico campione indisturbato sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- apertura e riconoscimento del materiale;
- determinazione del peso di volume naturale,
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- analisi granulometriche;
- prove di taglio diretto;

Nelle tabelle riportate in Appendice A sono sintetizzati i risultati delle analisi di laboratorio.

4.2. Campagna sismica 2008

Durante la campagna 2008 da parte di ANAS, sono state eseguite solamente indagini sismiche, quali:

- n°10 stendimenti di sismica a rifrazione in onde S e P;
- n°6 prove MASW;
- n°11 indagini sismiche di tipo Re.Mi. per la determinazione della V_{s30} ;
- n°20 misure di microtremori eseguite con il metodo HVSR di Nakamura.

Tale campagna d'indagine viene presa in esame per avere su ampia scala, le velocità V_{s30} lungo il tracciato e determinare quindi la categoria di suolo ai fini sismici.

4.3. Campagna geognostica 2013

Durante la campagna geognostica 2013 da parte di ANAS, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n°3 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1, S2 e S3 di lunghezza rispettivamente 30 m, 20 m e 30 m dal p.c.;
- prelievo di n°3 campioni nel sondaggio S1 e di n°7 nel sondaggio S3. Di questi solo n°5 del sondaggio S3, campioni litoidi, sono stati sottoposti a prove di compressione monoassiale;
- n°5 prove SPT;
- n°2 prove Down Hole nei sondaggi S1 e S3;

Durante le perforazioni dei sondaggi sono state eseguite le seguenti attività:

- catalogazione del materiale recuperato;
- riconoscimento stratigrafico, geotecnico e geomeccanico dei materiali;
- prelievo di campioni litoidi;
- prove Standard Penetration Test (SPT).

La tabella 3 elenca i sondaggi eseguiti durante la campagna geognostica del 2013.

Tabella 3 – sondaggi campagna geognostica 2007

Sondaggio	Profondità [m]	Prove SPT [n.]	N. campioni litoidi [n.]	N. campioni rimaneggiati [n.]	Down Hole [m]
S1	30.0	3	-	3	DH [0-30 m]
S2	20.0	1	-	-	-
S3	30.0	1	5	2	DH [0-30 m]

DH: foro di sondaggio attrezzato per prova sismica Down Hole

Sui campioni litoidi prelevati sono state eseguite prove di compressione semplice.

Nelle tabelle riportate in Appendice A sono sintetizzati i risultati delle analisi di laboratorio.

4.4. Campagna geognostica 2017

La campagna geognostica 2017 riporta tutte le indagini eseguite sia dalla Delta Lavori S.p.A. quale impresa aggiudicataria dei lavori e sia delle indagini più significative dei concorrenti e messe a disposizione dalla stazione appaltante ANAS. In particolare sono:

4.4.1 Eseguite da Delta Lavori

- n°3 sondaggi a carotaggio continuo. I sondaggi S1 ed S3 sono stati spinti fino alla profondità di 30 m dal p.c.. Il sondaggio S2 ha raggiunto la profondità di 23 dal p.c.;
- n°1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza del sondaggio S1;
- prelievo di n°3 campioni nel sondaggio S1, n°5 campioni nel sondaggio S2 e n°2 campioni nel sondaggio S3;
- n°16 prove SPT;
- n°3 stendimenti sismici a rifrazione in onde P e S;

La tabella 4 elenca i sondaggi eseguiti durante la campagna geognostica del 2017.

Tabella 4 – sondaggi campagna geognostica 2017

Sondaggio	Profondità [m]	Prove SPT [n.]	N. campioni indisturbati [n.]	N. campioni rimaneggiati [n.]	Piezometro [m]
S1_2017	30.0	6	2	3	TA [0-30 m]
S2_2017	23.0	6	1	2	-
S3_2017	30.0	4	3	-	-

TA: piezometro del tipo a tubo aperto (profondità tratto filtrante)

Sui campioni disturbati prelevati non sono state eseguite prove di laboratorio. Mentre sull'unico campione indisturbato sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- apertura e riconoscimento del materiale;
- determinazione del peso di volume naturale,
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- analisi granulometriche;
- prove di taglio diretto;

Nelle tabelle riportate in Appendice A sono sintetizzati i risultati delle analisi di laboratorio.

4.4.2 Eseguite dai concorrenti alla gara

- CODIMAR - n°1 sondaggio a carotaggio continuo orizzontale in prossimità dell'imbocco lato Marana della Galleria Naturale. Il sondaggio è stato spinto per una lunghezza di 50 m. Prelievo di n°5 campioni litoidi da sottoporre a prove Point Load Test e determinazione del peso naturale;
- INTEGRA – n°2 sondaggi a carotaggio continuo di cui S1 di tipo verticale spinto ad una profondità di 20.0 m da p.c. e S2 di tipo orizzontale avente lunghezza 10.0 m. Nel sondaggio S1 sono state eseguite n°4 prove SPT ed il prelievo di n°4 campioni disturbati;
- CONSORZIO STABILE – n°3 sondaggi a carotaggio continuo denominati SN/1, SN/2 e SN/3 di profondità rispettivamente 20.0 m, 20.0 m e 25.0 m. All'interno dei vari fori di sondaggio sono state eseguite complessivamente n°13 prove SPT;
- NEOSIA – n°2 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1 e S2 di profondità ciascuno 20.0 m. All'interno dei vari fori di sondaggio sono state eseguite complessivamente n°12 prove SPT;
- KOSTRUTTIVA - n°2 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1 e S2 di profondità ciascuno 20.0 m. All'interno dei vari fori di sondaggio sono state eseguite complessivamente n°4 prove SPT.

La tabella 5 elenca i sondaggi eseguiti durante la campagna geognostica del 2017.

Tabella 5 – sondaggi campagna geognostica 2017

	Sondaggio	Profondità [m]	Prove SPT [n.]	N. campioni indisturbati [n.]	N. campioni rimaneggiati [n.]
CODIMAR	S1 Orizzontale	50.0	---	5 Point Load Test	---
INTEGRA	S1	20.0	4	---	4
	S2	10.0	---	---	---
CONSORZIO STABILE	SN/1	20.0	4	---	---
	SN/2	20.0	4	---	---

PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE

	SN/3	25.0	5	---	---
NEOSIA	S1	20.0	6	---	---
	S2	20.0	6	---	---
KOSTRUTTIVA	S1	20.0	2	---	---
	S2	20.0	2	---	---

Durante le perforazioni dei sondaggi sono state eseguite le seguenti attività:

- catalogazione del materiale recuperato;
- riconoscimento stratigrafico, geotecnico e geomeccanico dei materiali;
- prelievo di campioni indisturbati (Q5) per l'esecuzione di prove Point Load Test;
- prelievo di campioni rimaneggiati (Q2)
- prove Standard Penetration Test (SPT).

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018

L'opera in progetto S.S. 260 "Picente" attraversa un territorio con una natura geologica "difficile", passando da zone prettamente litoidi a zone incoerenti con forte presenza di materiali caotici a zone sedimentarie (tratti pianeggianti).

Viste le indagini disponibili riportate ai paragrafi precedenti, per redigere il Progetto Esecutivo in accordo con il Capitolato ANAS, si prevedono indagini geognostiche integrative sia in sito che in laboratorio.

I principi seguiti per impostare la nuova campagna d'indagine sono:

- Approfondire il grado di conoscenza in prossimità della futura Galleria Artificiale S. Pelino. Attualmente sono state eseguite solo indagini in prossimità degli imbocchi e stese sismiche circa a metà dello sviluppo della galleria. Pertanto per avere un quadro più dettagliato, si prevedono indagini dirette nel tratto centrale della galleria stessa, quali sondaggi e prove di laboratorio. Si prevedono ulteriori indagini sismiche a rifrazione tomografica lungo l'asse e trasversalmente, per avere un quadro chiaro sulla natura delle varie unità e sulla giacitura degli strati. Oltre ad una caratterizzazione sismica locale.
- Avere un quadro sullo stato dell'ammasso, in corrispondenza della futura galleria naturale, mediante indagini indirette quali sismica a rifrazione tomografica, disposta sia in senso longitudinale che trasversale;
- Verificare con maggior dettaglio la stratigrafia lungo l'asse stradale dei futuri piani di posa delle opere di sostegno flessibili (Terre Rinforzate), muri e rilevati. Questo mediante sondaggi a carotaggio continuo che con pozzetti esplorativi.

5.1. Indagini geognostiche in sito

Le indagini geognostiche previste in sito sono:

- n°3 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1, S2 e S3 di lunghezza rispettivamente 15 m, 35 m e 15 m dal p.c.;
- prelievo di n°3 campioni nel sondaggio S1, di n°5 nel sondaggio S2 e di n°2 nel sondaggio S3;
- n°16 prove SPT;
- n°1 piezometro a tubo aperto all'interno del sondaggio S3;
- n°3 prove pressiometriche all'interno dei fori di sondaggio: n°1 in S1 e n°2 in S2.

Durante le perforazioni dei sondaggi sono state eseguite le seguenti attività:

- catalogazione del materiale recuperato;
- riconoscimento stratigrafico, geotecnico e geomeccanico dei materiali;
- prelievo di campioni indisturbati (Q5) per l'esecuzione di prove di laboratorio;
- prelievo di campioni rimaneggiati (Q2) per l'esecuzione di prove di laboratorio;
- prove Standard Penetration Test (SPT);

La tabella 6 elenca i sondaggi eseguiti durante la campagna geognostica del 2018.

Tabella 6 – sondaggi campagna geognostica 2018

Sondaggio	Profondità [m]	Prove SPT [n.]	N. campioni indisturbati [n.]	N. campioni rimaneggiati [n.]	Prove in foro [m]	Piezometro
S1	15.0	4	---	3	1 Pressiometrica	---
S2	35.0	9	---	5	2 Pressiometrica	---
S3	15.0	3	1	1	---	TA [0-15 m]

TA: foro di sondaggio attrezzato con piezometro a Tubo Aperto

5.2. Indagini sismiche

Allo scopo di fornire indicazioni relativamente alle caratteristiche deformative ed alle geometrie degli orizzonti litologici del sottosuolo è stato previsto uno studio geofisico.

L'indagine si è sviluppata effettuando n°9 sezioni sismiche tomografiche ad onde di compressione e taglio così ripartite in relazione alle opere da eseguire:

Galleria artificiale:

- Sezione sismica L1 48 stazioni lunghezza dello stendimento 125.0 m
- Sezione sismica L2 48 stazioni lunghezza dello stendimento 117.5 m
- Sezione sismica L3 48 stazioni lunghezza dello stendimento 120.0 m
- Sezione sismica L4 48 stazioni lunghezza dello stendimento 117.5 m
- Sezione sismica L5 96 stazioni lunghezza dello stendimento 242.5 m

Galleria naturale:

- Sezione sismica L7 60 stazioni lunghezza dello stendimento 150.0 m
- Sezione sismica L9 48 stazioni lunghezza dello stendimento 128.0 m

Sezione tra progressiva 844 e 875:

- Sezione sismica L6 24 stazioni lunghezza dello stendimento 57.5 m

Il totale delle indagini eseguite nel sito sono di 1058 m di sezioni ad onde di compressione (P) ed ad onde di taglio (S) con spaziatura intergeofonica di 2.5 m e shot mediamente ogni 3-4 stazioni.

Le sezioni sismiche realizzate nel sito sono state acquisite sia ad onde di compressione (P) sia ad onde di taglio (S) allo scopo di fornire sia una completa parametrizzazione dei materiali nei termini dei parametri elastici sia di definire le principali geometrie dei sismostrati presenti in sito.

Le specifiche che verranno adottate per eseguire la campagna d'indagine sismica a rifrazione sono le seguenti:

Acquisizione dati

1. Intertraccia stazioni geofoniche = 2.5 m;
2. Sampling rate non inferiore a 0.25 ms;

3. 2000 o più campioni per traccia sismica;
4. Predisposizione di sezioni sismiche costituite da un allineamento unico di sensori;
5. L'acquisizione dovrà avvenire mediante tecnica Roll-Along (Split-Spread con shot interni alla stesa di 96 canali oppure End-on/off) sempre con almeno i 96 canali in acquisizione prescritti.
6. L'energizzazione dovrà essere effettuata in linea mediante sistemi gravitativi ad impatto (per le onde di compressione si ritiene indicato un maglio a caduta verticale, per le onde di taglio è indicato un maglio a pendolo con possibilità di inversione di polarità).
7. I sismogrammi delle onde di taglio dovranno essere realizzati con polarizzazione destra e sinistra per ogni punto di shot.
8. La campagna sismica dovrà essere oggetto di rilievo GPS.

Processing dati

Per i sismogrammi si prevede una analisi in frequenza, filtraggio, determinazione dei tempi di arrivi delle onde di compressione ed analisi "Butterfly" per le onde di taglio.

Per l'analisi dell'attenuazione è prescritto un processing secondo la metodologia del rapporto spettrale su finestra temporale definita dall'operatore.

L'elaborazione verrà sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropica o non lineare, la quale dovrà fornire, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. (Ray Tracing Curvilineo) e algoritmi di ricostruzione tomografica (ad esempio con l'impiego di algoritmi ART – Algebraic Reconstruction Technique, SIRT - Simultaneous Iterative Reconstruction Technique o ILST - Iterative Least Square Technique), la distribuzione delle velocità del sottosuolo ad elevata densità di informazioni: le celle unitarie, di forma quadrata o rettangolare, dovranno avere dimensioni orizzontali (asse x) e verticali (asse z) che privilegino la robustezza della procedura di calcolo.

Il software di calcolo, in particolare, sarà provvisto di algoritmi per l'analisi del gradiente sismico, fondamentale per la determinazione e localizzazione della fascia di shear; inoltre, verrà effettuata un'analisi dell'attenuazione dell'energia trasmessa restituendo la stessa sezione tomografica in termini di modulo di attenuazione misurato in m/dB.

Tale operazione verrà effettuata sia per le onde di compressione che di taglio e definire il rapporto tra questi; per le sezioni elaborate in velocità delle onde di compressione e taglio verranno restituiti anche i principali parametri elastici (E, G, Coefficiente di Poisson).

Le sezioni sismiche così elaborate verranno presentate in scala opportunamente scelta per consentire una adeguata interpretazione.

Verrà redatto un rapporto illustrativo del rilievo corredato di planimetrie con la posizione delle linee sismiche, delle registrazioni dei sismogrammi, le rappresentazioni delle dromocrone e di sezioni interpretative che tengano conto delle informazioni geologiche disponibili e dei dati delle perforazioni.

Nelle sezioni sismiche finali verranno riportati i seguenti parametri:

Linee con acquisizione delle onde di compressione

Sezione ad onde di compressione

Sezione a Modulo di Attenuazione onde di compressione

Sezione in Gradiente di Velocità onde di compressione

Linee con acquisizione delle onde di compressione e taglio

- Sezione ad onde di compressione
- Sezione a Modulo di Attenuazione onde di compressione
- Sezione in Gradiente di Velocità onde di compressione
- Sezione ad onde di taglio
- Sezione a Modulo di Attenuazione onde di taglio
- Sezione in Gradiente di Velocità onde di taglio
- Sezione in Modulo di Taglio
- Sezione in Modulo di Elasticità
- Sezione in Coefficiente di Poisson
- Sezione del rapporto Moduli di Attenuazione Map/Mas

5.3. Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati, si sono previste le seguenti prove:

- apertura e riconoscimento del materiale
- determinazione del peso di volume naturale
- determinazione del contenuto naturale d'acqua
- determinazione dei limiti di Atterberg e dei limiti di consistenza
- analisi granulometriche

Sui campioni indisturbati sono state effettuate le seguenti prove integrative:

- prove di taglio diretto
- prove a compressione assiale semplice.

Piano Indagini geognostiche SONDAGGI e PROVE DI LABORATORIO																	
ID	OPERA DI RIFERIMENTO	PROFONDITA' (m)	INCL.	TIPOLOGIA DI CAROTTAGGIO		PROVE IN FORO <i>Rocce tenere/Cataclasi/Terre</i>			PRELIEVO CAMPIONI			PROVE DI LABORATORIO SU TERRE					MONITORAGGI
				DN (m)	CC (m)	SPT	MPM	LF	CR	CI	L	CF	GR	LM	TxCIU	ELL	PZ
S1_2018	S1 - Scarpata	15	90°		15	4	1		3	-	-	3	3	3	-	-	-
S2_2018	S2 - Galleria Artificiale	35	90°		35	9	2		5	-	-	5	5	5	-	-	-
S7_2018	S3 - Svincolo Cagnano Miterno	15	90°		15	3			1	1	-	2	2	2	1	1	15
TOTALE		65		0	65	16	3	0	9	1	0	10	10	10	1	1	15
				CC: Carotaggio continuo con prelievo DN: Distruzione di nucleo	SPT: standard penetration test MPM: Pressiometriche Menard LF: Permeabilità Lefranc	CR: rimaneggiato CI: indisturbato L: litoide	CF: Caratteristiche fisiche GR: Granulometria LM: Limiti di Atterberg TxCIU: Prova Triassiale Consolidata e Drenata ELL: Prova di compressione semplice a deformazione controllata	PZ: Piezometro TA									