



**Indice dei Contenuti**

INDICE DEI CONTENUTI.....	1
PREMESSA .....	3
1.0 UBICAZIONE E FINALITÀ DELLE PREVISIONI DI PROGETTO.....	4
2.0 STRUMENTI URBANISTICI, VINCOLI E NORME D'USO DEL TERRITORIO.....	7
2.1 Fattibilità Interventi in Relazione agli Strumenti Urbanistici Vigenti.....	8
2.2 Fattibilità Interventi in Relazione alla Normativa per Tutela Assetto Idrogeologico ed Ambientale.....	9
2.3 Altri Vincoli di Carattere Ambientale o Territoriale.....	9
2.4 Fattibilità Interventi in Relazione a Condizionamenti Locali ed Aree in Proprietà Privata.....	9
2.5 Fattibilità Interventi in Relazione allo Sviluppo di Infrastrutture a Rete Aeree o Sotterranee.....	10
3.0 PREVISIONI DI PROGETTO.....	13
3.1 Condizionamenti e Criteri Considerati per la Definizione delle Previsioni di Progetto.....	13
3.2 Strutture ed Opere di Contenimento in previsione.....	14
3.3 Ripristino corpo stradale.....	15
3.4 Installazione Barriera Stradale Lungo il Limite di Valle della Carreggiata.....	15
3.5 Analisi di Fattibilità.....	16
3.6 Analisi delle Alternative.....	16
3.7 Gestione delle Materie.....	17
3.8 Relazione sulle Interferenze con Infrastrutture a Rete Aeree e Sotterranee.....	17
3.9 Espropri, Servitù e Occupazioni Temporanee di Suolo Privato.....	18
4.0 RELAZIONE GEOLOGICA.....	19
4.1 Definizione del "Modello Geologico".....	19
4.2 Riferimenti per la Determinazione delle Azioni Sismiche di Progetto.....	30
5.0 RELAZIONE GEOTECNICA.....	41
5.1 Schematizzazione Assetto Stratigrafico.....	42
5.2 Valori Caratteristici dei Parametri Geotecnici per Terreni e Litotipi.....	43
5.3 Regime delle Pressioni Interstiziali nei Terreni.....	44
5.4 Risultanze delle Verifiche Geotecniche Eseguite.....	44
6.0 RELAZIONE SULLE STRUTTURE.....	45
6.1 Caratteristiche Tipologiche e Dimensionali delle Strutture in Previsione.....	45
6.2 Normativa Tecnica di Riferimento.....	45
6.3 Caratteristiche dei Materiali.....	46
6.4 Analisi dei Carichi e Valutazione delle Azioni.....	46
6.5 Strumenti e Metodi di Calcolo.....	46
6.6 Tabulati di Calcolo.....	47
6.7 Risultanze delle Verifiche Geotecniche e Strutturali.....	47
6.8 Stabilità in Presenza di Eventi Accidentali.....	47
7.0 PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA.....	48
7.1 Caratteristiche del Piano di Sicurezza e Coordinamento.....	48
7.2 Contenuti Minimi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.....	48
8.0 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....	54
9.0 QUADRO ECONOMICO DI SPESA.....	55
10.0 ELABORATI GRAFICI ED ALLEGATI.....	56

**Elaborati Grafici**

- *Tav. 1A - Rilievo Planoaltimetrico - Planimetria Stato Attuale.*
- *Tav. 1B - Rilievo Planoaltimetrico - Planimetria Stato di Progetto.*
- *Tav. 2A - Sezioni Tipo - Stato Attuale.*
- *Tav. 2B - Sezioni Tipo - Stato di Progetto.*
- *Tav. 3A - Progetto delle Strutture - "Manufatto A"*
- *Tav. 3B - Progetto delle Strutture - "Manufatto B" e Sezioni Tipo "Manufatto A" ed Armature.*

**Documenti in Allegato**

- *Doc. 1 - Elenco Prezzi Unitari.*
- *Doc. 2 - Computo Metrico Estimativo.*
- *Doc. 3 - Capitolato Speciale di Appalto.*
- *Doc.4 - Relazioni di Calcolo.*
- *Doc.5 - Piano di Manutenzione dell'Opera.*

## **PREMESSA**

*In Comune di Acqui Terme (Al), in prossimità del civico n°24 di Via della Maggiore, in adiacenza delle aree descritte in cartografia catastale al foglio n°17, ai mappali n°318, n°565 e n°265, a seguito degli eventi meteorici succedutisi nel periodo Ottobre 2019 - Novembre 2019, lungo la scarpata delimitante verso valle la sede viabile della Strada Comunale della Maggiore (nel seguito indicata come S.C. della Maggiore), si sono verificati fenomeni di erosione ed infiltrazione di acque ruscellanti che hanno determinato, per uno sviluppo lineare pari a circa 50,0 m, il cedimento e la mobilizzazione di sezioni, ivi modellate essenzialmente in terreni di riporto, della banchina stradale di valle e di adiacenti porzioni della carreggiata, per una larghezza compresa tra 1,0 m e 1,5 m.*

*Considerando la natura e le modalità evolutive, pregresse ed attese, dei dissesti che hanno coinvolto le sezioni di interesse dalla S.C. della Maggiore, l'Amministrazione del Comune di Acqui Terme ha incaricato lo scrivente, Giovanni Marco BOSETTI libero professionista, iscritto presso l'Ordine dei Geologi della Regione Piemonte, Sez. A, posizione n°262 e presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Alessandria, Settore Civile e Ambientale, Sez. B, posizione n°29 al fine della predisposizione del "Progetto Definitivo ed Esecutivo" per interventi di "Messa in Sicurezza Strada Comunale della Maggiore Mediante Realizzazione di Opere di Sostegno di Sottoscarpa e Regimazione Acque", caratterizzati da importi compatibili con l'entità delle risorse economiche ad oggi disponibili, complessivamente pari a 90.000 Euro.*

*Dette risorse economiche, ad oggi, risultano finanziabili per importi pari a 60.000 Euro, tramite il Programma di Finanziamenti della Regione Piemonte - D.D. 6 luglio 2020, n. 1731 - L.R. n. 38/78, e per importi pari a 30.000 Euro tramite stanziamento di fondi propri da parte dell'Amministrazione del Comune di Acqui Terme.*

*Nel presente Documento vengono riportate le risultanze delle attività eseguite, al fine della definizione delle previsioni di "Progetto Definitivo ed Esecutivo" per interventi di "Messa in Sicurezza Strada Comunale della Maggiore Mediante Realizzazione di Opere di Sostegno di Sottoscarpa e Regimazione Acque".*

*Acqui Terme, 27.11.2020*

*Dott. Giovanni Marco BOSETTI*

*Ordine Regionale Geologi del Piemonte - pos. n. A-262*

*Ordine degli Ingegneri della Provincia di Alessandria - pos. n. B-29*

## **1.0 UBICAZIONE E FINALITÀ DELLE PREVISIONI DI PROGETTO.**

Gli interventi in previsione andranno ad interessare settori del limite di valle della S.C. della Maggiore che si sviluppino in prossimità del civico n°24 (cfr. All.1.1), in adiacenza alle aree descritte in cartografia catastale al foglio n°17, ai mappali n°318, n°565 e n°365 (cfr. All. 1.2), e che, a seguito degli eventi meteorici succedutisi nel periodo Ottobre 2019 - Novembre 2019, sono stati interessati da cedimenti e mobilizzazioni superficiali.

Le scarpate stradali delimitanti verso valle sia le sezioni di interesse della sede viabile S.C. della Maggiore, sia le sezioni a queste adiacenti, in generale caratterizzate da relativamente ridotta altezza, risultano modellate entro terreni:

- costituiti da riporti eterogenei ed eterometrici, messi a dimora con originari elevati angoli di scarpa, ad oggi, divenuti localmente subverticali;
- soggetti a fenomeni d'erosione, cedimento e mobilizzazione, anche attribuibili alla progressiva marcescenza degli apparati radicali dei numerosi soggetti arborei morti, malati o malvenienti, ivi insediati.

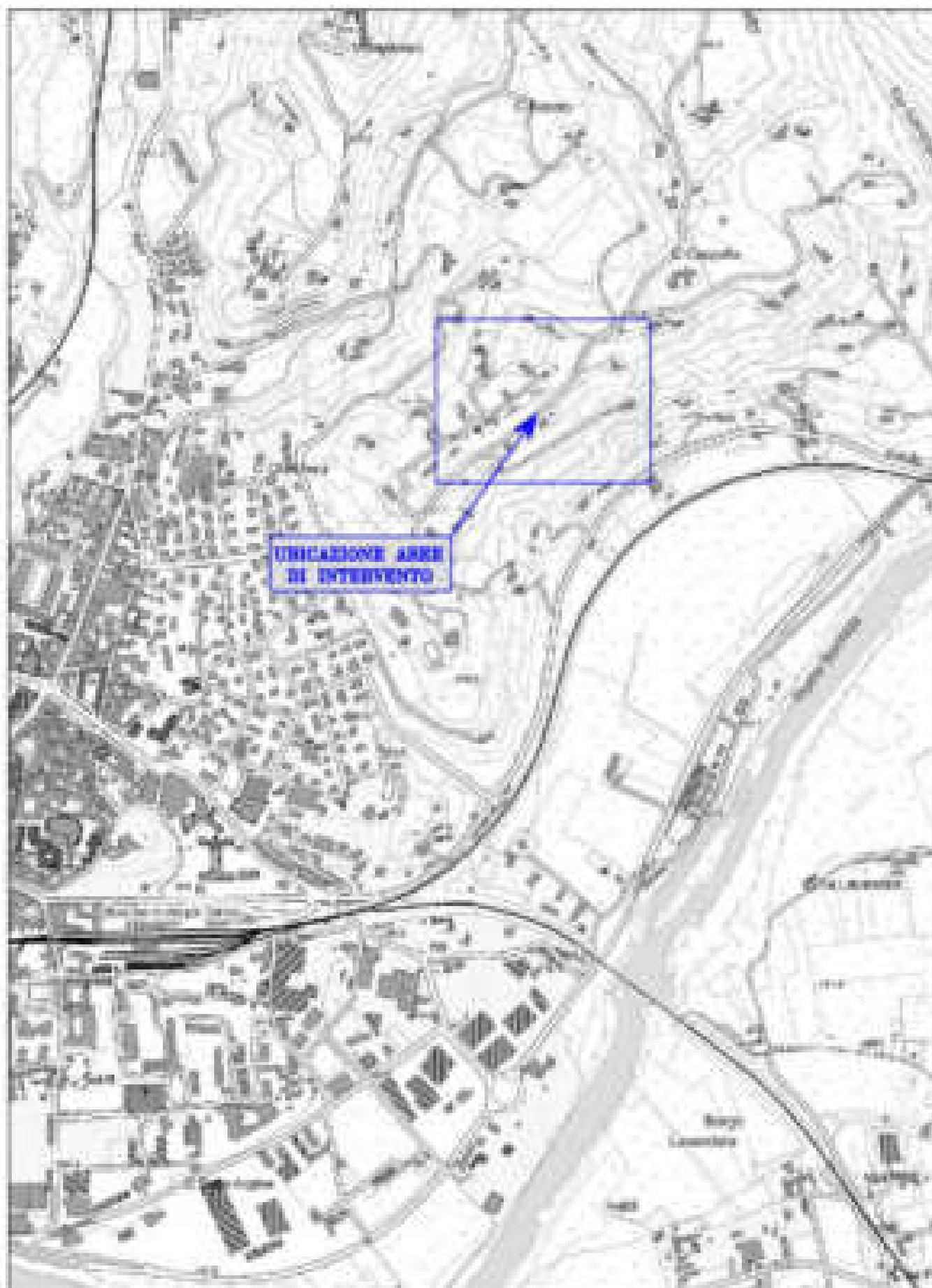
Le originarie modalità realizzative del limite di valle della sede viabile e delle adiacenti scarpate stradali, associate a fenomeni di marcescenza di apparati radicali dei numerosi soggetti arborei morti, malati o malvenienti, ivi insediati, ed a ruscellamenti ed infiltrazioni delle acque meteoriche, hanno governato l'evoluzione dei recenti dissesti in corrispondenza delle sezioni stradali di interesse e ne rendono potenzialmente verificabili assimilabili anche per le contigue sezioni.

Le previsioni di intervento, considerate nel presente “*Progetto Definitivo ed Esecutivo*”, permetteranno, per uno sviluppo lineare pari a 56,0 m e per importi compatibili con l'entità delle risorse economiche ad oggi disponibili, la messa in sicurezza dei settori di interesse S.C. della Maggiore, a seguito della realizzazione di opere di contenimento di “sottoscarpa” della carreggiata e delle scarpate stradali, nei settori di interesse, modellate essenzialmente in terreni di riporto, interessati da cedimenti e mobilizzazioni superficiali, a seguito degli eventi meteorici succedutisi nel periodo Ottobre 2019 - Novembre 2019.

Considerando le modalità evolutive, pregresse ed attese, dei dissesti coinvolgenti le sezioni di interesse della S. C. della Maggiore, la morfologia dei luoghi e la reperibilità, lungo il limite di valle della sede viabile, di litotipi arenaceo-marnosi relativamente integri, a partire da profondità in generale comprese tra 2,5 m e 4,0 m rispetto alla quota del piano stradale, in funzione dell'entità delle risorse economiche ad oggi disponibili, sono state considerate previsioni di progetto finalizzate essenzialmente al contenimento delle scarpate che delimitano verso valle detta sede viabile.

Gli interventi in previsione permetteranno la realizzazione di manufatti di contenimento di “sottoscarpa”, in cemento armato, dotati di micropali in fondazione e caratterizzati da sviluppo lineare complessivo pari a 56,0 m, con altezza media sul piano di fondazione pari a circa 1,7 m (cfr. Tav.1, Tav.2 e Tav.3), anche comportanti un incremento medio di larghezza delle banchine stradali di valle pari a circa 0,5 m.

A completamento degli interventi di messa in sicurezza della sede stradale della S.C. della Maggiore, per le sezioni di interesse, si procederà, in sommità dei manufatti di contenimento in previsione, e quindi lungo il limite di valle della carreggiata, alla installazione una barriera stradale H2 bordo ponte, ed al piede della scarpata stradale, al ripristino funzionale delle sezioni di deflusso di un preesistente esistente fosso colatore.



All. 1.1 - Cartografia - Regione Romagna - Estratto Base Cartografica di Riferimento BCTAR  
Distretto n°104700 - Scala 1:10.000







## ***2.1 Fattibilità Interventi in Relazione agli Strumenti Urbanistici Vigenti.***

Gli interventi in previsione sono riferibili ad interventi di messa in sicurezza, consolidamento e sistemazione idrogeologica di settori della viabilità comunale ricadenti in zone urbanistiche di “Tipo E” (Aree per Attività Agricole).

La realizzazione di tali tipologie di intervento, nelle Norme di Attuazione del P.R.G.C., è sempre considerata ammissibile in corrispondenza di zone urbanistiche di “Tipo E” (Aree per Attività Agricole).

In merito alla fruibilità urbanistica, correlata alle condizioni di dissesto pregresso o potenziale, il territorio del Comune di Acqui Terme, appartenente al bacino idrografico del Fiume Po, è soggetto alle norme d’uso del territorio indicate nel “*Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico*” (nel seguito indicato anche come P.A.I.) dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, che ha valenza di “*Piano di Settore*”, sovraordinato rispetto agli altri strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale, regionali, provinciali e comunali. Per i Comuni con territorio appartenente al bacino di riferimento, è stato disposto che:

- vengano eseguite verifiche di compatibilità, con le condizioni di dissesto idraulico ed idrogeologico e di rischio indicate nel P.A.I., per le previsioni degli strumenti urbanistici già vigenti;
- gli studi eseguiti, a scala locale, a supporto di dette verifiche di compatibilità, a seguito della conclusione di procedure di validazione, da parte dei Servizi Tecnici e delle Direzioni regionali e provinciali competenti, vengano trasposti nei contenuti del P.A.I..

Per quanto previsto dalle Norme di Attuazione del P.A.I. (nel seguito indicate come N.d.A.), i Comuni della Regione Piemonte con territorio appartenente al bacino del Fiume Po che non abbiano già adeguato le previsioni del proprio strumento urbanistico comunale con il P.A.I., nel caso di aree dissestate o soggette a rischio idraulico o idrogeologico, perimetrata nella cartografia di detto piano, devono fare riferimento alle norme d’uso indicate all’Art. 9 delle citate N.d.A.; tali norme d’uso possono essere modificate, entro ristretti limiti, dagli strumenti urbanistici comunali soltanto nel caso in cui i Comuni abbiano adeguato gli stessi, a seguito della conclusione delle procedure di verifica di compatibilità con le previsioni del P.A.I.

In merito all’analisi delle cartografie tematiche di riferimento prodotte a supporto del P.R.G.C (cfr. All.2.1) e del P.A.I. (cfr. All.2.2), entrambe predisposte in tempi antecedenti al verificarsi delle criticità di carattere geomorfologico ed idrogeologico conseguenti agli eventi meteorici succedutisi nel periodo Ottobre 2019 - Novembre 2019, è possibile evidenziare come le aree di interesse, alle date di adozione del P.R.G.C. e del P.A.I., ricadessero al di fuori di porzioni di territorio caratterizzate da lineamenti geomorfologici considerati correlabili alla evoluzione di pregressi fenomeni franosi, a media e grande scala, attivi, quiescenti o stabilizzati.

Sempre in merito all’analisi della documentazione di carattere geologico-tecnico e della relativa cartografia tematica, prodotta a supporto degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica del Comune di Acqui Terme (ad oggi adeguati con le previsioni del P.A.I.), è inoltre possibile evidenziare come le aree di interesse ricadano entro settori di versante, in generale, caratterizzati da ridotta pericolosità geomorfologica, correlata essenzialmente alla potenziale attivazione di fenomeni franosi coinvolgenti le porzioni più superficiali delle coperture detritiche, perimetrati in “*Classe II – Sotto-Classe IIA*” di fruibilità urbanistica della “*Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell’Idoneità all’Utilizzazione Urbanistica*” (cfr. All.2.1).

## **2.2 Fattibilità Interventi in Relazione alla Normativa per Tutela Assetto Idrogeologico ed Ambientale.**

In relazione ai vincoli territoriali, derivanti dalla normativa tecnica di riferimento per la tutela dell'assetto idrogeologico ed ambientale, potenzialmente condizionanti l'attuazione delle previsioni di progetto, si evidenzia che le aree di interesse ricadono in corrispondenza di porzioni di territorio soggette a vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. 09.08.1989 n°45 (nel seguito identificata come L.R. n°45/1989). Preliminarmente all'attuazione delle previsioni di progetto l'Amministrazione del Comune di Acqui Terme, in linea di principio, sarebbe tenuta a provvedere alle procedure ed agli adempimenti previsti dalla L.R. n°45/1989; si evidenzia comunque che all'Art. n°11, della L.R. n°45/1989, così come modificato dall'art. 37 della L.R. 4/2009:

- a) *gli interventi di manutenzione, anche straordinaria, di strade, di ferrovie, di piste agro-silvo-pastorali, nonché di strutture relative a sistemi di trasporto pubblico, ivi compresi gli impianti funiviari e di risalita, e di erogazione di pubblici servizi, esclusi i casi in cui sia previsto l'ampliamento della sezione o la rettificazione del tracciato;*
- b) *i lavori di rimboschimento, la piantagione di alberi, i miglioramenti forestali, i lavori e le opere pubbliche di sistemazione di frane e versanti instabili, di sistemazione idraulica e idraulico forestale”;*

che costituiscono tipologie di intervento considerate nelle previsioni di progetto, non sono soggetti a dette procedure autorizzative.

## **2.3 Altri Vincoli di Carattere Ambientale o Territoriale.**

Ad oggi, l'Amministrazione del Comune di Acqui Terme non ha segnalato la presenza di altri vincoli di carattere urbanistico, ambientale o territoriale che possano condizionare l'attuazione delle previsioni di progetto.

## **2.4 Fattibilità Interventi in Relazione a Condizionamenti Locali ed Aree in Proprietà Privata.**

Gli interventi in previsione sono riferibili ad opere infrastrutturali di interesse pubblico, a salvaguardia della pubblica incolumità e non altrimenti localizzabili.

Le tipologie, le ubicazioni e gli sviluppi degli interventi in previsione, funzionali alla messa in sicurezza di luoghi ed infrastrutture esistenti, risultano vincolati alle caratteristiche ed alle modalità evolutive dei dissesti, pregressi e potenziali, oltre che dai ristretti spazi di intervento e dalla presenza di aree e fabbricati in proprietà privata

L'Amministrazione del Comune di Acqui Terme ha segnalato che le aree ospitanti le sezioni stradali necessitanti l'attuazione di interventi di messa in sicurezza, consolidamento e ripristino dei sistemi di governo delle acque meteoriche e ruscellanti, ricadono essenzialmente in proprietà pubblica e soltanto in ridotta parte, in corrispondenza ed in prossimità del fossato colatore che si sviluppa al piede della scarpata stradale, in proprietà di soggetti privati.

L'Amministrazione del Comune di Acqui Terme ha altresì segnalato l'opportunità che l'attuazione degli interventi di messa in sicurezza, consolidamento e ripristino della sede stradale e dei sistemi di governo delle acque meteoriche, per quanto possibile e compatibilmente con le risorse economiche ad oggi disponibili, venga limitata alle aree in proprietà pubblica ospitanti sede viabile, banchine e scarpate stradali della S.C. della Maggiore, limitando, anche in presenza di eventuali accordi alternativi, la necessità di attivare procedure espropriative, di asservimento o di occupazione temporanea in proprietà privata.

## **2.5 Fattibilità Interventi in Relazione allo Sviluppo di Infrastrutture a Rete Aeree o Sotterranee.**

In corrispondenza o in significativa prossimità dei settori della S.C. della Maggiore interessati dall'attuazione dalle previsioni di progetto, ad oggi, risultano visibili o sono state segnalate infrastrutture a rete aeree ed interrate di adduzione e distribuzione. In particolare, in merito alle infrastrutture a rete interrate, potenzialmente soggette ad interferenze durante l'attuazione delle previsioni di progetto (cfr. Tav.1), è stata segnalata la presenza di:

- rete idrica di distribuzione;
- rete di distribuzione metano;
- canalette grigliate e condotte interrate per regimazione acque ruscellanti.

Preliminarmente e/o contestualmente alle fasi attuative delle previsioni di progetto, si dovrà provvedere alla ricerca, con verifica diretta e materializzazione in sito e/o alla messa in sicurezza delle reti di adduzione e distribuzione interrate presenti in corrispondenza delle aree interessate da dette previsioni.

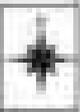
Considerando quindi la possibilità di presenza di reti interrate di adduzione e distribuzione non adeguatamente materializzabili dagli Enti gestori, non segnalate, non dotate di pozzetti di ispezione e derivazione visibili, o abbandonate, in fase attuativa delle previsioni di progetto, è stata prevista la verifica diretta (tramite pozzetti e trincee esplorative) e/o indiretta (tramite indagini geofisiche), di presenza e sviluppi di dette reti, al fine di permettere adeguate valutazioni delle potenziali interferenze.

A soddisfacimento di tale necessità, al fine della definizione degli impegni economici di progetto, nelle voci di spesa di riferimento (cfr. "Doc.1 - Elenco Prezzi") e nella valutazione economica dei lavori (cfr. "Doc.2 - Computo Metrico Estimativo"), sono state considerate lavorazioni specificamente dedicate alla ricerca di reti interrate di adduzione e distribuzione, tramite scavi in trincea ad avanzamento controllato, funzionali al loro rilevamento, tracciamento e materializzazione.



	<b>Area agricola</b> Area destinata all'attività agricola, con esclusione delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998.		<b>Area di intervento</b> Area destinata all'intervento di riqualificazione urbanistica, con esclusione delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998.
	<b>Area residenziale</b> Area destinata all'attività residenziale, con esclusione delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998.		<b>Area di intervento</b> Area destinata all'intervento di riqualificazione urbanistica, con esclusione delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998.
	<b>Area di intervento</b> Area destinata all'intervento di riqualificazione urbanistica, con esclusione delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998.		<b>Area di intervento</b> Area destinata all'intervento di riqualificazione urbanistica, con esclusione delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998, e delle aree a destinazione agricola di cui all'art. 10 del D.Lgs. n. 267 del 28.2.1998.

AL. 2.1- Estratto della "Carta di Destinazione, della Pertinenza Geomorfologica e dell'Altezza alla Urbanizzazione Organizzata" a supporto del P.R.G. del Comune di Acquafredda - Scala 1:10.000





**Legenda**

**Fiume Adige**

- Fiume Adige (Pa)
- Fiume Cavonnes (Pa)
- Fiume Battiscione (Pa)

**Fiume Particolari**

- Area di fiume attivo
- Area di fiume quiescente
- Area di fiume stabilizzata

**Area Particolari**

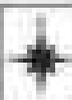
- Area di manutenzione e pericolosità molto elevata
- Area di manutenzione e pericolosità elevata
- Area di manutenzione e pericolosità medio o costante

**Reti Particolari**

- E1
- E2
- E3

**Area Strada Fiume Particolari - Fiume di manutenzione**

- Fiume A
- Fiume B
- Fiume C di progetto
- Fiume C



### **3.0 PREVISIONI DI PROGETTO.**

La recente evoluzione dei fenomeni franosi ed erosivi di interesse ha determinato, per uno sviluppo lineare pari a circa 50,0 m, la mobilitazione e/o il cedimento evoluto di sezioni, ivi modellate essenzialmente in terreni di riporto, della banchina stradale di valle e di adiacenti porzioni della carreggiata della S.C. della Maggiore, per una larghezza in generale compresa tra 1,0 m e 1,5 m.

#### **3.1 Condizionamenti e Criteri Considerati per la Definizione delle Previsioni di Progetto.**

Considerando le modalità evolutive, pregresse ed attese, dei dissesti coinvolgenti le sezioni di interesse della S.C. Maggiore, la morfologia dei luoghi e la reperibilità, in generale, a relativamente ridotta profondità rispetto alla quota locale del piano stradale, di litotipi arenaceo-marnosi relativamente integri, ivi costituenti il locale substrato geologico, in funzione dell'entità delle risorse economiche ad oggi disponibili, sono state considerate previsioni di progetto finalizzate alla messa in sicurezza del limite di valle della sede viabile e della banchina stradale, al consolidamento dei settori di scarpata adiacenti alla medesima ed alla regimazione delle acque di ruscellamento diffuso e concentrato.

Le tipologie, le ubicazioni e gli sviluppi degli interventi in previsione, funzionali alla messa in sicurezza dei luoghi e delle sezioni di interesse della S.C. della Maggiore, risultano condizionati:

- da tipologia e modalità evolutive dei dissesti coinvolgenti il corpo stradale e le sue scarpate di valle;
- dalla necessità di limitare l'entità degli interventi di sterro e riporto;
- dai ristretti spazi di intervento, dalla presenza di aree, strutture e fabbricati in proprietà privata;
- dalla ridotta accessibilità dei luoghi a mezzi d'opera di non modeste dimensioni.

L'Amministrazione del Comune di Acqui Terme ha altresì segnalato l'opportunità che l'attuazione degli interventi di messa in sicurezza, consolidamento e ripristino della sede stradale e dei sistemi di governo delle acque meteoriche, per quanto possibile e compatibilmente con le risorse economiche ad oggi disponibili, vada ad interessare essenzialmente aree in proprietà pubblica ospitanti sede viabile, banchine e scarpate stradali della S.C. della Maggiore, limitando, anche in presenza di eventuali accordi alternativi, la necessità di attivare procedure espropriative, di asservimento o di occupazione temporanea di suolo privato.

Al fine della individuazione di tipologia e caratteristiche delle opere in previsione, è stato inoltre necessario considerare soluzioni di progetto che possano permetterne una adeguata adattabilità alle, potenzialmente non modeste, variazioni locali di assetto stratigrafico e proprietà geotecniche di terreni e litotipi, verificabili in corrispondenza delle aree di interesse.

In riferimento ai condizionamenti in precedenza indicati, si evidenzia che tipologie, ubicazioni e sviluppi, ad oggi considerati per i manufatti di contenimento in previsione, comporteranno l'esecuzione di interventi di movimento terra di relativamente modesta entità e di ridotti o assenti espropri ed asservimenti, in quanto, a lavori ultimati, detti manufatti andranno ad interessare esclusivamente aree in proprietà pubblica, limitando alla sola fase esecutiva, le occupazioni temporanee di suolo privato.

### **3.2 Strutture ed Opere di Contenimento in Previsione.**

In funzione dei condizionamenti in precedenza evidenziati, al fine del ripristino e della messa in sicurezza del limite di valle delle sezioni di interesse della S.C. della Maggiore, lungo ed in prossimità del piede della scarpata stradale, è stata prevista la realizzazione di n°2 opere di contenimento di “sottoscarpa”, identificate negli elaborati grafici di progetto (cfr. Tav. 1 e Tav. 3) come;

- Manufatto “A” con sviluppo lineare pari a 51,4 m;
- Manufatto “B” con sviluppo lineare pari a 4,6 m;

le caratteristiche geometriche e realizzative di dette opere di contenimento, dettagliatamente descritte negli elaborati grafici (cfr. Tav. 1, Tav.2 e Tav. 3) e negli ulteriori documenti di progetto (cfr. (Doc.2, Doc.3 e Doc.4), nel seguito, sono sinteticamente schematizzate.

- Tipologia : opere di contenimento in c.a. dotate di micropali in fondazione
- Sviluppo lineare : Manufatto “A” : 51,4 m  
: Manufatto “B” : 4,6 m
- Geometria elevazione : altezza fuori terra : 1,50 - 2,00 m  
: altezza complessiva da piano fondazione : 1,70 m  
: larghezza elevazione : 0,35 m
- Geometria fondazione : larghezza fondazione : 1,50 m  
: altezza fondazione : 0,45 m
- Caratteristiche micropali : tipo di allineamento micropali : n°2 file parallele  
: distanza file parallele : 0,90 m  
: interasse micropali sulla fila singola : 1,80 m  
: interasse equivalente sulle file : 0,90 m  
: diametro perforazione : 200 mm  
: lunghezza micropali : 1,5 m - 4,0 m  
: diametro armatura tubolare : 139,7 mm  
: spessore armatura tubolare : 10,0 mm

Il manufatto in previsione sarà quindi caratterizzato da una fondazione, avente larghezza pari a 1,50 m, collegata a n°2 file di micropali disposti “a quinconce”, caratterizzati da passo sulla fila singola pari a 1,80 m e passo equivalente pari a circa 0,90 m, verticali o disposti “a cavalletto” con inclinazione pari a circa 85° rispetto alla orizzontale. I micropali saranno realizzati a seguito di una perforazione avente diametro pari a 200,0 mm e messa in opera di una armatura tubolare  $\phi = 139,7$  mm, spessore 10,0 mm, sporgente di almeno 0,35 m dal piano del magrone, a cui saranno raccordati ancoraggi in tondino di acciaio, atti a permettere il collegamento con l’armatura della fondazione dei manufatti di placcaggio e contenimento.

Tra sezioni contigue, le strutture in previsione saranno caratterizzate da quote di fondazione, lunghezze dei pali ed altezze fuori terra variabili con continuità, in funzione sia della pendenza della adiacente sede stradale (cfr. Tav.1 e Tav.2), sia della altezza delle scarpate morfologiche ubicate a valle dei sistemi di fondazione.

Al fine di permettere il drenaggio delle eventuali acque di infiltrazione, potenzialmente accumulabili a tergo dei manufatti in previsione, l’elevazione dei medesimi sarà dotata di “barbacani” e/o di sistemi di drenaggio costituiti da tubazioni in P.V.C. microfessurate.

Le tipologie individuate per i sistemi di fondazione dei manufatti in previsione permetteranno, durante le fasi esecutive, una ottimale adattabilità sia ad eventuali peculiarità/anomalie realizzative, attualmente non evidenziabili, di rilevato stradale e/o di altre esistenti strutture, sia alle, potenzialmente anche non modeste, variazioni locali di assetto stratigrafico e proprietà geotecniche di terreni e litotipi che, in generale, caratterizzano rilevati modellati in prossimità del limite di scarpate morfologiche sub-verticali ed aree ubicate in prossimità di aste incise di compluvi minori.

Ad ultimazione avvenuta dei manufatti di contenimento è previsto il ripristino delle sezioni di deflusso del preesistente fossato colatore che si sviluppa al piede della scarpata stradale.

Preliminarmente all'esecuzione di scavi e ed alla perforazione dei micropali, si dovrà procedere alla individuazione ed alla eventuale messa in sicurezza delle reti di sottoservizi presenti, in corrispondenza ed in prossimità dei settori di interesse della sede viabile.

### ***3.3 Ripristino Corpo Stradale.***

Ad ultimazione avvenuta dei manufatti di contenimento, è prevista la formazione del nuovo rilevato stradale che verrà realizzato, a partire dal rinterro parziale di detti manufatti, a seguito di riporto, livellamento e compattazione con idoneo mezzo, per uno spessore complessivo pari a circa 95 cm, di quota parte dei materiali costituenti il preesistente rilevato stradale, che verranno accantonati lungo la sede viabile residua, contestualmente alle iniziali fasi di scavo.

Ad ultimazione avvenuta del rinterro parziale, si procederà alla formazione della fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con legante naturale, comprensiva di correzione e costipamento, per uno spessore medio pari a 40 cm, misurato in opera a costipamento avvenuto. Seguirà la formazione dello strato di base in conglomerato bituminoso per uno spessore pari a 15 cm (a costipamento avvenuto), la successiva stesa di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder), per uno spessore minimo pari a 5 cm (a costipamento avvenuto), e per tappeto d'usura con spessore pari a 3,0 cm (a costipamento avvenuto), compresa la cilindratura con rullo statico o vibrante.

### ***3.4 Installazione Barriera Stradale Lungo il Limite di Valle della Carreggiata.***

A completamento degli interventi di messa in sicurezza della sede stradale della S.C. della Maggiore, in corrispondenza delle porzioni sommitali dei manufatti di contenimento, si renderà necessaria, per uno sviluppo lineare pari a 56 m, l'installazione di barriere stradali di sicurezza H2 bordo ponte, a protezione del nuovo limite di valle della carreggiata. Le barriere stradali di sicurezza, a profilo metallico a lame, per bordo ponte, dovranno avere caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe H2, conformi al D.M. 18.02.92 n°223 e successive modifiche (D.M. 03.06.98 e D. M. 11.06.99), e saranno complete di idonei distanziatori i sistemi a dissipazione controllata di energia. Le giunzioni tra le fasce saranno effettuate in modo da non presentare risalti rivolti in senso contrario alla marcia dei veicoli. I bulloni ed i sostegni di attacco (bulloni e piastrine corpi-sole) dovranno impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori da parte delle teste dei bulloni, possa verificarsi lo sfilamento dei nastri. Il collegamento dei montanti di sostegno alle testate dei manufatti di contenimento dovrà essere assicurato da piastre di base saldate ed ancorate al calcestruzzo con adeguati tirafondi. ed idonea resina o malta cementizia.

### **3.5 Analisi di Fattibilità.**

Gli interventi in previsione sono riferibili a ripristini di opere infrastrutturali di interesse pubblico, a salvaguardia della pubblica incolumità e non altrimenti localizzabili. Per quanto concerne gli aspetti urbanistici, ambientali o paesaggistici, l'Amministrazione del Comune di Acqui Terme non ha segnalato cause ostative l'attuazione delle previsioni di progetto. Ad oggi non risulta inoltre segnalato alcun regime vincolistico che ne possa impedire l'attuazione. La tipologia, l'ubicazione e gli sviluppi degli interventi, ad oggi, resisi necessari per la messa in sicurezza di luoghi ed infrastrutture esistenti, risultano peraltro condizionati oltre che dalla recente evoluzione delle criticità presenti anche dai ristretti spazi di intervento, dalle relativamente ridotte possibilità di accesso a mezzi d'opera di non ridotte dimensioni.

### **3.6 Analisi delle Alternative.**

Al fine della individuazione di tipologia e caratteristiche dei manufatti funzionali alla messa in sicurezza ed al ripristino delle porzioni di interesse della sede viabile della S.C. della Maggiore, è stato necessario considerare soluzioni di progetto che, essenzialmente, possano permettere sia la minimizzazione degli interventi di sterro, in corrispondenza ed in prossimità di aree in proprietà privata, sia una adeguata adattabilità alle, anche potenzialmente non modeste, variazioni locali di assetto stratigrafico e proprietà geotecniche di terreni e litotipi, verificabili per le aree di intervento.

In relazione alla fattibilità tecnica di soluzioni progettuali alternative a quella considerata nelle previsioni di intervento in precedenza descritte, si evidenzia che soluzioni funzionalmente equivalenti potrebbero essere rappresentate dalla realizzazione di:

- opere di contenimento a gravità, anche costituite da gabbionate in pietrame, dotate di fondazioni dirette;
- platee in cemento armato per fondazione stradale, anche impostate su micropali.

In merito alla realizzazione di opere di contenimento a gravità, anche costituite da gabbionate in pietrame, dotate di fondazioni dirette, si evidenzia che l'assetto morfologico dei luoghi e la presenza, al piede delle scarpate stradali, sia di terreni a dominante frazione limoso-sabbiosa, caratterizzati da scadenti caratteristiche geotecniche, sia di litotipi marnoso-arenacei potenzialmente soggetti, nel tempo e nei livelli più superficiali, a rilevante decadimento delle proprietà geotecniche (anche derivante da fenomeni di accumulo ed infiltrazione delle acque defluenti lungo il fosso colatore presente alla base della scarpata), renderebbero necessari scavi, per approfondimento dei sistemi di fondazione, non compatibili con la richiesta minimizzazione dell'invasività degli interventi.

In merito alla realizzazione di platee in cemento armato per fondazione stradale, anche impostate su micropali, si evidenzia che la presenza di scarpate subverticali, delimitanti verso valle la sede viabile, modellate entro terreni potenzialmente soggetti a rilevanti fenomeni d'erosione, cedimento e mobilitazione (anche conseguenti alla progressiva marcescenza degli apparati radicali dei numerosi soggetti arborei morti, malati o malvenienti ivi insediati), rende dette tipologie strutturali vulnerabili al progressivo incremento degli aggetti in scarpata, a seguito di svuotamento del loro limite di valle.

Inoltre, in riferimento ad ulteriori soluzioni progettuali, funzionali alla messa in sicurezza ed al ripristino della sede viabile, in conseguenza:

- delle potenzialmente anche non modeste, variazioni locali di assetto stratigrafico e proprietà geotecniche di terreni e litotipi verificabili per le porzioni di territorio ospitanti le aree di interesse;
- della possibilità che, in assenza di opere di sostegno anche provvisionali, interventi di sbancamento in scarpata, di non modesta entità, possano originare mobilitazioni di terreni e litotipi, contigui alla sede stradale;
- della possibilità che l'attivazione di dissesti, anche minori, possa determinare estese evoluzioni, anche a media scala, dei dissesti pregressi;
- dei ristretti spazi di intervento e dello stato di infrastrutturazione che condizionano le possibilità di accesso ed attività di mezzi d'opera delle aree interessate dalla recente evoluzione dei dissesti;

non sono da ritenersi tecnicamente affidabili od adeguatamente cautelative ulteriori soluzioni progettuali, alternative a quella considerata nelle previsioni di progetto, che prevedano, in assenza di opere speciali di fondazione e contenimento anche provvisoriale, esclusivamente la realizzazione di opere di sostegno tradizionali o di interventi di ingegneria naturalistica.

### **3.7 Gestione delle Materie.**

I materiali di risulta ed i terreni ed i litotipi provenienti dai lavori di sterro funzionali all'attuazione delle previsioni di progetto, non utilizzabili per i rinterri e le sistemazioni finali dei luoghi, dovranno essere necessariamente allontanati dalle aree di intervento.

Previa attivazione e conclusione delle procedure previste dal D.P.R. 13.06.2017 n. 120, per l'utilizzo di "Terre e Rocce da Scavo", detti materiali potranno essere utilizzati come materiali da rinterro e riempimento. Qualora non sia possibile il loro recupero come materiali per rinterri e riempimenti, per i materiali di risulta ed i terreni ed i litotipi provenienti dai lavori di sterro, dovrà essere previsto il conferimento presso discarica autorizzata.

### **3.8 Relazione sulle Interferenze con Infrastrutture a Rete Aeree e Sotterranee.**

In corrispondenza ed in prossimità delle aree direttamente interessate dall'attuazione delle previsioni di progetto, durante le attività di definizione delle medesime, è stata evidenziata la presenza di infrastrutture a rete aeree ed interrato di adduzione e distribuzione, ad oggi, sia segnalate dall'Amministrazione del Comune di Acqui Terme, sia deducibili dalla presenza, lungo le sedi viabili, di allineamenti di pozzetti di ispezione e derivazione, i cui sviluppi lineari sono stati indicativamente riportati nelle planimetrie di progetto (cfr. Tav. 1).

Considerando l'assenza di ulteriori dati e planimetrie affidabili di riferimento, funzionali al tracciamento dello sviluppo delle reti interrato di adduzione e distribuzione ad oggi segnalate, preliminarmente all'attuazione delle previsioni di progetto, l'Amministrazione del Comune di Acqui Terme dovrà provvedere a richiedere, presso gli Enti gestori, la segnalazione e la materializzazione in sito dello sviluppo delle reti di sottoservizi presenti, in corrispondenza ed in prossimità delle aree di intervento.

Considerando la possibilità di presenza di reti interrato di adduzione e distribuzione abbandonate, non segnalate, non dotate di pozzetti di ispezione e derivazione visibili, o non adeguatamente materializzabili dagli Enti gestori, in fase attuativa delle previsioni di progetto dovranno comunque essere verificati, direttamente (tramite pozzetti e trincee esplorative) e/o anche indirettamente (tramite indagini geofisiche), presenza e sviluppi di dette reti, al fine

di permettere adeguate valutazioni delle potenziali interferenze. A soddisfacimento di tale necessità, al fine della definizione degli impegni economici di progetto, nelle voci di spesa di riferimento (cfr. “Doc. 1 - Elenco Prezzi”) e nella valutazione economica dei lavori (cfr. “Doc. 2 - Computo Metrico Estimativo”), sono state considerate lavorazioni specificamente dedicate alla ricerca di reti di sottoservizi, tramite scavi in trincea ad avanzamento controllato, funzionali al loro rilevamento, tracciamento e materializzazione.

### **3.9 Espropri, Servitù e Occupazioni Temporanee di Suolo Privato.**

Gli interventi in previsione sono riferibili a ripristini di opere infrastrutturali di interesse pubblico, a salvaguardia della pubblica incolumità e non altrimenti localizzabili. La tipologia, l’ubicazione e gli sviluppi degli interventi, ad oggi, resisi necessari per la messa in sicurezza di luoghi e strutture esistenti, risultano vincolati dalla recente evoluzione delle criticità evidenziate oltre che dalla presenza di infrastrutture, dai ristretti spazi di intervento e, dalle ridotte possibilità di accesso a mezzi d’opera.

L’Amministrazione del Comune di Acqui Terme ha segnalato che le opere e le aree interessate dagli interventi in previsione ricadono essenzialmente in proprietà pubblica e soltanto in ridotta parte in proprietà di soggetti privati, per le quali, in assenza di accordi alternativi, dovranno essere attivate procedure espropriative, di asservimento o di occupazione temporanea.

L’Amministrazione del Comune di Acqui Terme ha altresì segnalato l’opportunità che l’attuazione degli interventi di messa in sicurezza, consolidamento e ripristino della sede stradale e dei sistemi di governo delle acque meteoriche, per quanto possibile e compatibilmente con le risorse economiche ad oggi disponibili, vada ad interessare essenzialmente aree in proprietà pubblica ospitanti sede viabile, banchine e scarpate stradali della S.C. della Maggiore, limitando, anche in presenza di eventuali accordi alternativi, la necessità di attivare procedure espropriative, di asservimento o di occupazione temporanea di suolo privato.

## **4.0 RELAZIONE GEOLOGICA**

Nella presente “*Relazione Geologica*”, sono riportate, secondo quanto previsto dalle “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” di cui al D.M. 17.01.2018 e s.m.i. (nel seguito indicate come N.T.C. 2018), le risultanze delle indagini eseguite, al fine della definizione:

- delle peculiarità geolitologiche, stratigrafiche, geomorfologiche ed idrogeologiche delle aree di interesse e delle loro condizioni di stabilità;
- delle caratteristiche dei terreni presenti in settori significativi delle aree di interesse, con individuazione dei condizionamenti in relazione all’attuazione delle previsioni di progetto;
- delle condizioni al contorno delle aree di interesse, con individuazione dei parametri di riferimento per la determinazione delle azioni sismiche di progetto.

In relazione alla definizione, a media e grande scala, delle peculiarità geomorfologiche e dello stato del dissesto, progressivo e potenziale, delle porzioni di territorio ospitanti le aree di interesse, oltre alla documentazione di carattere geologico-tecnico prodotta a supporto degli strumenti urbanistici del Comune di Acqui Terme (All. 2.1 in precedenza riportato ed All. 4.1), si sono considerate le banche dati relative al P.A.I. (cfr. All. 2.2 in precedenza riportato).

Al fine della caratterizzazione a scala locale, e quindi alla scala degli interventi in previsione, dell’assetto geologico-stratigrafico dei luoghi e delle proprietà geotecniche di terreni e litotipi presenti, ad oggi, si è fatto riferimento alle risultanze di rilevamenti e di accertamenti geognostici e geofisici in sito (cfr. All. 4.2 ed All. 4.3), eseguiti in data 11.11. 2020 ed in data 18.11.2020.

### **4.1 Definizione del “Modello Geologico”.**

Nel seguito, a partire da inquadramenti di carattere generale eseguiti, a media e grande scala, in relazione all’assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico delle porzioni di territorio ospitanti le aree di interesse, verranno specificamente trattati gli aspetti di dettaglio, significativi e funzionali all’attuazione delle previsioni di progetto.

#### **4.1.1 Assetto Geologico e Stratigrafico a Media e Grande Scala.**

Dal punto di vista geolitologico, a media e grande scala, i settori di versante ospitanti le aree di interesse ricadono nell’areale di affioramento di litotipi arenaceo-marnosi terziari, originatisi anche a seguito di modalità deposizionali di tipo torbido, costituiti da alternanze ritmiche di siltiti e marne-argillose grigio-azzurre, arenarie medio fini e sabbie giallastre con vario grado di cementazione, ivi presenti in strati e banchi di potenza da pluridecimetrica a metrica, che, nella cartografia tematica assunta come riferimento (cfr. Fig. 4.1 - Estratto CARG - Foglio n°194 - Acqui Terme), risultano identificati come appartenenti alle facies di transizione tra la “Formazione di Bistagno” e la “Formazione di Cessole”.

La giacitura delle superfici di strato, rilevabile in affioramenti presenti in corrispondenza ed in relativa prossimità delle aree di interesse, è caratterizzata da immersione Nord-Est ed inclinazione media compresa tra 15° e 20°; pur essendo possibili locali variazioni giaciture, l’orientazione delle superfici di strato è da considerarsi compresa tra “traverpoggio” e “reggipoggio” in relazione all’esposizione dei settori di versante ospitanti le aree di interesse.

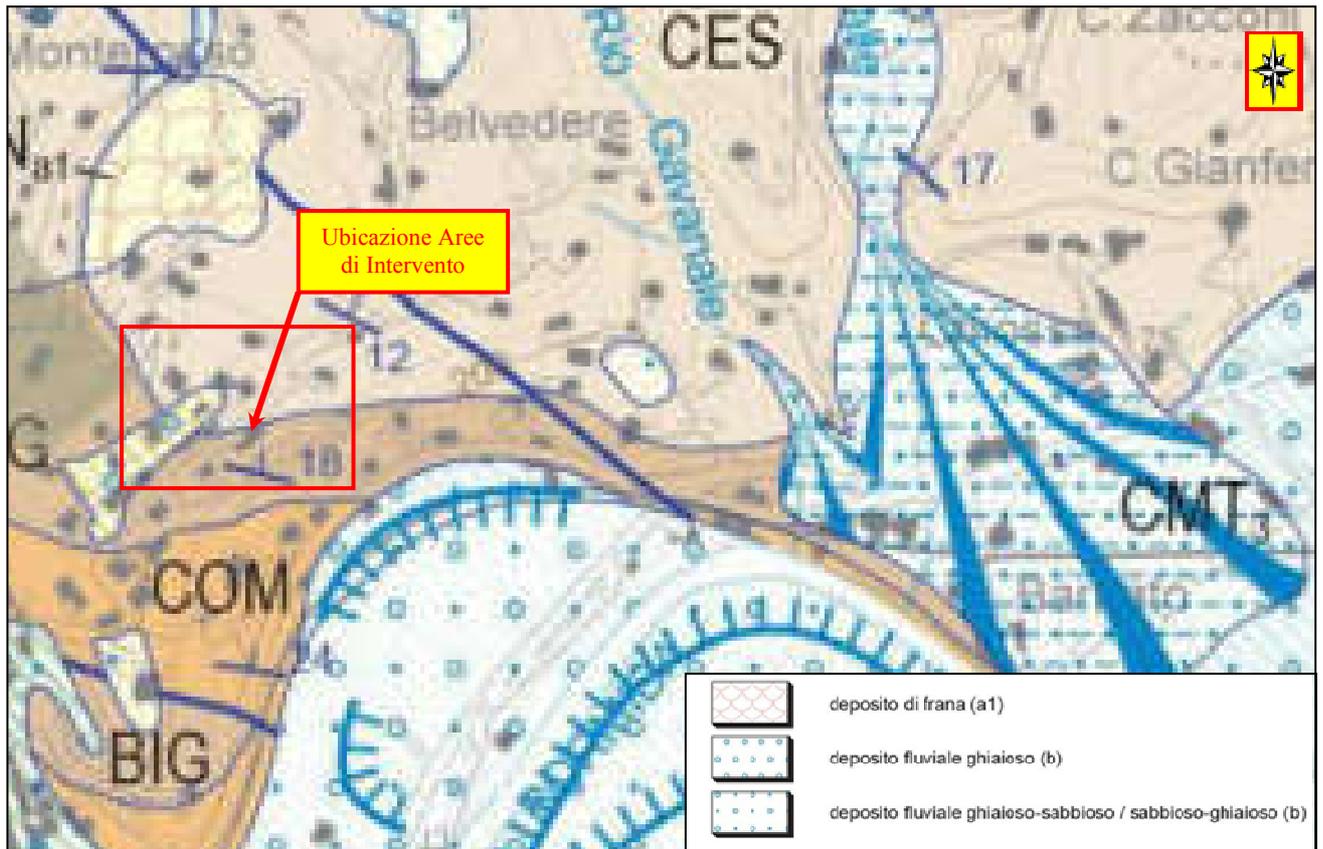


Fig. 4.1 Estratto Carta Geologica d'Italia - CARG - Foglio n°194 - Acqui Terme

#### *4.1.2 Caratteristiche Geostrutturali dei Litotipi Costituenti il Substrato Geologico.*

Le caratteristiche geostrutturali dei litotipi terziari costituenti il substrato geologico, localmente subaffioranti in corrispondenza dei settori Nord-Est delle aree direttamente interessate dall'attuazione delle previsioni di progetto, è stata ottenuta in funzione di rilevamenti eseguiti in relativa prossimità delle aree di interesse e dei dati disponibili nella cartografia e nelle banche dati tematiche di riferimento.

Dalla sintesi dei dati rilevati e disponibili, è possibile evidenziare come i litotipi sedimentari terziari, costituenti il substrato geologico nelle aree di interesse, siano caratterizzati da:

- a) presenza, oltre alla stratificazione, di almeno due famiglie di discontinuità (giunti di fratturazione);
- b) una non trascurabile dispersione giaciturale delle superfici di strato aventi immersione Nord-Est ed inclinazione variabile tra 15° e 20°;
- c) importante dispersione giaciturale dei giunti di fratturazione, in generale subverticali;
- d) valori della spaziatura dei giunti delle varie famiglie di discontinuità in generale superiori a 100 mm;
- e) valori della persistenza pari al 100% per i giunti di stratificazione ed in generale inferiori al 50% per i giunti di fratturazione.

I litotipi costituenti il substrato geologico sono quindi definibili come una struttura costituita da una matrice litoide o pseudolitoide separata da zone di discontinuità, e quindi da zone di minore resistenza, aventi due dimensioni nettamente prevalenti sulla terza.

#### *4.1.3 Assetto Geologico e Stratigrafico alla Scala dell'Intervento.*

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, per i settori di versante ospitanti le aree di interesse, in generale, è osservabile la presenza di coperture detritiche, costituite da riporti e/o terreni agrari, estremamente rimaneggiati, sovrapposti a terreni di natura eluvio-colluviale, a frazione limoso-sabbiosa dominante, anche se comprendenti elementi lapidei decimetrici, caratterizzate da potenze (spessori) localmente anche molto variabili; seguono litotipi sedimentari, essenzialmente marnoso-arenacei, anche molto alterati negli strati più superficiali, ivi costituenti il substrato geologico.

In corrispondenza delle sezioni di interesse della S.C. della Maggiore, in generale, le potenze delle coperture detritiche sono da considerarsi comprese tra 0,5 m e 1,0 m, lungo ed in prossimità del piede delle scarpate stradali e del limite di monte della sede viabile, e tra 2,5 m e 4,0 m, lungo ed in prossimità del limite di valle della medesima. Seguono terreni caratterizzati da mediocri o discrete caratteristiche geotecniche, correlabili con la presenza del "cappellaccio di alterazione" del substrato geologico; per tali litotipi è, in generale, riscontrabile una progressiva diminuzione del grado di alterazione in funzione dell'approfondimento rispetto alla quota del locale piano di campagna, associato ad un discontinuo miglioramento delle peculiarità geotecniche, con successivo graduale passaggio a litotipi costituenti il substrato geologico relativamente integro.

L'analisi dei dati stratigrafici, rilevati e disponibili, fa quindi ritenere molto probabile una non modesta variabilità locale nella profondità di reperimento dei litotipi costituenti il substrato geologico, correlabile sia alla presenza di terrazzamenti di origine antropica, realizzati a seguito di interventi di sterro (limite di monte dei terrazzamenti) e riporto (limite di valle dei terrazzamenti), sia ad ondulazioni a piccola e media scala della morfologia sepolta dello stesso; dette ondulazioni sarebbero localmente anche dovute alla presenza di solchi di erosione relitti, attribuibili

all'evoluzione del reticolo idrografico minore e minuto, nel tempo regolarizzati anche a seguito di interventi di manutenzione fondiaria.

#### *4.1.4 Lineamenti Morfologici Principali e Criticità di Carattere Geomorfologico.*

Le sezioni di interesse della S.C. della Maggiore si sviluppano in prossimità dei settori sommitali di porzioni di versante, caratterizzate da esposizione Sud-Est e medio-alta acclività (cfr. All. 4.1).

Dall'esame delle caratteristiche geomorfologiche e geologico-strutturali, a media e grande scala, dei settori di versante ospitanti la sezioni stradali di interesse, è possibile desumere come l'assetto geomorfologico dei luoghi sia essenzialmente attribuibile all'azione di pregressi fenomeni erosivi e gravitativi reciprocamente interagenti; tali fenomeni avrebbero, nel tempo, causato l'incisione dei compluvi principali entro litotipi arenaceo-marnosi, originando profondi solchi di erosione separati da acclivi dorsali morfologiche, determinando, in particolare in corrispondenza dei settori di versante con stratificazione orientata a "franappoggio", condizioni favorevoli al verificarsi di estese mobilizzazioni di porzioni di substrato geologico e delle coltri detritiche, con direzioni di scivolamento essenzialmente determinate dalla giacitura della stratificazione.

I settori di versante in cui il substrato geologico è caratterizzato da giacitura della stratificazione a "franappoggio" sono quindi da considerarsi potenzialmente vulnerabili dall'evoluzione di fenomeni gravitativi, anche a media e grande scala, che possono determinare la mobilizzazione di porzioni di substrato, con direzioni di scivolamento condizionate essenzialmente da detta giacitura. In corrispondenza dei settori di versante in cui il substrato geologico è caratterizzato da giacitura della stratificazione a "traverpoggio" od a "reggipoggio", i fenomeni gravitativi potenzialmente verificabili possono, in linea di principio, interessare essenzialmente le coltri detritiche. Su di una evoluzione morfologica, in origine, condizionata essenzialmente dalla giacitura della stratificazione, sono, in seguito, intervenuti fenomeni erosivi e gravitativi minori e manutenzioni fondiarie.

L'esame dell'assetto geomorfologico dei luoghi, integrato dall'analisi della documentazione di carattere geologico-tecnico prodotta a supporto degli strumenti urbanistici generali del Comune di Acqui Terme, della cartografia P.A.I. e delle banche dati di riferimento, ha permesso di verificare come le aree in esame siano ubicate al di fuori di porzioni di territorio in cui sono stati riconosciuti lineamenti morfologici potenzialmente correlabili con l'evoluzione pregressa, a media e grande scala, di fenomeni franosi coinvolgenti in profondità il substrato geologico.

A scala locale, le aree ospitanti il tracciato della S.C. della Maggiore sono comunque da considerarsi vulnerabili e/o sono state recentemente interessate da:

- fenomeni di erosione ed infiltrazione attribuibili alle acque meteoriche ed a quelle di corrivazione, attivi in particolare in corrispondenza delle scarpate delimitanti verso valle le sezioni stradali di interesse;
- diffuse mobilizzazioni delle coltri detritiche presenti in corrispondenza ed in prossimità delle scarpate che delimitano, verso monte e verso valle, le sezioni stradali di interesse.

A seguito degli eventi meteorici succedutisi nel periodo Ottobre 2019 - Novembre 2019, lungo la scarpata delimitante verso valle le sezioni di interesse della sede viabile della S.C. della Maggiore, si sono infatti verificati fenomeni di erosione ed infiltrazione di acque ruscellanti che hanno determinato, per uno sviluppo lineare pari a circa 50,0 m, il cedimento e la mobilizzazione di sezioni, ivi modellate essenzialmente in terreni di riporto, della banchina stradale di valle e di adiacenti porzioni della carreggiata, per una larghezza compresa tra 1,0 m e 1,5 m.

Da quanto osservato, è quindi possibile dedurre come, per le aree contigue allo sviluppo delle sezioni stradali di interesse, le diffuse condizioni di instabilità delle coltri detritiche presenti in corrispondenza ed in prossimità delle scarpate, naturali ed artificiali, siano essenzialmente attribuibili alla eccessiva inclinazione di tali scarpate, alle scadenti caratteristiche dei terreni di riporto ivi messi a dimora contestualmente a non recenti fasi di ampliamento del limite di valle delle sedi viabili, all'assenza e/o alla sopraggiunta inadeguatezza dei manufatti di contenimento e dei sistemi per la regimazione delle acque meteoriche e di ruscellamento.

#### *4.1.5 Caratteristiche Idrogeologiche delle Aree di Intervento.*

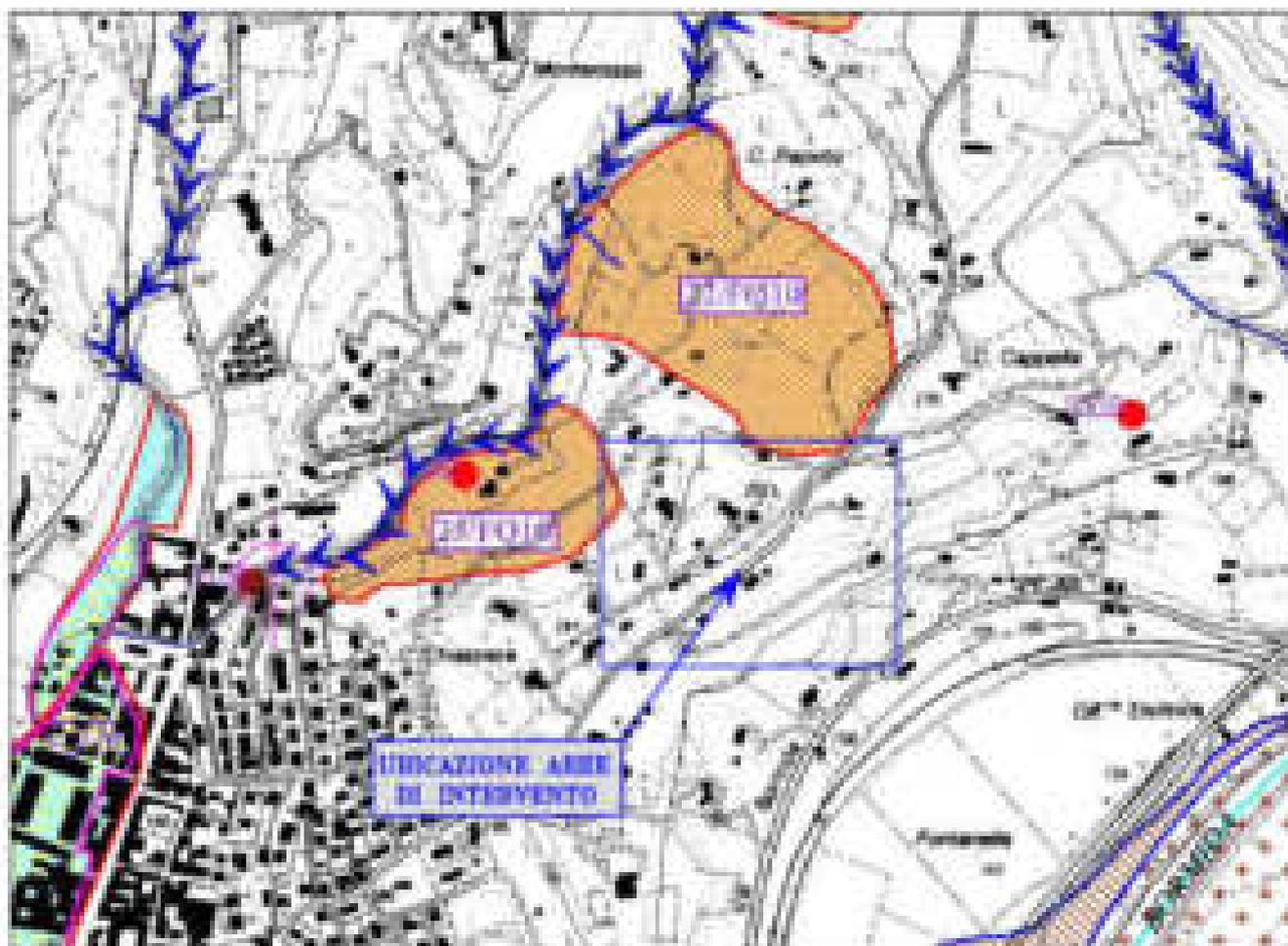
L'assetto stratigrafico locale è schematizzabile con la presenza di una copertura detritica, costituita da terreni a frazione limoso-sabbiosa dominante, comprendenti elementi lapidei anche pluridecimetri, caratterizzata, in generale, da variabile permeabilità, a cui seguono litotipi arenaceo-marnosi con variabile grado di cementazione ed alterazione; la permeabilità (e quindi la capacità drenante) dei litotipi arenaceo-marnosi costituenti il substrato geologico è, in generale, da considerarsi modesta.

Per le aree in esame non è stata osservata la presenza di opere di presa di acque sotterranee e/o di piezometri in cui rilevare la soggiacenza della falda acquifera. In corrispondenza delle verticali indagate con sonda penetrometrica dinamica, per le profondità raggiunte, non è stata rilevata significativa presenza di acque sotterranee. Dall'analisi dei dati disponibili e dalle risultanze delle indagini eseguite è stato comunque possibile evidenziare che:

- l'assetto stratigrafico dei luoghi non è favorevole alla presenza di una falda acquifera superficiale, arealmente o stagionalmente persistente;
- sono comunque stagionalmente verificabili accumuli idrici ipodermici correlabili con la presenza di aree interessate da ristagno ed infiltrazione delle acque meteoriche;
- la presenza idrica entro i terreni costituenti la coltre detritica e nelle porzioni più superficiali del substrato geologico è comunque da considerarsi stagionalmente e localmente non trascurabile ed è da mettersi direttamente in relazione con fenomeni di infiltrazione delle acque meteoriche;
- le direzioni di deflusso sotterraneo delle acque di infiltrazione sono determinate sia dalla morfologia del versante, sia dalla morfologia della superficie di separazione tra coltre detritica e substrato geologico;
- il substrato geologico integro è caratterizzato da non rilevante permeabilità; la circolazione idrica è ivi da considerarsi limitata in corrispondenza di livelli sabbiosi e/o di discontinuità;
- la circolazione idrica, entro i litotipi costituenti il substrato geologico integro, è da considerarsi, a ridotta profondità, in generale di entità modesta.

Sulla base di quanto in precedenza evidenziato, è possibile concludere come la circolazione idrica, a modesta profondità, possa interessare stagionalmente i terreni ed i litotipi alterati immediatamente sovrapposti al substrato geologico integro, con direzioni di deflusso in generale condizionate dalle pendenze locali, dalla morfologia sepolta di tale substrato e da variazioni laterali della permeabilità dei sedimenti.

Per le aree in esame, la presenza di non modeste quantità idriche entro le porzioni più superficiali delle coltri detritiche è quindi direttamente correlabile agli apporti meteorici, alla presenza di depressioni o terrazzamenti della locale morfologia (che consentono il ristagno superficiale e l'infiltrazione delle acque di corrivazione), ed alla ridotta capacità drenante dei terreni superficiali e del substrato geologico, che non permettono il rapido smaltimento delle acque di infiltrazione verso gli strati più profondi.



**Legenda**

- Area di intervento**

- Area di intervento**
- Area di intervento**

**Linee e simboli**

- Linea di confine**

**Simboli**

- Simbolo**
- Simbolo**
- Simbolo**
- Simbolo**
- Simbolo**
- Simbolo**

**Simboli**

- Simbolo**
- Simbolo**

**Simboli**

- Linea di confine**

Al. 4.1 - Estratto della "Carta geomorfologica, dei dissesti, della dinamica fluviale e del rischio ..." - prodotta a supporto del P.S.C. del Comune di Sesto San Giovanni - Scala 1:75.000

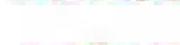
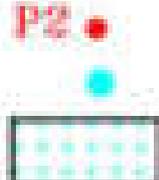




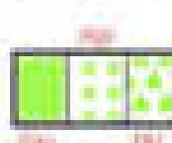
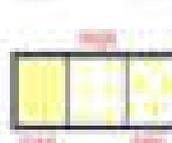
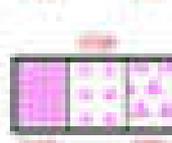
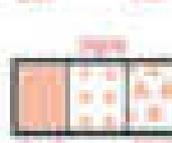
AL. 4.2.a - Sistema Geologico e Geomorfologico ed Emissioni Acustiche Geotecniche  
Scala 1:1.000



## ELEMENTI GEODESICI E CHIMIEFISICI

	Sollecitazione geologica afferente e subaffidente.
	Classiere delle principali famiglie di discontinuità
	Coeff. di attrito
	rotolamenti e mobilizzazioni sotto direzione superficiale.
	Fratture eretti concentrici.
	Linee di scarpata artificiale (riperte)
	Linee di scarpata artificiale (chiusamento).
	Retore di profilo attivo.
	Retore di profilo passivo.
	Orle di terreno fluviale.
	Pressioni liquidi ad intensità elevata e profilo elevato.
	Utilizzazioni accertamenti prospettivi
	Utilizzazioni passivo e verbale
	Area soggetta a fenomeni di ritaggio idrico ed infiltrazione.

## FENOMENI GRAVITATIVI E DISSESTI CORRELATI ALL'EVOLUZIONE MORFOLOGICA DEI VERSANTI

	<p><b>Erosione</b> Il fenomeno descritto in questa figura, il movimento a valle e ristretto ad il movimento di fenomeni di rusio e di terreno scivolo.</p> <p>FAS - fenomeno attivo      FQP - fenomeno passivo      FPR - fenomeno stabilizzato</p>
	<p><b>Calamento lento</b> Movimenti di materiali fini, ad alta indice di plasticità, con progressive deformazione e rottura a differenti livelli di profondità. Fenomeno lineare caratterizzato da continue deformazione e movimenti lenti che determinano tipiche oscillazioni della superficie topografica.</p> <p>FAS - fenomeno attivo      FQP - fenomeno passivo      FPR - fenomeno stabilizzato</p>
	<p><b>Frasi per rotazione e fluidificazione della copertura detritica.</b> Fenomeni ad azione lineare che si sviluppano in concomitanza di precipitazioni intense, coinvolgendo per lo più terreni privati di terreni coesivi della copertura superficiale.</p> <p>FAS - fenomeno attivo      FQP - fenomeno passivo      FPR - fenomeno stabilizzato</p>
	<p><b>Movimenti gravitativi compatti.</b> Il movimento risulta dalla combinazione di due o più di quelli descritti. In genere si tipo di movimento progressivo, spazialmente e temporale.</p> <p>FAS - fenomeno attivo      FQP - fenomeno passivo      FPR - fenomeno stabilizzato</p>



**PROVA SISMICA COSTANTE A FREQUENZA COSTANTE**

Numero di base 10

Numero di base 10

**PROVA SISMOMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

| PROVA |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |

| PROVA |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |

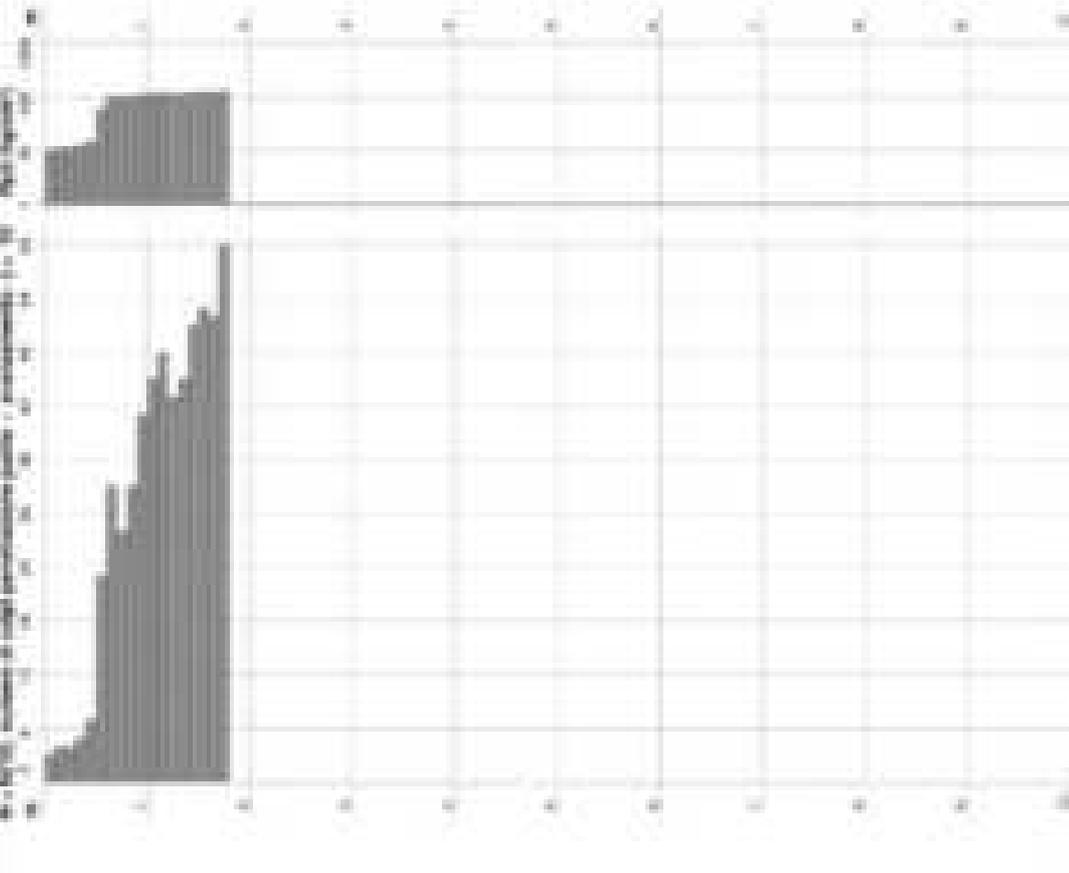
**PROVA SISMICA COSTANTE A FREQUENZA COSTANTE**

Numero di base 10

Numero di base 10

**PROVA SISMOMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - PUNTA**

| PROVA |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |



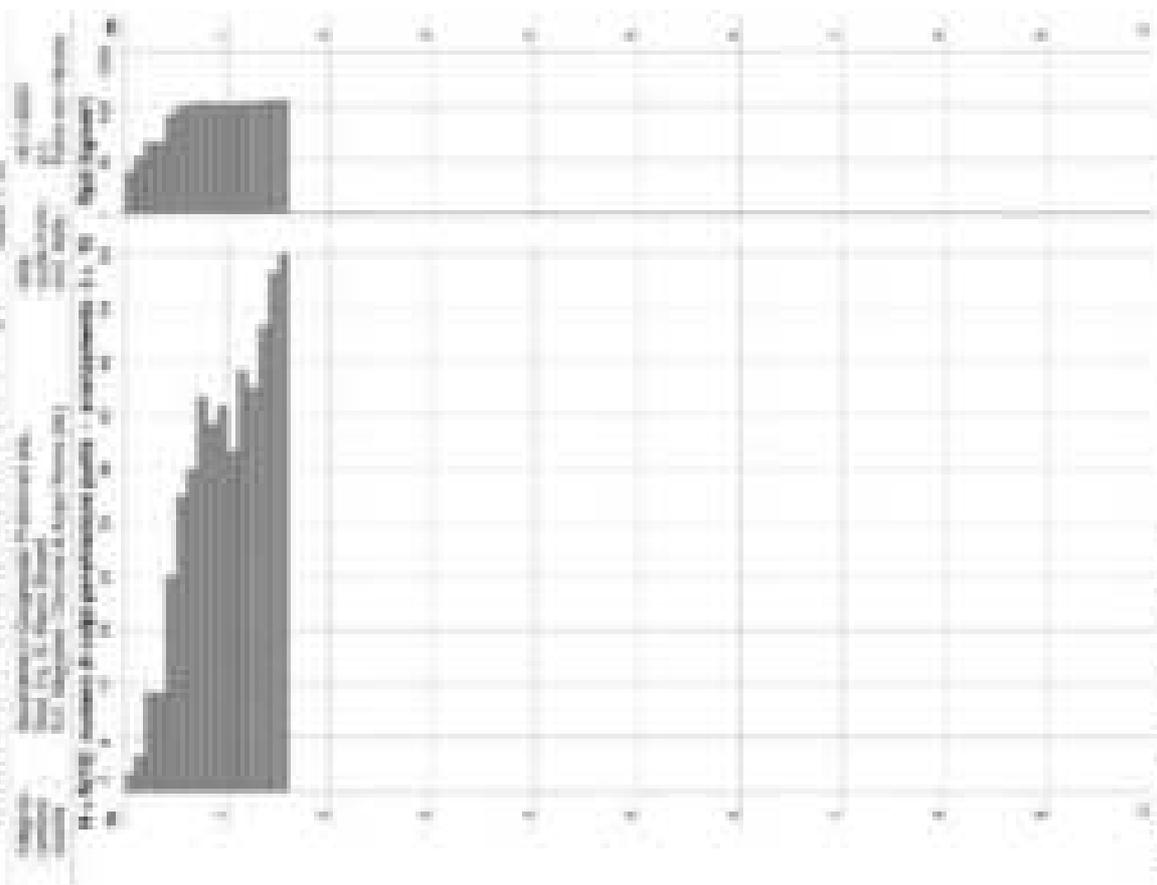
PROVA SISMOMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

PROVA SISMOMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - PUNTA

**PROVA PSICROMETRICA DINAMICA  
 TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

Sede	Sede	Sede	Sede	Sede	Sede	
					Resistenza	Resistenza
0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000
0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000
0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000
0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000
0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000	0000000000

**PROVA PSICROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rap**



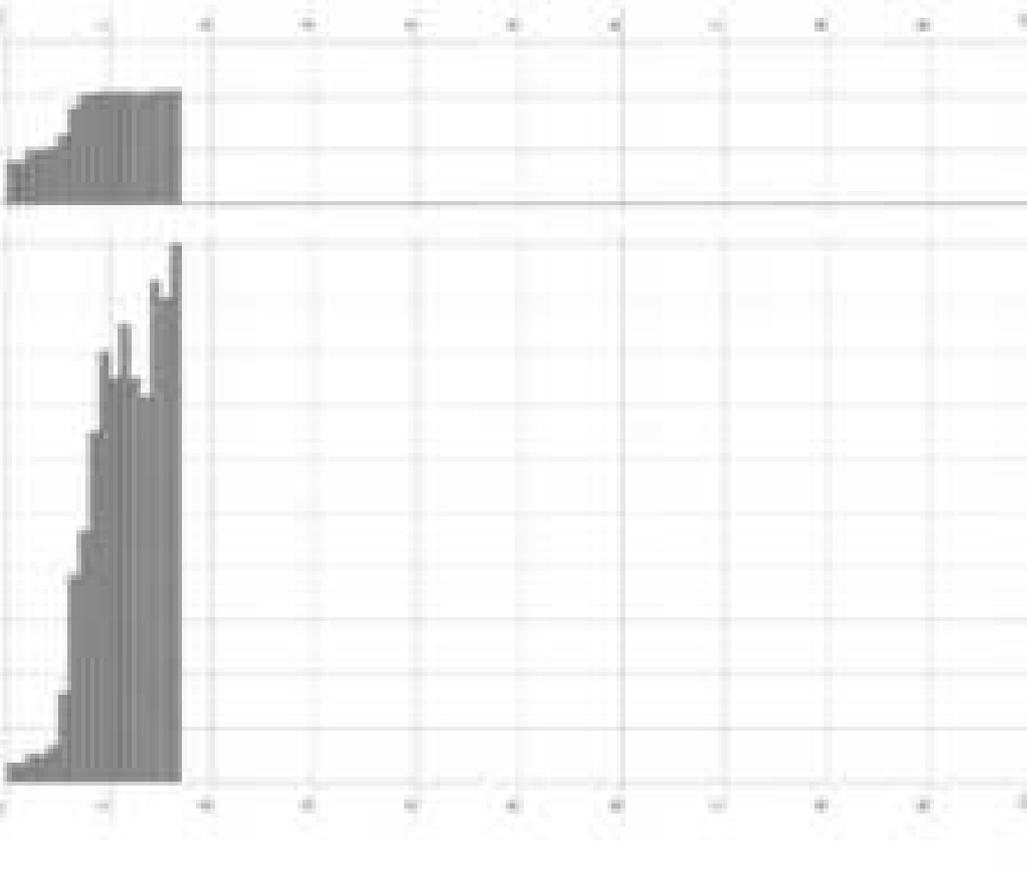
**PROVA SISMICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

Passo	Numero	Intensità								
1	0.05	0.05	1	0.10	1	0.15	1	0.20	1	0.25
2	0.10	0.10	2	0.20	2	0.30	2	0.40	2	0.50
3	0.15	0.15	3	0.30	3	0.45	3	0.60	3	0.75
4	0.20	0.20	4	0.40	4	0.60	4	0.80	4	1.00
5	0.25	0.25	5	0.50	5	0.75	5	1.00	5	1.25
6	0.30	0.30	6	0.60	6	0.90	6	1.20	6	1.50
7	0.35	0.35	7	0.70	7	1.05	7	1.40	7	1.75
8	0.40	0.40	8	0.80	8	1.20	8	1.60	8	2.00

PROVA SISMICA DINAMICA a 8 passi a scala  
 14/03/2017 10:00:00  
 14/03/2017 10:00:00

**PROVA SISMICA DINAMICA  
CARTINA NUMERO COLPI PUNTA - PUNTA**

PROVA SISMICA DINAMICA a 8 passi a scala  
 14/03/2017 10:00:00  
 14/03/2017 10:00:00



PROVA SISMICA DINAMICA a 8 passi a scala  
 14/03/2017 10:00:00  
 14/03/2017 10:00:00





#### **4.2 Riferimenti per la Determinazione delle Azioni Sismiche di Progetto.**

In relazione alla classificazione sismica del territorio nazionale, per quanto previsto dalla D.G.R. 30.12.2019, n°6-887 - “O.P.C.M. 3519/2006. Presa d’Atto e Approvazione dell’Aggiornamento della Classificazione Sismica del Territorio della Regione Piemonte di cui alla D.G.R. 21.05.2014, n°65-7656”, il Comune di Acqui Terme ricade in “Zona Sismica 3”, a cui corrisponde un relativamente modesto grado di pericolosità sismica.

L’azione sismica sulle strutture, generata dal moto non uniforme dei terreni che le ospitano per effetto della propagazione di onde sismiche sulle stesse, determina sollecitazioni dinamiche; le risposte delle strutture potenzialmente soggette ad azioni sismiche possono essere studiate negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese.

La vigente normativa tecnica di riferimento, rappresentata dalle N.T.C. 2018, disciplina le procedure di dimensionamento e verifica delle strutture soggette ad azioni sismiche; a tal fine è richiesta la definizione delle azioni sismiche di progetto che devono essere valutate sito per sito e costruzione per costruzione.

Le azioni sismiche di progetto, in funzione delle quali deve essere valutato il rispetto dei diversi stati limite considerati nelle N.T.C. 2018, si definiscono a partire dalla “Pericolosità Sismica di Base” del sito di costruzione e dipendono dalle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La “Pericolosità Sismica di Base” di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità pari ad un valore prefissato. Nelle N.T.C. 2018 tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “Periodo di Riferimento” ( $V_R$ ) mentre la probabilità è denominata “Probabilità di Superamento nel Periodo di Riferimento” ( $P_{VR}$ ), e viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa “ $a_g$ ” in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido (sottosuolo di “Categoria A” - cfr. § 4.2.1) con superficie topografica orizzontale (superficie di “Categoria TI” - cfr. § 4.2.2).

Stato Limite	$P_{VR}$	Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stato Limite di servizio	10%	10%
Stato Limite di esercizio	5%	5%
Stato Limite di sicurezza	2%	2%

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata  $P_{VR}$ , si ritengono individuate quando se ne conosca la sua “Accelerazione Massima” attesa ed il corrispondente “Spettro di Risposta Elastico in Accelerazione”. In particolare, quindi, i caratteri del moto sismico, su sito di riferimento rigido ed orizzontale, sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, in funzione delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica  $P_{VR}$ :

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ogni sito, preliminarmente alla definizione dell’azione sismica di progetto, è necessario procedere alla valutazione dell’influenza delle condizioni litologiche, stratigrafiche e morfologiche sulla risposta sismica locale; il grado di approfondimento di tale valutazione è, in linea di principio, funzionale alle caratteristiche ed alla rilevanza dell’intervento in progetto.

**4.2.1 Risposta Sismica Locale - Categoria di Sottosuolo.**

Per quanto previsto dalle N.T.C. 2018, al fine della definizione dell'azione sismica di progetto, gli effetti sulla risposta sismica, attribuibili all'assetto stratigrafico locale, devono essere valutati per ogni sito mediante specifiche indagini di carattere geofisico e/o geotecnico.

Qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie riportate alla Tab. 3.2.II delle N.T.C. 2018, al fine della definizione delle categorie del sottosuolo, è possibile fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_S$ . I valori di  $V_S$  sono ottenuti mediante specifiche determinazioni di carattere geofisico oppure, limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche con i risultati di altre prove in sito.

**Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo da prevedere l'azione sismica di progetto**

Categoria	Caratteristiche della risposta sismica
A	Alture rocciose affioranti e terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente con pendenti in superficie formate da materiali molto eterogenei più soffici con spessore massimo pari a 3 m.
B	Acque libere e depositi di terreni a grana grossa molto allineati e terreni a grana fine nelle condizioni caratterizzate da un allungamento della proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 300 m/s e 800 m/s.
C	Deposit di terreni a grana grossa moderatamente allineati e terreni a grana fine molto meno allineati con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un allungamento della proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 200 m/s e 300 m/s.
D	Deposit di terreni a grana grossa moderatamente allineati e di terreni a grana fine moderatamente allineati con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un allungamento della proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 150 e 200 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalenti riconducibili a quelli definiti per le categorie C e D con profondità del substrato non superiore a 30 m.

L'attribuzione ad una specifica categoria di sottosuolo si effettua in funzione delle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

- $h_i$  : spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$  : velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N$  : numero di strati;
- $H$  : profondità del substrato

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei medesimi; nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera; per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per quanto evidenziato, a partire dai dati stratigrafici rilevati, dai parametri derivati da prove penetrometriche cfr. All. 4.3), dinamiche e da accertamenti di carattere geofisico, eseguiti in corrispondenza delle aree di interesse (cfr. All. 4.4), il locale profilo stratigrafico del sottosuolo risulta essere riconducibile alla **“Categoria B”**.

**4.2.2 Risposta Sismica Locale - Condizioni Topografiche.**

Le N.T.C.2018 prevedono, nel caso di condizioni topografiche complesse, l'esecuzione di specifiche analisi di risposta sismica locale; per contro, nel caso di condizioni topografiche non complesse, assimilabili a quelle riscontrate per le porzioni di territorio in esame, è possibile procedere alla determinazione dell'azione sismica di progetto, in forma semplificata, previa attribuzione delle aree di intervento ad una delle categorie riportate alla Tab. 3.2.III delle N.T.C. 2018.

**Tab. 3.2.III - Categorie topografiche**

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

Per quanto previsto dalle N.T.C. 2018, le caratteristiche della superficie topografica sono riconducibili alla **Categoria T2**.

**4.2.3 Fattori di Amplificazione Stratigrafica e Topografica.**

In condizioni stratigrafiche e morfologiche schematizzabili con un modello mono-dimensionale e per profili stratigrafici riconducibili alle categorie in precedenza riportate, il moto sismico alla superficie di un sito è definibile mediante l'accelerazione massima (" $a_{max}$ ") attesa in superficie, il cui valore, per gli stati limite di interesse, è ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = S_S \times S_T \times a_g$$

- $a_g$  = l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale
- $S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica.
- $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica.

Categoria	$S_S$	$S_C$
A	1,0	1,0
B	$1,0 \times (1,0 - 0,40 \times \frac{T_C}{T^*C})$ , $\frac{S_C}{1,0}$	$1,0 \times (T_C)^{0,4}$
C	$1,0 \times (1,0 - 0,40 \times \frac{T_C}{T^*C})$ , $\frac{S_C}{1,0}$	$1,0 \times (T_C)^{0,4}$
D	$1,0 \times (1,0 - 1,20 \times \frac{T_C}{T^*C})$ , $\frac{S_C}{1,0}$	$1,0 \times (T_C)^{0,4}$
E	$1,0 \times (1,0 - 1,20 \times \frac{T_C}{T^*C})$ , $\frac{S_C}{1,0}$	$1,0 \times (T_C)^{0,4}$

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti  $S_S$  e  $S_C$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T^*C$  relativi al sottosuolo di categoria A, nelle quali  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  è l'accelerazione di gravità e  $T^*C$  è espresso in secondi.

Considerando quindi, i parametri di riferimento del moto sismico atteso per il sito di interesse, nel caso di suolo rigido e superficie topografica orizzontale, è valutabile un coefficiente di amplificazione stratigrafica massimo ( $S_S$ ) pari a  $S_S = 1,2$ .

Categoria topografica	Valore di $S_T$	$S_T$
T1	1	1,0
T2	In corrispondenza delle cuneate del pendio in corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza della sezione trasversale $\geq 20^\circ$	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza della sezione trasversale $\geq 20^\circ$	1,4

Considerando la situazione morfologica delle aree in esame, è da ritenersi adeguata l'assunzione di un coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) pari a  $S_T = 1,2$ .

#### 4.2.4 Esclusione della Verifica nei Confronti della Liquefazione dei Terreni.

I siti ove sono ubicati costruzioni e strutture devono essere stabili nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche (eventi sismici di una certa entità) che agiscono in condizioni non drenate.

Le aree di interesse rientrano nelle casistiche previste al § 7.11.3.4.2 delle N.T.C. 2018 per le quali risulta possibile omettere la verifica nei confronti della liquefazione dei terreni.

Atti di Atto Accertamenti Geografici e Dati di Campagna ed Elaborati Geografici  
[Scala Grafica](#)

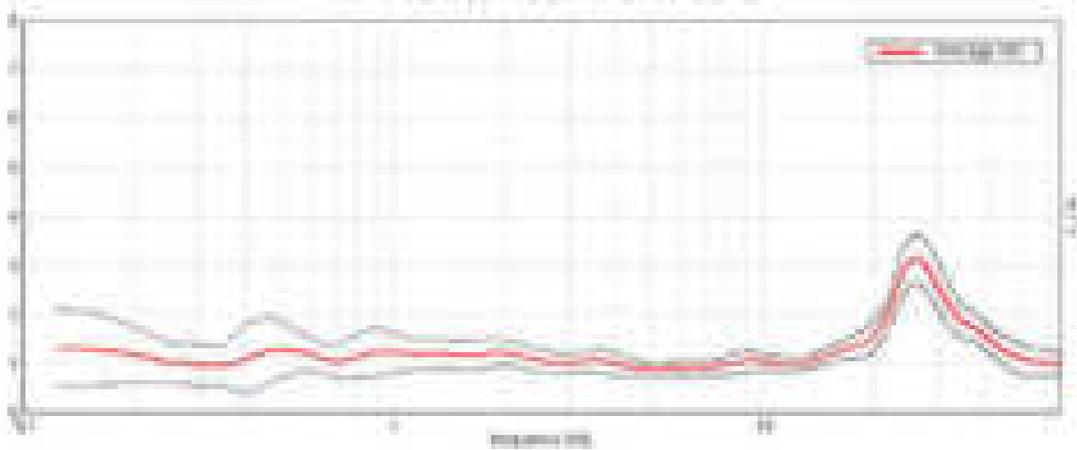
**ACQUA - STRADA COMUNALE MAGGIORA ST**

Scenario: TRZ-010001-10  
Data registrazione: 11/11/2019 18:00:20 - Fine registrazione: 11/11/2019 18:18:21  
Sens. canali: NORTH SOUTH EAST WEST UP DOWN  
Data GPS - non disponibile

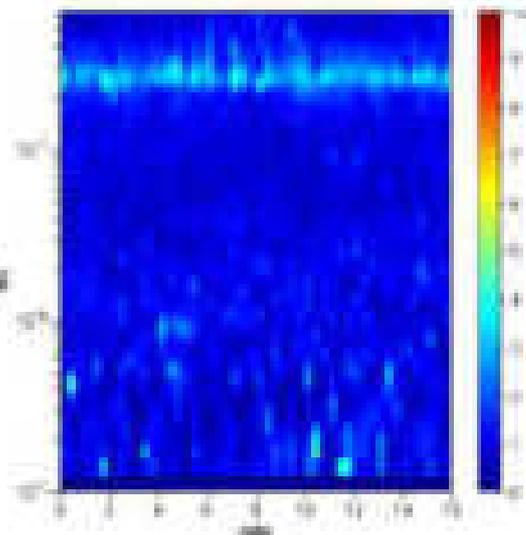
Durata registrazione: 00:18:00      Azioni applicata sull'intera traccia  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza traccia: 20 s  
Tipo di tracciamento: Triangolare semplice  
Lisciamiento: 20%

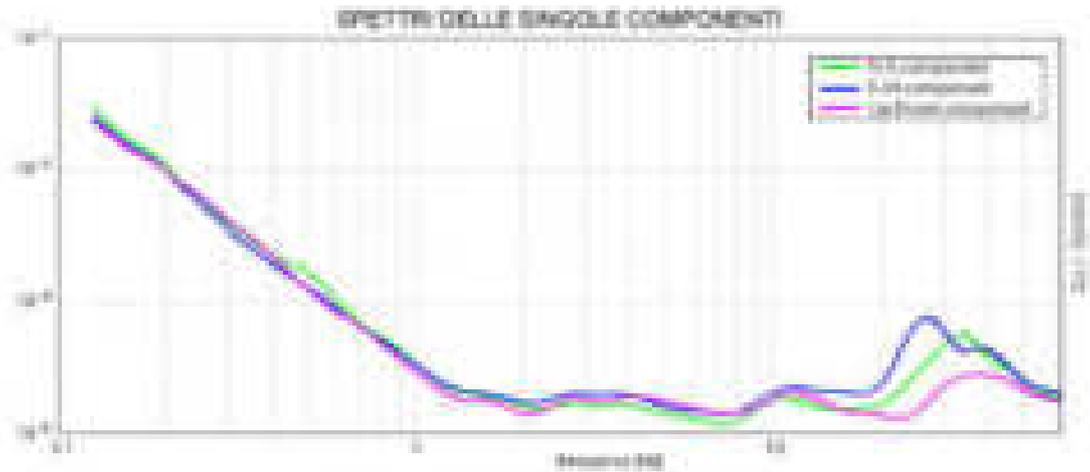
**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

Scenario: TRZ-010001-10 - Azioni applicate: 00 - 04:14:00

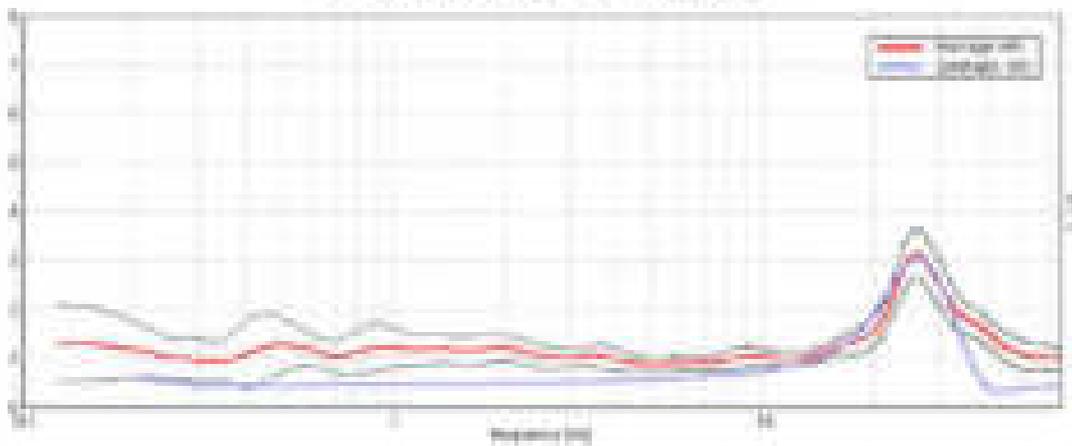


**SERIE TEMPORALE HV**



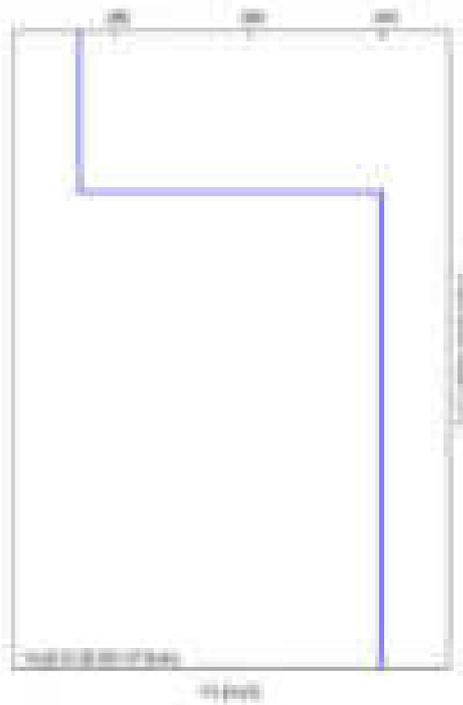


INV OPERAZIONALE vs. INV SINTETICO  
 (Spettro a 2000 µ/s²) vs. (Spettro a 1000 µ/s²)



Profondità alla base della scarpa [m]	Spessore [m]	h <sub>0</sub> [m]	Densità [t/m <sup>3</sup> ]	Rapporto di Poisson
1.70	1.70	1.70	1.8	0.30
0.0	0.0	0.0	2.1	0.20

INIZIO D'OPERA (17/07/2010)





## 5.0 RELAZIONE GEOTECNICA.

A partire dalle risultanze delle indagini e degli accertamenti di carattere geologico e geotecnico indicate nella “*Relazione Geologica*” in precedenza riportata, nella presente “*Relazione Geotecnica*” si riferisce, in maniera sintetica, in merito alle risultanze delle fasi di modellazione e dimensionamento geotecnico, ed a quelle di verifica della sicurezza e delle prestazioni, prodotte in allegato al presente Documento (cfr. “*Doc. 4 - Relazioni di Calcolo*”), eseguite per le opere di contenimento in previsione, funzionali alla messa in sicurezza dei settori di scarpata delimitanti verso valle le sezioni di interesse della S.C. della Maggiore.

Lungo il limite di valle della sede viabile, previa realizzazione di interventi di scavo di relativamente modesta entità finalizzati alla regolarizzazione delle aree di intervento ed al raggiungimento delle quote di fondazione, si procederà alla predisposizione di opere di contenimento delle scarpate che avranno le caratteristiche descritte al § “3.2 - *Strutture ed Opere di Contenimento in Previsione*” del presente Documento, graficamente schematizzate nella sezione tipo nel seguito riportate.

Fig. 4.1 - Manufatti in Previsione - Manufatto “A” - Sezione Tipo 1.

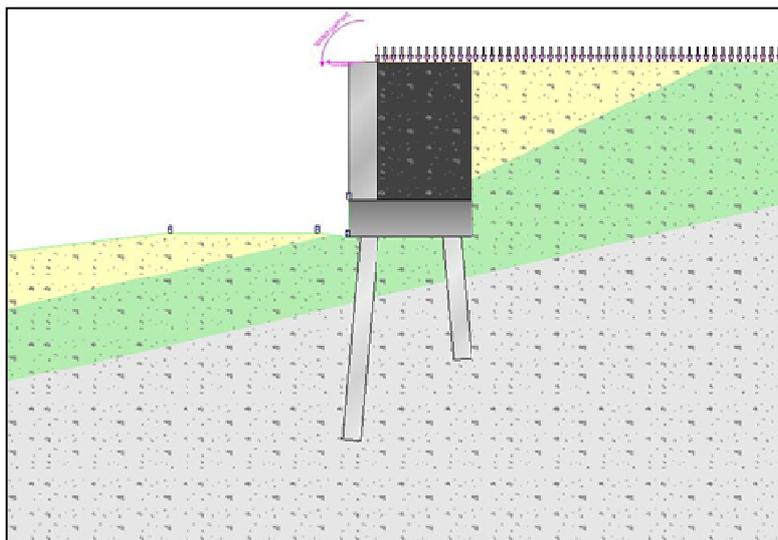


Fig. 4.2 - Manufatti in Previsione - Manufatto “B” e Manufatto “A” - Sezione Tipo 2.

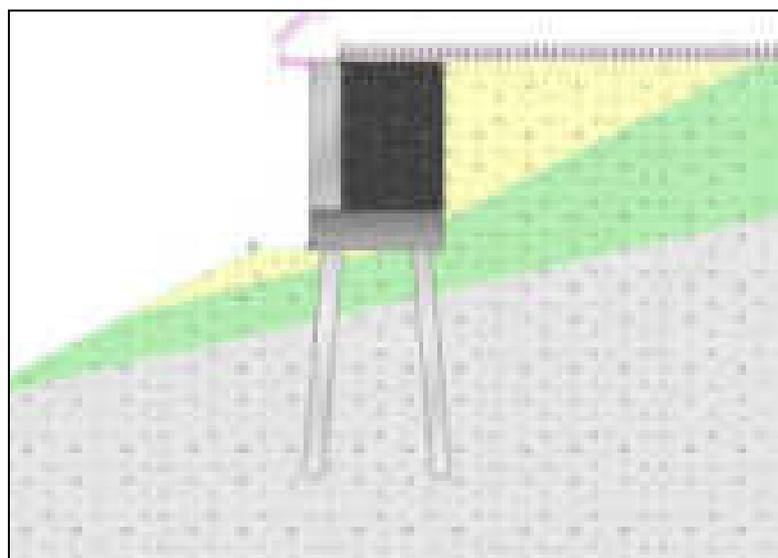
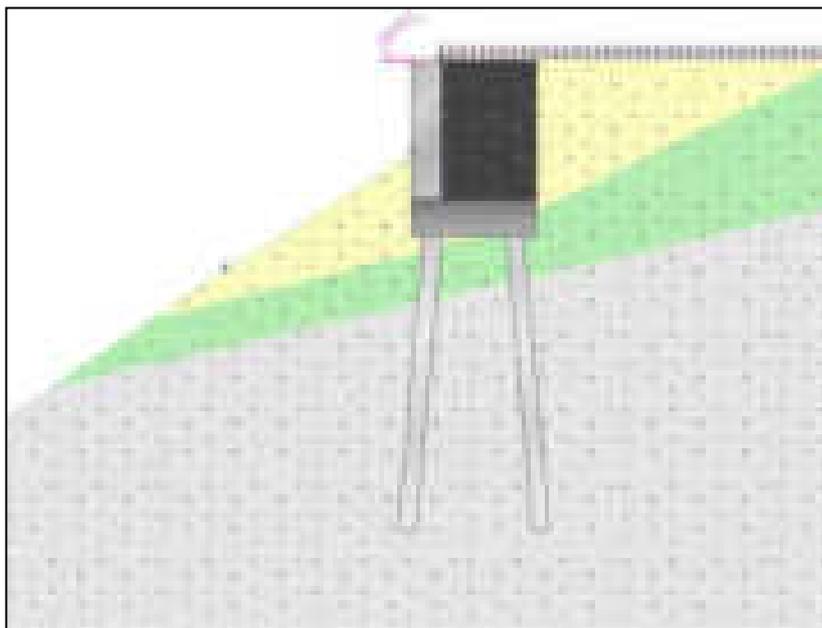


Fig. 4.3 - Manufatti in Previsione - Manufatto "A" - Sezione Tipo 3.



### **5.1 Schematizzazione Assetto Stratigrafico.**

Al fine della definizione dell'assetto stratigrafico dei luoghi e delle caratteristiche geotecniche dei terreni e dei litotipi che andranno ad ospitare i sistemi di fondazione dei manufatti in previsione, considerando:

- la presenza di infrastrutture a rete di adduzione e distribuzione interrate, in corrispondenza della residua sede viabile;
- l'attuale inaccessibilità ai mezzi d'opera usualmente utilizzati per l'esecuzione di sondaggi geognostici e prove geotecniche in sito, lungo ed al piede della scarpata stradale di interesse;
- la presenza di litotipi arenaceo-marnosi, ivi costituenti il "cappellaccio" di alterazione del substrato geologico, localmente subaffioranti, in corrispondenza dei settori mediani delle scarpate principali;

si è ritenuto opportuno fare riferimento ai parametri rilevati durante l'esecuzione di n°5 prove penetrometriche dinamiche continue, realizzate con dispositivo Pagani DL 030 (cfr. All. 4.2 ed All. 4.3), in corrispondenza del piede della scarpata stradale coinvolta dall'evoluzione dei dissesti di interesse ed a determinazioni di carattere geofisico (cfr. All. 4.4). Le prove penetrometriche dinamiche sono state spinte fino al "rifiuto" all'avanzamento del dispositivo di infissione.

La resistenza media del terreno all'avanzamento della punta penetrometrica ( $R_{pd}$ ), in assenza di ostacoli ed impedimenti locali, è direttamente proporzionale al numero di colpi di maglio ( $N_{10}$ ) necessari per una infissione di 10 cm della stessa; al raggiungimento di litotipi arenaceo-marnosi relativamente integri, il dispositivo di infissione, normalmente, perviene al "rifiuto" all'avanzamento. Per le verticali indagate in corrispondenza delle sezioni di interesse della sede viabile (cfr. All. 4.2), è riconoscibile un assetto stratigrafico schematizzabile, in via cautelativa, con la sovrapposizione di:

- *Strato 1* : riporti e/o terreni agrari, passanti a terreni di natura eluvio-colluviale a dominante frazione limoso-sabbiosa, rimaneggiati o mobilizzati da pregressi fenomeni franosi e caratterizzati da potenze localmente

variabili, in generale comprese tra 0,5 m e 1,0 m al piede delle scarpate stradali di interesse, e tra 2,5 e 4,0 m in sommità delle medesime;

- *Strato 2* : litotipi arenaceo-marnosi alterati, costituenti il “cappellaccio” di alterazione del substrato geologico, caratterizzati da potenze localmente variabili, in generale comprese tra 0,5 m e 1,0 m;
- *Strato 3* : litotipi arenaceo-marnosi relativamente integri, costituenti il locale substrato geologico, reperibili a partire da profondità localmente variabili, anche se, al piede delle scarpate stradali di interesse, in generale comprese tra 1,0 m e 1,5 m.

Rispetto alla quota del locale piano di campagna, la profondità di reperimento dei litotipi costituenti il substrato geologico, che risulta caratterizzata da un generale incremento sia verso il limite di valle di esistenti terrazzamenti morfologici di origine antropica, ospitanti la sede viabile della strada comunale, è da considerarsi localmente variabile, in quanto anche potenzialmente condizionata dalla eventuale presenza di solchi di erosione relitti, attribuibili all’evoluzione del reticolo idrografico minore e minuto. La potenza degli strati principali, individuati per la schematizzazione dell’assetto stratigrafico, e le profondità di reperimento dei litotipi costituenti il substrato geologico sono quindi da considerarsi localmente variabili.

## **5.2 Valori Caratteristici dei Parametri Geotecnici per Terreni e Litotipi.**

Considerando la tipologia dei manufatti in previsione e la natura dei terreni e dei litotipi presenti, si è ritenuto opportuno, fare riferimento ai dati stratigrafici disponibili ed ai valori minimi dei parametri geotecnici desunti nel corso degli accertamenti eseguiti. Al fine dell’esecuzione delle verifiche di carattere geotecnico, per i terreni e per i litotipi presenti, possono essere considerati mediamente rappresentativi, oltre che sufficientemente cautelativi, i parametri geotecnici nel seguito riportati:

### *Strato 1 - riporti e terreni di natura eluvio-colluviale rimaneggiati o mobilizzati*

Peso di volume	$\gamma$	=	18,0	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito efficace (condizioni drenate)	$\phi^c$	=	24° - 26°	
Coesione efficace (condizioni drenate)	$c'$	=	0,0	kPa
Coesione non drenata (condizioni non drenate)	$c_u$	=	15,0 - 20,0	kPa
	$N_{spt}$	=	2 - 3	

### *Strato 2 - litotipi arenaceo-marnosi alterati*

Peso di volume	$\gamma$	=	20,0	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito efficace (condizioni drenate)	$\phi^c$	=	30° - 32°	
Coesione efficace (condizioni drenate)	$c'$	=	10,0 - 20,0	kPa
Coesione non drenata (condizioni non drenate)	$c_u$	=	80,0 - 90,0	kPa
	$N_{spt}$	=	28 - 30	

### *Strato 3 - litotipi arenaceo-marnosi relativamente integri*

Peso di volume	$\gamma$	=	20,0 - 21,0	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito efficace (condizioni drenate)	$\phi^c$	=	32° - 34°	
Coesione efficace (condizioni drenate)	$c'$	=	20,0 - 30,0	kPa
Coesione non drenata (condizioni non drenate)	$c_u$	=	> 90,0	kPa
	$N_{spt}$	=	> 45	

Considerando la natura e le caratteristiche dei litotipi arenaceo-marnosi costituenti il “cappellaccio” di alterazione ed il substrato geologico relativamente integro e la presenza di discontinuità correlate alle superfici di strato, in

assenza di ulteriori determinazioni dirette, si ritiene sufficientemente cautelativa l'attribuzione di parametri geotecnici, disponibili in letteratura tecnica, ricavati per litotipi ben assimilabili a quelli in esame, per mezzo di prove di taglio e prove triassiali, con direzione di applicazione degli sforzi principali parallele a dette superfici di strato (valori minori dei parametri geotecnici), e di prove di compressione monoassiali.

Al fine dell'esecuzione delle verifiche di carattere geotecnico dei manufatti in previsione e di quelle globali delle scarpate in condizioni "post operam", in via del tutto cautelativa, si è ritenuto opportuno assimilare le caratteristiche dei litotipi arenaceo-marnosi costituenti il "cappellaccio" di alterazione ed il substrato geologico relativamente integro, a quelle di terreni dotati di discrete e buone peculiarità geotecniche.

### ***5.3 Regime delle Pressioni Interstiziali nei Terreni.***

L'assetto stratigrafico dei luoghi non è favorevole alla presenza di una falda acquifera superficiale, arealmente o stagionalmente persistente. Per le aree in esame, la presenza di non trascurabile quantità idriche entro le porzioni più superficiali delle coltri detritiche è direttamente correlabile agli apporti meteorici, alla presenza di depressioni o terrazzamenti della locale morfologia (che consentono il ristagno superficiale e l'infiltrazione delle acque di corrivazione), ed alla ridotta capacità drenante dei terreni superficiali e del substrato geologico, che non permettono il rapido smaltimento delle acque di infiltrazione verso gli strati più profondi.

Assumendo adeguate condizioni di efficienza dei sistemi di drenaggio delle acque di infiltrazione, la cui realizzazione è stata considerata per l'elevazione delle opere di contenimento in previsione, al fine dell'esecuzione delle verifiche di carattere geotecnico, si è quindi ritenuto opportuno non considerare condizioni di risalita della superficie di saturazione interferenti con i manufatti in previsione detta opera.

### ***5.4 Risultanze delle Verifiche Geotecniche Eseguite***

Le fasi di dimensionamento e le verifiche di sicurezza e delle prestazioni, per l'opera di contenimento in previsione, sono state eseguite con l'ausilio del programma di calcolo DOLMEN WIN 2019

Per quanto desumibile dalle verifiche di carattere geotecnico eseguite, in allegato riportate nelle loro parti più significative (cfr. "Doc. 4 - Relazioni di Calcolo"), è possibile evidenziare come, per le opere di contenimento in previsione, i fattori di sicurezza calcolati (in relazione ai carichi insistenti sui micropali di fondazione, allo scorrimento al piede o al ribaltamento del manufatto ed alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno) siano sempre caratterizzati da valori superiori all'unità ( $F_s > 1,0$ ). A partire dalle cautelative condizioni al contorno e dalle conservative assunzioni di progetto, adottate per le verifiche eseguite, detti valori dei fattori di sicurezza sono da ritenersi correlabili ad adeguate condizioni di stabilità delle opere in previsione, anche considerando le inevitabili incertezze attribuibili sia alla determinazione delle sollecitazioni di progetto, sia all'individuazione di parametri geotecnici mediamente rappresentativi per terreni e litotipi, sia per le condizioni al contorno di verifica.

## **6.0 RELAZIONE SULLE STRUTTURE.**

Nella presente “*Relazione sulle Strutture*” vengono sinteticamente descritte le risultanze delle fasi sia di modellazione e dimensionamento strutturale, sia di verifica della sicurezza e delle prestazioni, nel dettaglio riportate nel “*Doc.4 - Relazioni di Calcolo*”, prodotto in allegato al presente Documento, eseguite per le sezioni tipo dei manufatti in previsione, costituenti muri di contenimento a “mensola” in c.a. dotati di micropali in fondazione. Si evidenzia che le verifiche di carattere geotecnico e strutturale sono state eseguite, in via conservativa, senza considerare l’aliquota delle azioni di progetto trasferite ai terreni di fondazione dalla struttura di collegamento tra i micropali in previsione.

### **6.1 Caratteristiche Tipologiche e Dimensionali delle Strutture in Previsione.**

Per la descrizione delle caratteristiche tipologiche e dimensionali delle strutture in previsione, si rimanda a quanto riportato al § “3.2 - *Strutture ed Opere di Contenimento in Previsione*” e negli elaborati grafici in allegato (cfr. Tav. 1, Tav.2 e Tav.3).

### **6.2 Normativa Tecnica di Riferimento.**

Il dimensionamento e le verifiche delle strutture in previsione sono stati eseguiti secondo i criteri della “*Scienza delle Costruzioni*” ed in conformità con le norme ad oggi vigenti, rappresentate da:

- L. n. 1086 del 5/11/1971- "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Circ. 14/02/1974 del Min. dei LL.PP. - "Istruzioni per l'applicazione della Legge 05/11/1971, n. 1086".
- Circ. Min. LL.PP. 30/10/1986 -"Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche”
- D.M. 14/02/1990 - "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. 14/02/1992 - "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture le strutture metalliche".
- Circ. 24/06/1993, n. 37406/STC - "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al decreto ministeriale 14/02/1992".
- D.M. 09.01.1996 - “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. 16.01.1996 - “Norme tecniche relative ai Criteri per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi”.
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 - “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”
- D.M. 14 gennaio 2008 - “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circ. esplicativa 617/2009 - “Istruzioni per le applicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”.
- D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

### **6.3 Caratteristiche dei Materiali.**

Le verifiche delle strutture in previsione sono state eseguite considerando le seguenti caratteristiche dei materiali (calcestruzzo ed acciaio):

- calcestruzzo a prestazione garantita di Classe di Resistenza a Compressione minima C 25/30 per strutture di fondazione plinti, cordoli, pali, travi rovesce, paratie, platee e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi, classe di esposizione ambientale XC2, classe di consistenza al getto S4 (fluida),  $D_{max}$  aggregati 32 mm, rapporto a/c inferiore a 0,6;
- barre per cemento armato lavorate e disposte in opera secondo gli schemi di esecuzione in acciaio ad aderenza migliorata B450C;
- betoncino speciale ad alta resistenza, per micropali e lavori di consolidamento in generale, a prestazione meccanica garantita di 30 N/mm<sup>2</sup> a 28 giorni, contenuto di cemento Portland di classe 42,5, superiore a 450 Kg per m<sup>3</sup> di betoncino, classe di consistenza al getto S5 (superfluida), classe di esposizione ambientale XC3,  $D_{max}$  aggregati 3 mm.
- armatura tubolare per micropali in acciaio FE 510 (S355).

Per le ulteriori indicazioni relative ai materiali da utilizzarsi per la realizzazione delle strutture in previsione, si rimanda al “Doc. 3 - Capitolato Speciale di Appalto” ed al “Doc. 4 - Relazioni di Calcolo”, riportati in allegato al presente Documento.

### **6.4 Analisi dei Carichi e Valutazione delle Azioni.**

Per il dettaglio delle analisi dei carichi e della valutazione delle azioni, considerati nelle verifiche di carattere geotecnico e strutturale eseguite per le opere di contenimento in previsione e/o per loro parti significative, si rimanda a quanto riportato nel “Doc.4 - Relazioni di Calcolo”, prodotto in allegato al presente Documento.

In riferimento alle azioni sulle opere di contenimento in previsione, attribuibili al transito veicolare sui terreni costituenti il rilevato stradale, si evidenzia che nelle verifiche eseguite sono stati considerati sovraccarichi stradali nastriformi pari a 20 kN/m<sup>2</sup>.

In riferimento alle azioni sulle opere di contenimento in previsione, attribuibili a collisioni accidentali di automezzi sulle barriere di sicurezza che saranno posizionate alla sommità delle medesime, si evidenzia che, in accordo con la normativa di riferimento, è stata considerata una forza orizzontale equivalente di collisione pari a 100 kN, applicata ad una quota  $h$ , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni  $h_1$ ,  $h_2$ , dove  $h_1$  = (altezza della barriera - 0,10 m) ed  $h_2$  = 1,0 m. Al fine delle verifiche di carattere geotecnico e strutturale, eseguite per le opere di contenimento in previsione, dette azioni sono state ripartite su moduli di struttura aventi lunghezza pari a 10,0 m.

### **6.5 Strumenti e Metodi di Calcolo.**

Le strutture in previsione sono state modellate mediante elaboratore elettronico con l’ausilio di un programma di calcolo, geotecnico e strutturale, agli elementi finiti DOLMEN WIN versione 2019, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN s.r.l., con sede in Torino, Via Drovetti 9/F.

## **6.6 Tabulati di Calcolo.**

Nel “Doc.4 - Relazioni di Calcolo”, prodotto in allegato al presente Documento, vengono riportati i tabulati di calcolo relativi alle principali verifiche di carattere geotecnico e strutturale eseguite per le strutture in previsione.

## **6.7 Risultanze delle Verifiche Geotecniche e Strutturali.**

In considerazione delle risultanze delle verifiche di carattere geotecnico e strutturale, eseguite per le opere in previsione e/o per loro parti significative, riportate in allegato al presente Documento, si può concludere che le strutture, così come progettate, soddisfano i requisiti richiesti dalla Normativa Tecnica di riferimento.

Tutte le parti sottoposte a verifica, sia per quanto concerne i sistemi di fondazione che per le sezioni in elevazione, risultano verificate sia in termini di resistenza limite dei materiali, sia in termini di cedimenti, sia per quanto riguarda le deformazioni e gli spostamenti ammissibili.

Per quanto desumibile dalle verifiche di carattere strutturale eseguite, riportate nelle loro parti più significative nel “Doc.4 - Relazione di Calcolo” prodotto in allegato al presente Documento, è possibile osservare che:

- per le opere di contenimento in c.a., le verifiche eseguite, lato cls. e lato acciaio, risultano ampiamente soddisfatte utilizzando i materiali e le geometrie considerate, per una maglia di armatura principale costituita, in fondazione ed elevazione, da n°1+1 Ø14/20 cm, e da una armatura secondaria di ripartizione in elevazione costituita da n°1+1 Ø12/20 cm;
- per i sistemi indiretti di fondazione e ancoraggio, costituiti da micropali ad armatura tubolare in acciaio, le verifiche eseguite risultano ampiamente soddisfatte in funzione delle caratteristiche geometriche e dei materiali considerati.

In corrispondenza delle testate delle opere di contenimento in c.a., è previsto il posizionamento di armatura integrativa funzionale alla installazione delle barriere di sicurezza.

## **6.8 Stabilità in Presenza di Eventi Accidentali.**

In funzione delle caratteristiche realizzative considerate, le strutture in previsione sono in grado di assorbire l'azione accidentale derivante da eccentricità non intenzionali relative a difetti esecutivi (difetto di planarità, verticalità, sovrapposizione, omogeneità meccanica) delle opere verticali, purché contenute nell'ambito di entità ordinarie.

Le strutture in previsione risultano inoltre verificate nei confronti azioni attribuibili a collisioni accidentali di automezzi sulle barriere di sicurezza che saranno posizionate alla sommità delle medesime.

## **7.0 PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA.**

Nel seguito, si riportano i contenuti minimi che dovranno essere indicati nel Piano di Sicurezza e Coordinamento che, qualora prescritto, verrà predisposto preliminarmente alla fase attuativa delle previsioni di progetto, conformemente al Decreto Legislativo 3 agosto 2009 n. 106 “*Disposizioni integrative e correttive del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro*” e in conformità con l’art. 17 comma 2 del D.P.R. 207/2010.

### **7.1 Caratteristiche del Piano di Sicurezza e Coordinamento.**

Il P.S.C. sarà specifico per il cantiere, di concreta fattibilità, e coerente con le scelte progettuali. Il P.S.C. sarà redatto in un linguaggio facilmente comprensibile sia dai tecnici delle imprese che dai lavoratori ed utilizzabile ai fini dell’informazione dei lavoratori e della consultazione dei loro rappresentanti per la sicurezza, nonché per integrare, ove necessario, la formazione dei lavoratori addetti all’esecuzione dell’intervento di cui trattasi.

### **7.2 Contenuti Minimi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.**

Il P.S.C. dovrà sviluppare alcuni elementi minimi che vengono di seguito brevemente descritti.

1. L’identificazione e la descrizione dell’intervento.
2. L’indirizzo di cantiere. Verranno individuati e analizzati, ai fini della cantierizzazione, i luoghi ed i punti di deposito delle forniture (micropali, tiranti, acciaio per armature, eventuale pietrame per rivestimenti) e del piazzamento dei mezzi d’opera (trivella, compressore, pompe e autobotti per il getto del calcestruzzo). Il P.S.C. sarà corredato da tavole esplicative di progetto, relative agli aspetti della sicurezza, comprendenti planimetrie ed una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche del terreno.
3. L’identificazione dei soggetti con compiti di sicurezza. Sarà esplicitata con l’indicazione dei nominativi dell’eventuale responsabile dei lavori, del Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e, qualora già nominato, del Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione. Il Coordinatore per l’esecuzione integrerà il P.S.C., prima dell’inizio dei lavori, indicando i nominativi del datore di lavoro dell’impresa esecutrice, dei datori di lavoro delle imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi. Il Coordinatore per l’esecuzione verificherà che nei POS redatti dalle singole imprese esecutrici siano indicati i nominativi del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza, aziendale o territoriale, ove designato, del Responsabile del servizio di prevenzione e protezione, del medico competente ove previsto e degli addetti al pronto soccorso ed alla gestione delle emergenze in riferimento al cantiere in oggetto.
4. La valutazione dei rischi. Fondamentale ai fini della sicurezza è l’individuazione, l’analisi e la valutazione dei rischi, in riferimento all’area e all’organizzazione del cantiere, alle lavorazioni ed alle loro interferenze, con particolare attenzione alla movimentazione dei materiali ed alla acclività del terreno. Le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive saranno valutate con riferimento all’area di cantiere coinvolta. Nel caso specifico l’individuazione, l’analisi e la valutazione dei rischi in riferimento alle diverse aree di cantiere saranno esplicitate con l’analisi degli elementi essenziali, in riferimento:

- alle caratteristiche dell'area di cantiere ove si eseguiranno gli scavi, demolizioni ed alla stabilità del terreno ove saranno collocate trivelle, compressori e dove transiteranno i mezzi d'opera quali autobetoniere e le autogru che effettueranno carico/scarico degli elementi di costruzione;
- all'eventuale presenza di fattori esterni che comportano rischi per il cantiere, quali la presenza di viabilità interferente se si utilizzeranno aree stoccaggio lungo la strada comunale;
- agli eventuali rischi che le lavorazioni di cantiere possono comportare per l'area circostante durante la movimentazione dei mezzi d'opera o il varo dei manufatti.

Per ogni elemento dell'analisi di cui ai punti precedenti andranno indicate:

- a) le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi di lavoro; ove necessario, vanno prodotte tavole e disegni tecnici esplicativi quali gli eventuali schemi di montaggio;
  - b) le misure di coordinamento atte a realizzare gli interventi in sicurezza.
5. L'organizzazione del cantiere. In riferimento all'organizzazione del cantiere il P.S.C. deve contenere, in relazione alla tipologia del cantiere (manufatti puntuali o percorsi a rete), l'individuazione e l'analisi dei seguenti elementi:
- la recinzione o delimitazione del cantiere, con accessi e segnalazioni;
  - i servizi igienico-assistenziali;
  - la viabilità principale del cantiere e l'eventuale modalità d'accesso dei mezzi di fornitura dei materiali e l'interferenza con la viabilità pubblica;
  - la dislocazione degli impianti fissi di cantiere e scarico;
  - le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio, materiali e dei rifiuti;
  - le eventuali zone di deposito materiali con pericolo d'incendio o di esplosione.

Per ogni elemento dell'analisi andranno indicate:

- a) le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi di lavoro; ove necessario, vanno prodotte tavole e disegni tecnici esplicativi;
  - b) le misure di coordinamento atte a realizzare quanto esposto nel precedente punto.
6. Le lavorazioni. L'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi in riferimento alle lavorazioni in cantiere sono esplicitate suddividendo le singole lavorazioni in fasi di lavoro e, quando l'opera lo richieda, in sottofasi di lavoro. Il Coordinatore per la progettazione effettua l'analisi di tutti i possibili rischi e di ogni fase e sottofase di lavoro, con particolare attenzione:
- al rischio di seppellimento in fase di esecuzione delle opere di sbancamento; a tal proposito si segnala fin d'ora la presenza di una scarpata, oggetto di intervento con manifesti movimenti della coltre superficiale;
  - al rischio di urti in fase di movimentazione elementi prefabbricati;
  - al rischio di caduta dall'alto di persone o materiali durante la realizzazione degli interventi;
  - al rischio d'investimento da veicoli circolanti nell'area di cantiere in particolare con viabilità in adiacenza alle aree di cantiere;
  - al rischio di elettrocuzione in caso di lavorazioni in adiacenza a linee elettriche sotterranee o aeree;

- al rischio di esplosione dovuto ad accidentali rotture di condotte del gas interferenti con i lavori, a tal proposito si segnala fin d'ora la presenza di condotte del gas in banchina, almeno per i settori di intervento compresi tra la Sez.0 e la Sez. 1 (cfr. Tav.1);
- al rischio di rumore in funzione dei mezzi d'opera utilizzati per perforazioni, scavi e rinterri;
- agli sbalzi eccessivi di temperatura durante il lavoro.

Dovranno inoltre essere indicate, le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive richieste per eliminare o ridurre al minimo i rischi di lavoro; dovranno essere prodotte tavole e disegni tecnici esplicativi e le misure di coordinamento atte a realizzare quanto esposto nel precedente punto.

7. Le interferenze tra le lavorazioni. L'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi in riferimento alle interferenze tra le lavorazioni saranno esplicitate con la predisposizione del cronoprogramma delle operazioni e l'analisi delle loro interferenze. Il Coordinatore per la progettazione indicherà nel P.S.C. le misure preventive e protettive atte ad eliminare o ridurre al minimo i rischi d'interferenza; nel caso in cui permarranno i rischi d'interferenza rilevanti, indicherà le prescrizioni operative per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti e la modalità di verifica del rispetto di tali prescrizioni. Durante i periodi di maggiore rischio dovuto ad interferenze di lavoro, il Coordinatore per l'esecuzione verificherà periodicamente, in collaborazione con le imprese esecutrici ed i lavoratori autonomi interessati, la compatibilità della relativa parte del P.S.C. con l'andamento dei lavori, aggiornando il piano ed in particolare il cronoprogramma dei lavori, se necessario. Nel P.S.C. dovranno essere definite, suddividendo le lavorazioni in fasi, eventuali contemporaneità nell'esecuzione, potenzialmente pericolose, adattando di conseguenza le scelte progettuali ad una diminuzione dei rischi inducibili nelle diverse fasi. Infine, verranno considerate tutte quelle interferenze con l'ambiente esterno tali da indurre o ricevere rischi all'esterno o dall'esterno del cantiere, privilegiando, quelle forme d'intervento che considerassero un abbassamento dei livelli di rischio presente.

Dovranno essere definite, suddividendo le lavorazioni in fasi, eventuali contemporaneità nell'esecuzione, potenzialmente pericolose, adattando di conseguenza le scelte progettuali ad una diminuzione dei rischi inducibili nelle diverse fasi. Infine, dovranno essere considerate, tutte quelle interferenze con l'ambiente esterno tali da indurre o ricevere rischi all'esterno o dall'esterno del cantiere, privilegiando, quelle forme d'intervento che considerino un abbassamento dei livelli di rischio presente. Particolare attenzione verrà posta alle interferenze con la viabilità, alla segnaletica stradale e di sicurezza da prevedere per le lavorazioni in affiancamento alle sedi viabili. Atteso quanto in precedenza riportato, a livello di proposta metodologica, si propone di adottare nella stesura del P.S.C. la successiva procedura di analisi che nei contenuti considera le necessità espresse.

### *7.2.1 Progettazione e Organizzazione del Cantiere.*

La strada comunale di accesso al cantiere è di sezione ristretta, acclive e tortuosa, pertanto si renderà necessaria una verifica preliminare da parte dei conducenti di autocarri, atti a valutare la compatibilità dei mezzi e del carico trasportato con le caratteristiche intrinseche ed estrinseche di detta strada.

Per quanto riguarda gli impianti tecnologici (linee telefoniche, linee elettriche, gasdotti, acquedotti etc), in prossimità della sede viabile della S.C. della Maggiore, in corrispondenza delle aree direttamente interessate dalle

previsioni di progetto, ad oggi è stata segnalata la presenza di reti interrato di sottoservizi, e risultano visibili reti aeree potenzialmente interferenti con le fasi attuative di dette previsioni.

Si evidenzia che, in corrispondenza o in significativa prossimità dei settori della S.C. della Maggiore interessati dall'attuazione delle previsioni di progetto, ad oggi, risultano visibili o sono state segnalate infrastrutture a rete aeree ed interrato di adduzione e distribuzione. In particolare, in merito alle infrastrutture a rete interrato, potenzialmente soggette ad interferenze durante l'attuazione delle previsioni di progetto, è stata segnalata (cfr. Tav.1) la presenza di:

- rete idrica di distribuzione;
- rete di distribuzione metano;
- canalette grigliate e condotte interrato per regimazione acque ruscellanti.

Preliminarmente e/o contestualmente all'attuazione delle previsioni di progetto, si dovrà provvedere alla ricerca, con verifica diretta e materializzazione in sito e/o alla messa in sicurezza delle reti sotterranee presenti in corrispondenza delle aree interessate da dette previsioni.

Considerando quindi la possibilità di presenza di reti interrato di adduzione e distribuzione non adeguatamente materializzabili dagli Enti gestori, non segnalate, non dotate di pozzetti di ispezione e derivazione visibili, o abbandonate, in fase attuativa delle previsioni di progetto, è stata prevista la verifica diretta (tramite pozzetti e trincee esplorative) e/o indiretta (tramite indagini geofisiche), di presenza e sviluppi di dette reti, al fine di permettere adeguate valutazioni delle potenziali interferenze.

A soddisfacimento di tale necessità, al fine della definizione degli impegni economici di progetto, nelle voci di spesa di riferimento (cfr. "Doc.1 - Elenco Prezzi") e nella valutazione economica dei lavori (cfr. "Doc.2 - Computo Metrico Estimativo"), sono state considerate lavorazioni specificamente dedicate alla ricerca di reti interrato di adduzione e distribuzione, tramite scavi in trincea, funzionali al loro rilevamento, tracciamento e materializzazione.

Lungo il tracciato delle strade comunali di accesso alle aree di intervento, sono inoltre visibili linee aeree elettriche o telefoniche sia parallele all'asse stradale che in attraversamento delle sedi viabili; preventivamente alla fase attuativa degli interventi in previsione, si renderà quindi necessaria l'esecuzione di sopralluoghi con addetti e conducenti dei mezzi d'opera al fine della valutazione della compatibilità tra le quote raggiungibili da detti mezzi e le linee aeree potenzialmente interferenti.

Vista la ridotta ampiezza delle sedi stradali e la tipologia dei lavori di messa in sicurezza, si renderà necessario prevedere la chiusura al transito veicolare. Al fine di impedire ritardi di accesso o soccorso agli abitanti delle case poste oltre al cantiere, con particolare riferimento ad ambulanze o pubblica sicurezza, si dovrà, prima dell'inizio lavori, comunicare al comando dei vigili urbani di Acqui Terme detta temporanea interruzione, al fine di darne piena divulgazione, anche se già preceduta da opportuna ordinanza comunale.

Saranno pertanto apposte opportune barriere all'inizio e alla fine del cantiere ed agli incroci di accesso e cartelli di avviso di interruzione in corrispondenza di tutti gli accessi della strada comunale e relativa ordinanza, dovranno essere valutate le modalità di accesso ai fabbricati di abitazione descritti alla particella n°565; i residenti non dovranno comunque in alcun modo transitare all'interno del cantiere per tutta la sua durata.

È previsto che le aree per l'accantonamento temporaneo dei terreni derivanti da interventi di scavo e per lo stoccaggio dei materiali di impiego corrispondano al limite di monte delle sezioni residue della sede viabile della S.C della Maggiore in modo che non vengano a verificarsi interferenze con le lavorazioni.

### *6.2.2 Programma di Massima dei Lavori*

Nel seguito si individuano le seguenti lavorazioni che dovranno essere dettagliatamente strutturate ai fini della specifica valutazione dei rischi e definizione puntuale delle prescrizioni operative di sicurezza:

- allestimento del cantiere, rimozione copertura vegetale
- demolizioni, scavi conferimenti a discarica ed accantonamenti materiali;
- trivellazioni e predisposizione micropali;
- carpenterie - lavorazione e posa in opera armature;
- getto del cls e disarmo;
- predisposizione e ripristini sistemi di regimazione e drenaggio delle acque;
- scavi, rinterrati e riprofilature terreni;
- ripristini rilevati stradali e sedi viabili
- posizionamento barriere stradali di sicurezza;
- smobilizzo del cantiere.

### *6.2.3 Lavorazioni Oggetto di Specifiche*

Nel seguito, vengono evidenziate le lavorazioni, individuate in fase di progettazione, che potrebbero comportare rischi particolari o che, in ogni caso, dovranno essere oggetto di cautele ed attenzioni (lavorazioni interferenti).

- ***Scavi e rinterrati***

Verificare le postazioni, verificare sottoservizi, verificare la stabilità dei terreni che ospiteranno sonde per perforazione e compressori.

- ***Trivellazioni e predisposizione micropali***

Verificare le postazioni, verificare sottoservizi, verificare la stabilità dei terreni che ospiteranno sonde per perforazione e compressori.

**In riferimento alle misure finalizzate alla sicurezza relative agli interventi in previsione, la discriminante principale è correlata alla chiusura al transito delle sezioni stradali di interesse durante l'attuazione delle previsioni di progetto, con conseguente necessità di predisporre o di usufruire di una viabilità alternativa.**

Considerando, durante l'attuazione delle previsioni di progetto, la necessità di chiusura al transito delle sezioni stradali di interesse le operazioni principali possono essere schematizzate in:

- allestimento cantiere;
- posizionamento di parapetti provvisori in prossimità delle scarpate;

***Messa in Sicurezza Strada Comunale della Maggiore Mediante Realizzazione di Opera di Sostegno di Sottoscarpa ed Interventi di Regimazione delle Acque***

- posa di recinzioni a chiusura parziale dell'accesso trasversalmente alla carreggiata e installazione di idonea cartellonistica di avviso e relative ordinanze comunali;
- attuazione previsioni di progetto;
- smantellamento cantiere.

Nel “*Computo Metrico Estimativo*” (cfr. “*Doc.2 - Computo Metrico Estimativo*”), e quindi nel correlato “*Quadro Economico di Spesa*” nel seguito riportato, si è provveduto ad eseguire la valutazione degli oneri della sicurezza, integrati con le misure di sicurezza connesse con l'emergenza sanitaria COVID-19.

## **8.0 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.**

Al fine dell'attuazione delle previsioni di progetto, si è proceduto ad una specifica pianificazione delle attività sintetizzata nel cronoprogramma dei lavori, articolato in fasi correlate e conseguenti, nel seguito riportate; le fasi delle lavorazioni indicate dovranno essere preferenzialmente consequenziali e mai contemporanee.

<b>Fase di lavoro n.</b>	<b>DESCRIZIONE INTERVENTO</b>	<b>Giorni Impegnati</b>
<b>1</b>	ALLESTIMENTO DEL CANTIERE E RIMOZIONI COPERTURE VEGETALI	2
<b>2</b>	DEMOLIZIONI, SCAVI, CONFERIMENTI A DISCARICA E ACCANTONAMENTI	4
<b>2</b>	TRIVELLAZIONI E PREDISPOSIZIONE DI MICROPALI	15
<b>3</b>	CARPENTERIE - LAVORAZIONE E POSA IN OPERA ARMATURE	10
<b>5</b>	GETTO DEL CLS. E DISARMO	15
<b>6</b>	PREDISPOSIZIONE E RIPRISTINI REGIMAZIONI E DRENAGGIO ACQUE	2
<b>7</b>	SCAVI, REINTERRI E RIPROFILATURE DEL TERRENO	3
<b>8</b>	RIPRISTINI RILEVATI STRADALI E SEDI VIABILI, INSTALLAZIONE BARRIERE	7
<b>9</b>	SMOBILIZZO DEL CANTIERE	2
<b><i>Totale giorni lavorativi previsti</i></b>		<b><i>60</i></b>

I tempi indicati nel cronoprogramma si riferiscono a lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche favorevoli.

## 9.0 QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Le voci di spesa riportate nello “Elenco Prezzi Unitari” (cfr. “Doc.1 - Elenco Prezzi Unitari”) e nel “Computo Metrico Estimativo” (cfr. “Doc.2 - Computo Metrico Estimativo”), relative alle lavorazioni necessarie all’attuazione delle previsioni di progetto sono state riferite ai “Prezzi di Riferimento per Opere e Lavori Pubblici nella Regione Piemonte”, aggiornati all’anno 2020. Gli importi complessivi relativi a lavorazioni e somme a disposizione dell’Amministrazione, per gli interventi in previsione, sono riportati nel seguente “Quadro Economico di Spesa”.

<b>A)</b>	<b>IMPORTO LAVORI</b>	<b>€ 62 155.49</b>
a1)	di cui per importi soggetti a ribasso d'asta	€ 60 176.76
a2)	di cui per oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	€ 1 978.73
	<b>Sommano</b>	<b>€ 62 155.49</b>
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	<b>€ 27 844.51</b>
b1)	di cui per accertamenti geognostici e geotecnici, rilievi topografici, compresa IVA ed eventuali oneri accessori	€ 1 664.00
b2)	di cui per somme a disposizione dell'Amministrazione per imprevisti e ripristini e sistemazione finale di luoghi e manufatti comprensivi di I.V.A. ed oneri accessori	€ 927.48
b3)	di cui per lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto	€ -
b4)	di cui per procedimenti espropriativi.	€ -
b5)	di cui per spese tecniche per progettazione, direzione lavori, contabilità, adempimenti di cui al Dlg.s 81/2008 (12% su voce A)	€ 7 458.66
b6)	di cui per collaudi tecnici	€ 932.33
b7)	di cui per casse Previdenziali su spese tecniche (4,0% su voce b5 + 4% su voce b6)	€ 335.64
b8)	di cui per I.V.A.	
	I.V.A. sui lavori (22,0% su voce A)	€ 13 674.21
	I.V.A. su spese tecniche e Casse Previdenziali (22,0 % su voce b5 + voce b6+voce b7)	€ 1 919.86
b9)	di cui per oneri per validazione progetto, oneri RUP e costi stazione appaltante (1,5% su voce A)	€ 932.33
b10)	di cui per arrotondamenti	€ -
	<b>Sommano</b>	<b>€ 27 844.51</b>
	<b>Importo Complessivo Intervento (Voci A+B)</b>	<b>€ 90 000.00</b>

## **10.0 ELABORATI GRAFICI ED ALLEGATI.**

Al fine della predisposizione degli elaborati grafici del “*Progetto Definitivo ed Esecutivo*”, sono stati utilizzati dati planimetrici ed altimetrici derivanti da rilievi di dettaglio, eseguiti per sezioni rappresentative di aree e manufatti direttamente interessati dagli interventi in previsione.

Per le presenti fasi di “*Progetto Definitivo ed Esecutivo*” sono stati predisposti i seguenti “*Elaborati Grafici*” di progetto:

- Tav. 1A - Rilievo Planoaltimetrico - Planimetria Stato Attuale.
- Tav. 1B - Rilievo Planoaltimetrico - Planimetria Stato di Progetto.
- Tav. 2A - Sezioni Tipo - Stato Attuale.
- Tav. 2B - Sezioni Tipo - Stato di Progetto.
- Tav. 3A - Progetto delle Strutture - “Manufatto A”
- Tav. 3B - Progetto delle Strutture - “Manufatto B” e Sezioni Tipo “Manufatto A” ed Armature.

A completamento di quanto riportato nella “*Relazione Generale*”, nelle “*Relazioni Specialistiche*” e nei relativi “*Elaborati di Progetto*”, sono stati prodotti i seguenti “*Documenti in Allegato*”:

- Doc. 1 - Elenco Prezzi Unitari.
- Doc. 2 - Computo Metrico Estimativo
- Doc. 3 - Capitolato Speciale di Appalto.
- Doc. 4 - Relazione di Calcolo.
- Doc. 5 - Piano di Manutenzione dell’Opera.

I “*Documenti in Allegato*” costituiscono parte integrante del “*Progetto Definitivo ed Esecutivo*” relativo alla “*Messa in Sicurezza Strada Comunale della Maggiore Mediante Realizzazione di Opere di Sostegno Sottoscarpa e Regimazione Acque*”.

Acqui Terme, 27.11.2020

Dott. Giovanni Marco BOSETTI

Ordine Regionale Geologi del Piemonte - pos. n. A-262  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Alessandria - pos. n. B-29