



6924 Sorengo
Via alla Campagna 4
Tel. 091 967 62 67
Fax 091 967 62 47
E-mail: lgs@glm-lgs.ch
www.glm-lgs.ch
CHE-106.477.364 IVA

E3082 Santuario Madonna del Sasso – Orselina

Consolidamento parete rocciosa sud

Progetto d'Appalto (PApp)

1. Relazione Tecnica



Incarto: A1929/2022
File: A1929-REL-04_RT.doc
Leoni Gysi Sartori SA
Reg. no. 90187

Sorengo, febbraio 2023

Sommario

0. PREMESSA	3
1. SITUAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA	4
1.1 SITUAZIONE GEOLOGICA GENERALE	4
1.2 SITUAZIONE GEOLOGICA LOCALE.....	4
2. DESCRIZIONE OPERE ESISTENTI DI CONSOLIDAMENTO DELLA PARETE ROCCIOSA.....	4
2.1 DESCRIZIONE DELLE DIVERSE OPERE ESISTENTI.....	4
2.1.1 Ancoraggi attivi.....	5
2.1.2 Ancoraggi passivi.....	6
2.1.3 Drenaggi	6
3. BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE	6
3.1 ELEMENTI DI CONSOLIDAMENTO ALLA BASE DEL PONTEGGIO.....	6
3.2 ELEMENTI DI CONSOLIDAMENTO SUPERFICIALE.....	7
3.3 ANCORAGGI DI CONSOLIDAMENTO PROFONDO	7
3.4 DRENAGGI.....	7
4. ELEMENTI COSTRUTTIVI DI CONSOLIDAMENTO.....	8
4.1 CONSOLIDAMENTI ALLA BASE DEL PIANO D'APPOGGIO DEL PONTEGGIO	8
4.1.1 Micropali subverticali.....	8
4.1.2 Micropali suborizzontali di consolidamento (spinotti).....	8
4.1.3 Ancoraggi suborizzontali di consolidamento	9
4.1.3.1 Specifiche	9
4.1.3.2 Prove di resistenza sugli ancoraggi.....	9
4.1.3.2.1 Prove a strappo su ancoraggi passivi suborizzontali di consolidamento	9
4.1.3.2.2 Prove di tesatura su ancoraggi passivi suborizzontali di consolidamento.....	10
4.2 CONSOLIDAMENTI ZONA SUPERIORE PONTEGGIO	10
4.2.1 Micropali di consolidamento con inclinazione 60°.....	10
4.2.2 Ancoraggi di consolidamento suborizzontali	11
4.2.2.1 Specifiche	11
4.2.2.2 Verifiche di tenuta (prove di qualità)	11
4.3 CONSOLIDAMENTI PROFONDI CON ANCORAGGI ATTIVI	12
4.3.1 Caratteristiche tecniche	12
4.3.1.1 Ancoraggi attivi.....	12
4.3.1.2 Prismi in calcestruzzo di ripresa dei carichi	12
4.3.2 Controlli di qualità.....	12
4.3.2.1 Prove a strappo.....	12

4.3.2.2	Prove di tesatura	13
4.3.2.3	Verifiche dell'integrità elettrica.....	13
4.3.2.4	Prove sul calcestruzzo.....	13
5.	ASPETTI PARTICOLARI RELATIVI AL PROGETTO	14
5.1	ASPETTI LOGISTICI GENERALI.....	14
5.1.1	<i>Area installazioni.....</i>	<i>14</i>
5.1.2	<i>Trasporti</i>	<i>14</i>
5.1.3	<i>Mezzi di sollevamento</i>	<i>15</i>
5.2	PONTEGGI PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE.....	15
5.3	CONCETTO DI VERIFICA E MONITORAGGIO IN FASE DI CANTIERE.....	16
5.4	GESTIONE DEGLI ASPETTI LEGATI ALLA SICUREZZA	16
6.	SEQUENZA DELLE LAVORAZIONI, ANALISI DEI RISCHI, TEMPISTICHE ESECUTIVE	18
6.1	SEQUENZA DELLE LAVORAZIONI	18
6.1.1	<i>Attività preparatorie e finali.....</i>	<i>18</i>
6.1.2	<i>Variante di procedura esecutiva no. 1 – Ponteggio su tutta la zona d'intervento.....</i>	<i>19</i>
6.1.3	<i>Variante di procedura esecutiva no. 2 – Lavorazioni con ponteggio parziale e/o piattaforme di lavoro mobili / funzionali</i>	<i>20</i>
6.2	ANALISI DEI RISCHI.....	20
6.2.1	<i>Misure organizzative generali volte alla riduzione dei rischi operativi.....</i>	<i>20</i>
6.2.2	<i>Rischi particolari e misure di protezione</i>	<i>21</i>
6.3	TEMPISTICHE ESECUTIVE	22

0. Premessa

Nel 1977, nella parete rocciosa sottostante il Convento e il Santuario della Madonna del Sasso in località Orselina, si sono verificati due distacchi distinti di porzioni di roccia. Le ragioni di tali crolli, che hanno rappresentato gli ultimi due eventi di una serie di scoscendimenti avvenuti in precedenza con frequenza regolare ogni 20-30 anni, sono stati attribuiti all'avanzamento regolare e naturale dei processi disagregatori (peraltro testimoniato anche dalle raffigurazioni e dalle immagini storiche), con elementi peggiorativi/scatenanti consistenti nelle acque circolanti nei giunti dell'ammasso roccioso e nei ripetuti cicli di gelo-disgelo.

A seguito di quanto accaduto, sono state definite ed attuate misure di gestione delle acque e di assicurazione dell'ammasso roccioso, consistenti sia in lavori di manutenzione (taglio vegetazione, chiusura principali fessurazioni presenti) che nella messa in opera di elementi di consolidamento (ancoraggi attivi, ancoraggi passivi, esecuzione di drenaggi).

Le opere di premunizione in oggetto sono state realizzate nel 1978 quali elementi di consolidamento della parete rocciosa sottostante il piazzale del Santuario della Madonna del Sasso e comprendevano, nello specifico, no. 26 ancoraggi permanenti tipo VSL e un numero elevato (> 130 pz) di ancoraggi passivi permanenti.

Dalla messa in funzione (45 anni orsono) è in atto un monitoraggio degli ancoraggi attivi (no. 4 ancoraggi di controllo) e sono stati effettuati, in diverse occasioni, lavori di manutenzione delle teste e di pulizia della parete dalla vegetazione / spurgo leggero in corrispondenza di situazioni puntuali.

Data l'età avanzata degli elementi di consolidamento attivi (prossimi alla durata di vita ammessa), vi è la necessità di pianificarne la sostituzione. Per quanto riguarda gli ancoraggi passivi corti ($L=2\div 4m$), gli stessi mantengono la propria efficacia statica, e saranno affiancati da ancoraggi / micropali passivi complementari.

La rispettabile Sezione della Logistica TI ha incaricato gli scriventi dell'elaborazione del progetto di consolidamento della parete rocciosa in oggetto.

Il presente documento descrive le soluzioni adottate per il consolidamento in esame, e riporta gli estremi del progetto elaborato in modo da contestualizzare i contenuti del modulo d'offerta e facilitarne la comprensione agli offerenti.

1. Situazione geologico-geotecnica

1.1 Situazione geologica generale

Geologicamente la regione di Orselina si trova nella zona radice delle coltri pennidiche e estalpine, la quale si estende da Domodossola oltre le Centovalli, Locarno, Bellinzona fino alla Valtellina. In particolare, si tratta della radice estremamente compressa delle coltre pennidiche e estalpine, le quali ad eccezione delle coltri pennidiche inferiori, hanno perso ogni contatto con i loro fronti.

Petrograficamente si tratta di un complesso di rocce costituito principalmente da gneiss a biotite e a due miche con un'iniezione pegmatitico-aplitica strettamente legata con la roccia fondamentale.

Localmente sono intercalate lenti allungate di anfibolite accompagnate da scisti attinolitici. Le pegmatiti attraversano per lo più in modo discordante le formazioni più antiche senza tuttavia incidere sulle caratteristiche geotecniche e petrografiche della massa rocciosa.

La scistosità dell'ammasso roccioso ha una direzione est-ovest con un'immersione verso nord e inclinazione vicina alla verticale.

1.2 Situazione geologica locale

Nell'ambito dei diversi studi geologici condotti sono state rilevate le orientazioni (direzione d'immersione, inclinazione) delle principali discontinuità presenti. Sono inoltre stati effettuati rilievi fotogrammetrici e geodetici.

Complessivamente sono state riconosciute no. 5 orientazioni principali (no. 3 da verticali a subverticali, no. 2 inclinate).

L'elaborazione dei dati di rilievo ha permesso di definire la condizione dell'ammasso roccioso:

- la parete rocciosa con direzione NO-SE e pendenza ripida verso Sud è costituita da gneiss e anfiboliti assai massicci.
- la scistosità media della roccia ha direzione E-0 e immersione ripida verso N.
- oltre alle strutture determinate dalla scistosità (S=K1) e dalla giacitura del pendio (P) sono state identificate tre famiglie di fratture; una con direzione concordante con la direzione del pendio (K2), due discordanti ad esso (K3 e K4), e poche discontinuità distinte con giacitura diversa.

2. Descrizione opere esistenti di consolidamento della parete rocciosa

2.1 Descrizione delle diverse opere esistenti

Nell'ambito dei lavori di consolidamento della parete rocciosa effettuati alla fine degli anni '70 del secolo scorso sono state realizzate le seguenti opere / svolte le seguenti attività:

- spurgo della parete,

- adattamento della rete di smaltimento delle acque (realizzazione di deviazioni atte a impedire l'infiltrazione diretta di acque meteoriche e provenienti dai servizi igienici nella zona del ciglio della parete rocciosa),
- realizzazione di drenaggi suborizzontali profondi,
- messa in opera di ancoraggi passivi corti ($L=2-4m$) per il consolidamento superficiale,
- messa in opera di ancoraggi pretesi permanenti ($L= 15-20m$; Carico di servizio generalmente pari a $P_{servizio}= 300 kN$), per il miglioramento delle condizioni di stabilità globale della parete rocciosa.

La figura di seguito (tratta dalla documentazione di progetto 1977-'78), riporta la sezione tipo schematica con indicazione dei diversi interventi di consolidamento e di premunizione attuati.

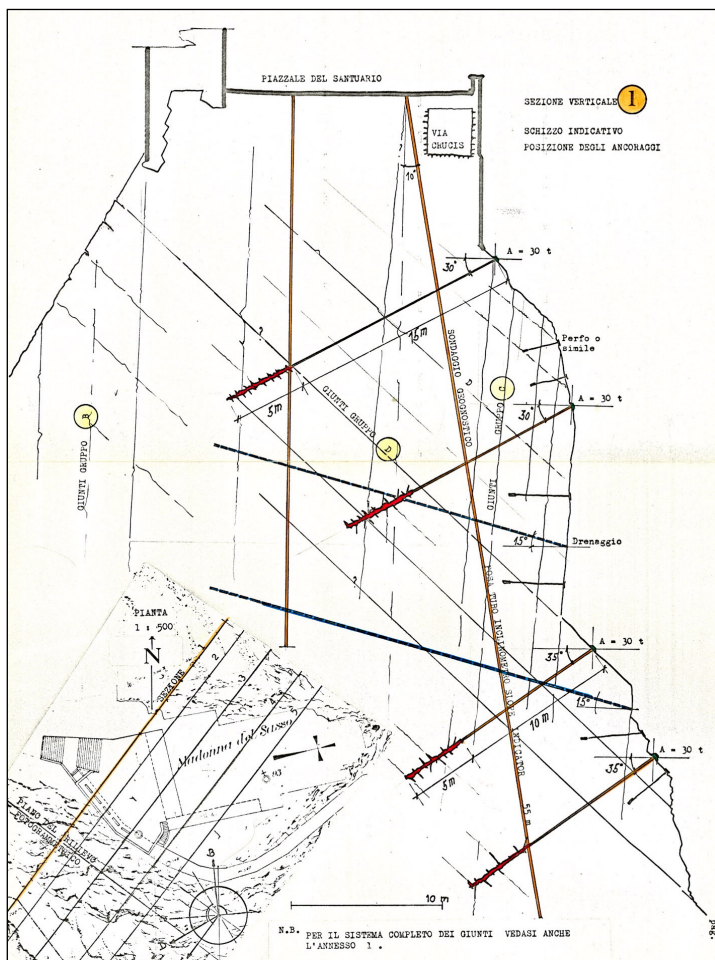


Fig. 1: Sezione tipo con indicazione degli interventi di consolidamento attuati.

2.1.1 Ancoraggi attivi

Nel 1978 sono stati messi in opera 26 ancoraggi attivi permanenti tipo VSL (Classe 6, Testa ER 5-3) muniti di testata controllabile e ritesabile, di lunghezza $15\div 20m$, tali da permettere il consolidamento globale della parete rocciosa.

Tutte le teste degli ancoraggi permanenti attivi sono alloggiare entro un tronco di piramide quadrilatera in calcestruzzo armato e la testata stessa è protetta da un cappellotto metallico zincato e inizialmente intasato con schiume poliuretaniche anticorrosive tipo "Presyn".

No. 4 ancoraggi, situati in corrispondenza di zone significative, sono stati muniti di testate particolari controllabili con dinamometri collegati idraulicamente e elettricamente ad una centralina collocata nel portico sotto il piazzale.

La posizione degli ancoraggi esistenti è riportata nell'allegato B1.1 (Piani di situazione, Documentazione dell'opera esistente – Piani 1977).

2.1.2 Ancoraggi passivi

Per il consolidamento locale superficiale di numerose porzioni di roccia di dimensioni contenute (meccanismi superficiali) sono stati realizzati, in modo distribuito sulla parete rocciosa in oggetto, numerosi (> 130 pz) ancoraggi passivi a barra, di lunghezza variabile tra 2m e 4m. Le testa degli ancoraggi passivi sono costituite da piastre metalliche e bullone a vista.

Gli ancoraggi corti sono ancora parzialmente idonei alla funzione per la quale sono stati realizzati, non si prevedono misure correttive specifiche. È invece prevista l'integrazione di nuovi elementi di consolidamento superficiali (ancoraggi passivi / micropali).

2.1.3 Drenaggi

Nell'ambito dei lavori di consolidamento sono state realizzate perforazioni di drenaggio profonde, con orientamento suborizzontale (leggera inclinazione verso l'alto).

In funzione della situazione che verrà osservata in sito, potrà essere accertata l'effettiva necessità di realizzare ulteriori elementi drenanti.

3. Breve descrizione delle opere previste

I previsti lavori consistono nell'esecuzione di ancoraggi attivi, ancoraggi passivi e micropali. Si prevede di effettuare le perforazioni a rotopercolazione, vista la sensibilità della zona, saranno da adottare misure specifiche per il contenimento della formazione di polvere.

3.1 Elementi di consolidamento alla base del ponteggio

Per la messa in opera degli ancoraggi di consolidamento è stata ipotizzata la realizzazione di una piattaforma di appoggio per tutta la larghezza d'intervento.

Quale misura di consolidamento alla base della zona d'intervento, è stata pianificata la messa in opera di ancoraggi di consolidamento passivi suborizzontali di lunghezza L=10m (ca. 20-25 pz). Tali elementi sono parte integrante del progetto di consolidamento.

Nota:

In caso di realizzazione di un ponteggio, per l'impostazione della base dello stesso si prevede, al fine di poter garantire condizioni di lavoro idonee in fase esecutiva, l'esecuzione di ulteriori micropali subverticali di lunghezza variabile tra 6m e 12m per la ripresa dei carichi verticali del ponteggio (fino a ca. 40 pz). I consolidamenti realizzati permetteranno di formare max. no. 10 punti d'appoggio del ponteggio a distanza indicativa ipotizzata di 6m

l'uno dall'altro (lungo la vista della parete), con possibilità di assumere un carico, in corrispondenza di ciascun appoggio, pari a $N_{Ed}=1200$ kN. Tale valore è stato quantificato a partire da una valutazione del peso proprio della struttura ausiliaria e dei carichi utili che potrebbero essere necessari all'impresa per svolgere le proprie attività, esso dovrà essere aggiornato una volta disponibili i dettagli dell'eventuale ponteggio così come verranno concepiti dall'impresa aggiudicatrice.

Le opere previste potranno anche servire da basi di appoggio per piattaforme di lavoro / aree di cantiere ausiliarie.

3.2 Elementi di consolidamento superficiale

Gli ancoraggi passivi corti esistenti, che mantengono la propria efficacia, verranno integrati da nuovi elementi prevalentemente di lunghezza limitata ($L=4\div 6$ m). Nello specifico, il consolidamento superficiale sarà integrato con la messa in opera dei seguenti elementi:

- Ancoraggi passivi con inclinazione media indicativa di ca. 15° rispetto all'orizzontale. Si prevede l'esecuzione, nelle prime fasi di lavoro, di ca. no. 10 elementi per il consolidamento preliminare delle opere murarie presenti al di sopra della parete rocciosa da consolidare. In seguito, ulteriori elementi saranno realizzati secondo necessità, nel caso le verifiche in sito dovessero evidenziare criticità particolari.
- Eventuali micropali con inclinazione media indicativa di ca. 60° rispetto all'orizzontale (elementi che potranno se del caso essere utili in fase di lavoro, che potranno anche fungere da base di appoggio puntuale per i livelli superiori di un eventuale ponteggio).

Le teste degli elementi messi in opera verranno protette mediante la realizzazione di elementi prismatici di calcestruzzo, rispettivamente, laddove compatibile con la tipologia di sollecitazione, mediante smontaggio della testa, asportazione locale della roccia e applicazione di uno strato di sigillatura di malta.

3.3 Ancoraggi di consolidamento profondo

Il consolidamento delle potenziali superfici di scivolamento profonde avverrà mediante la messa in opera di ancoraggi attivi a trefoli ($L=15\div 20$ m). Le teste saranno alloggiare all'interno di strutture prismatiche in calcestruzzo, dalle quali sposteranno i cappellotti di protezione, con caratteristiche del tutto simili a quelle esistenti, questi ultimi rimarranno in opera anche senza funzione strutturale.

3.4 Drenaggi

Accanto alla realizzazione di elementi di consolidamento strutturali, saranno se necessario realizzati drenaggi tali da ridurre il rischio legato all'accumulo di tensioni idrostatiche nell'ammasso.

4. Elementi costruttivi di consolidamento

4.1 Consolidamenti alla base del piano d'appoggio del ponteggio

4.1.1 Micropali subverticali

Di seguito sono riassunte le principali caratteristiche dei micropali che verranno realizzati qualora si opti per la realizzazione di un ponteggio.

- No. ca. fino a 40 micropali,
- Lunghezza variabile da L=6m a L=12m,
- Ancoraggi a barre GewiPlus D=43mm (preiniettati) o prodotto equivalente,
- Classe di qualità acciaio S670,
- Protezione contro la corrosione: impiego di elementi preiniettati,
- Diametro minimo di perforazione 125mm.

- Protezione della testa (successivamente allo smontaggio del ponteggio): eventuale sigillatura con malta, rispettivamente, se necessario, formazione di una cappa prismatica in calcestruzzo armato pigmentato.

Caratteristiche principali calcestruzzo armato:

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XF1, XC4
- Classe di consistenza: C3
- Classe di cont. cloruri: Cl 0.10
- Diam. grano massimo: $D_{max}=8mm$
- Acciaio d'armatura: tipo B500B

4.1.2 Micropali suborizzontali di consolidamento (spinotti)

Nel caso la base dell'eventuale ponteggio venga localmente predisposta sulla sezione rocciosa molto inclinata (prossima alla verticale), Progettista / DL valuteranno la necessità di procedere alla realizzazione di elementi aggiuntivi per la ripresa delle sollecitazioni di taglio (con funzione di "spinotti", formalmente da considerarsi quali ancoraggi passivi), le cui caratteristiche vengono di seguito elencate.

- No. di micropali da definire in funzione della situazione locale,
- Lunghezza pari a L=4m,
- Ancoraggi a barre GewiPlus D=57.5mm (non preiniettati) o prodotto equivalente,
- Classe di qualità acciaio S670,
- Protezione contro la corrosione: impiego di elementi non preiniettati,
- Diametro minimo di perforazione 125mm.

- Protezione della testa (successivamente allo smontaggio del ponteggio): eventuale sigillatura con malta, rispettivamente, se necessario, formazione di una cappa prismatica in calcestruzzo armato.

Caratteristiche principali calcestruzzo armato pigmentato:

- Classe di resistenza: C30/37

- Classe di esposizione: XF1, XC4
- Classe di consistenza: C3
- Classe di cont. cloruri: Cl 0.10
- Diam. grano massimo: $D_{max}=8\text{mm}$
- Acciaio d'armatura: tipo B500B

4.1.3 Ancoraggi suborizzontali di consolidamento

4.1.3.1 Specifiche

Di seguito sono riassunte le principali caratteristiche della fila di ancoraggi di consolidamento previsti alla base del piano d'appoggio del ponteggio.

- No. ca. 20-25 ancoraggi passivi,
- Lunghezza $L=10\text{m}$,
- Ancoraggi a barre GewiPlus $D=43\text{mm}$ (preiniettati) o prodotto equivalente,
- Classe di qualità acciaio S670,
- Protezione contro la corrosione: impiego di elementi preiniettati,
- Diametro minimo di perforazione 125mm,
- Forza di bloccaggio $P_0=50\text{ kN}$.
- Protezione della testa (successivamente allo smontaggio del ponteggio): eventuale sigillatura con malta, rispettivamente, se necessario, formazione di una cappa prismatica in calcestruzzo armato.

Caratteristiche principali calcestruzzo armato pigmentato:

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XF1, XC4
- Classe di consistenza: C3
- Classe di cont. cloruri: Cl 0.10
- Diam. grano massimo: $D_{max}=8\text{mm}$
- Acciaio d'armatura: tipo B500B

4.1.3.2 Prove di resistenza sugli ancoraggi

Sono previste le seguenti verifiche degli assunti progettuali / prove di controllo qualità.

4.1.3.2.1 Prove a strappo su ancoraggi passivi suborizzontali di consolidamento

Posizionamento ancoraggi di prova, tempistica di esecuzione delle prove

Le prove a strappo sugli ancoraggi passivi vengono effettuate nelle fasi iniziali di cantiere, dopo le attività di consolidamento preliminari e di spurgo iniziale della parete.

È prevista l'esecuzione di no. 3 ancoraggi passivi di prova, aventi le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza $L=6\text{m}$ (lunghezza nella roccia = 5m, di cui lung. libera $L_{fr}=3\text{m}$ e lunghezza ancorata $L_v=2\text{m}$),
- Ancoraggi a barre GewiPlus $D=43\text{mm}$ (preiniettati) o prodotto equivalente,
- Classe di qualità acciaio S670,
- Protezione contro la corrosione: impiego di elementi preiniettati
- Diametro di perforazione: min. 125mm.

Le prove a strappo (secondo norma SIA 267/1, art. 7.2.1) saranno effettuate adottando i seguenti carichi:

Carichi di prova

Fa=100 kN
F1=200 kN (tempo di attesa minimo 15 minuti)
F2=300 kN (tempo di attesa minimo 15 minuti)
F3=400 kN (tempo di attesa minimo 15 minuti)
F4=500 kN (tempo di attesa minimo 15 minuti)
F5=600 kN (tempo di attesa minimo 15 minuti)
Fpv=F6=700 kN (tempo di attesa minimo 30 minuti)

4.1.3.2.2 Prove di tesatura su ancoraggi passivi suborizzontali di consolidamento

È prevista l'esecuzione di complessive no. 4 prove di tesatura sugli ancoraggi L=10m.

Carichi di prova

Fa=70 kN
F1=280 kN
F2=490 kN
Fp=F3=700 kN

Qualora le prove restituiscano risultati non conformi, andrà valutata, prima della realizzazione del ponteggio, la necessità di messa in opera di elementi di ancoraggio integrativi, rispettivamente di elementi di maggiore lunghezza.

4.2 Consolidamenti zona superiore ponteggio

4.2.1 Micropali di consolidamento con inclinazione 60°

Di seguito sono riassunte le principali caratteristiche dei micropali di consolidamento eventualmente ipotizzati* in caso di realizzazione del ponteggio, per l'appoggio dello stesso ai livelli superiori. Tali elementi avrebbero, nella fase successiva al cantiere, anche funzione di consolidamento superficiale dell'ammasso roccioso.

- No. e posizione degli eventuali micropali da definire in funzione delle esigenze di appoggio del ponteggio
- Lunghezza variabile da L=4m a L=6m, interasse indicativo di riferimento $i=4\div 6$ m, in funzione della sezione considerata, e dei relativi meccanismi di rottura ipotizzati.
- Ancoraggi a barre GewiPlus D=57.5mm (non preiniettati) o prodotto equivalente,
- Classe di qualità acciaio S670
- Protezione contro la corrosione: impiego di barre non preiniettate (classe di protez. 1).
- Diametro minimo di perforazione 125mm.
- Protezione della testa (successivamente allo smontaggio del ponteggio): eventuale sigillatura con malta, rispettivamente, se necessario, formazione di una cappa prismatica in calcestruzzo armato.

Caratteristiche principali calcestruzzo armato pigmentato:

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XF1, XC4
- Classe di consistenza: C3
- Classe di cont. cloruri: Cl 0.10
- Diam. grano massimo: $D_{max}=8mm$
- Acciaio d'armatura: tipo B500B

*Nota: è prevista la possibilità di adattamento (diametri, lunghezze, caratteristiche, interassi) in funzione della situazione locale, risp. delle esigenze dell'impresa esecutrice.

4.2.2 Ancoraggi di consolidamento suborizzontali

4.2.2.1 Specifiche

Nell'ambito del consolidamento iniziale delle opere murarie a monte della parete oggetto di consolidamento principale, nonché qualora dovessero essere riscontrate delle situazioni particolari con necessità di intervento locale, il consolidamento superficiale dell'ammasso potrà avvenire con ancoraggi passivi integrativi agli elementi di consolidamento già in opera.

Caratteristiche degli ancoraggi passivi

- No. di ancoraggi consolidamento iniziale: ca. 10 pz; no. di ancoraggi con impiego secondo necessità locali: da definire,
- Lunghezza L=variabile, a seconda della situazione riscontrata,
- Ancoraggi a barre GewiPlus D=43mm (preiniettati) o prodotto equivalente,
- Classe di qualità acciaio S670,
- Protezione contro la corrosione: impiego di elementi preiniettati,
- Diametro minimo di perforazione 125mm.
- Forza di bloccaggio $P_0=50$ kN.
- Protezione della testa: eventuale sigillatura con malta, rispettivamente, se necessario, formazione di una cappa prismatica in calcestruzzo armato.

Caratteristiche principali calcestruzzo armato pigmentato:

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XF1, XC4
- Classe di consistenza: C3
- Classe di cont. cloruri: Cl 0.10
- Diam. grano massimo: $D_{max}=8mm$
- Acciaio d'armatura: tipo B500B

4.2.2.2 Verifiche di tenuta (prove di qualità)

È prevista l'esecuzione di un no. di prove di tesatura pari almeno al 10% del numero di ancoraggi passivi messi in opera, il no. di prove non potrà comunque essere inferiore a 3.

Carichi di prova

Fa=60 kN

F1=140 kN

F2=220 kN

Fp=F3=300 kN

4.3 Consolidamenti profondi con ancoraggi attivi

Nel caso di realizzazione del ponteggio, la realizzazione degli ancoraggi attivi potrà essere eseguita progressivamente dal basso verso l'alto, parallelamente alla realizzazione a tappe del ponteggio. Qualora l'impresa non intenda eseguire un ponteggio, lavorando su piattaforme mobili, la realizzazione degli ancoraggi attivi potrà avvenire dall'alto verso il basso.

4.3.1 Caratteristiche tecniche

4.3.1.1 Ancoraggi attivi

Caratteristiche degli ancoraggi attivi di progetto:

- No. di ancoraggi: 28 (da confermare mediante prove a strappo su elem. passivi)
- Lunghezza complessiva nella roccia: $L=15\div 20\text{m}$
- Lunghezza tratto ancorato: $L_v=6\text{m}$
- Lunghezza tratto libero: $L_{fr}=9\div 14\text{m}$
- Lunghezza tratto al di fuori dell'ammasso roccioso: da definire
- Ancoraggi a trefoli tipo Stahlton L5 (carico di rottura $P_{pk}=930\text{ kN}$, superficie complessiva sezione $A=500\text{ mm}^2$), o prodotto equivalente
- Teste ancoraggi: 10 pz. con testa tipo MR (ancoraggio regolabile, provvisto di cella di carico), risp. 18 pz. con testa tipo KR (ancoraggio regolabile, di cui è verificabile lo stato di sollecitazione). O prodotti equivalenti.
- Diametro minimo di perforazione: 125mm.

4.3.1.2 Prismi in calcestruzzo di ripresa dei carichi

Le teste degli ancoraggi verranno alloggiare in prismi di calcestruzzo specificamente realizzati. Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche dei materiali utilizzati.

- Calcestruzzo pigmentato
 - Classe di resistenza: C40/50
 - Classe di esposizione: XF1, XC4
 - Classe di consistenza: C3
 - Classe di cont. cloruri: Cl 0.10
 - Diam. grano massimo: $D_{max}=8\text{mm}$
- Acciaio d'armatura
 - Tipo di acciaio: B500B

4.3.2 Controlli di qualità

4.3.2.1 Prove a strappo

Conformemente all'art. 10.7.2.4 della norma SIA 267, non si prevede l'esecuzione di ancoraggi attivi di prova.

4.3.2.2 Prove di tesatura

Prove di tesatura secondo SIA 267/1, art. 6.2.4.

Carichi di prova:

$P_a=60$ kN

$P_1=270$ kN

$P_2=480$ kN

$P_p=P_3=690$ kN

Nota: si prevede l'esecuzione di no. 10 prove di tesatura dettagliate, e di 18 prove di tesatura semplici. Gli intervalli di forza sopra riportati valgono per entrambi i tipi di prova.

4.3.2.3 Verifiche dell'integrità elettrica

Conformemente ai disposti normativi (SIA 267 art. 10.7.4), è prevista la verifica dell'integrità elettrica (Misura di resistenza elettrica I) su tutti gli ancoraggi messi in opera. In caso di risultati non conformi, e di relativa accettazione da parte della Committenza, andranno eseguite anche le misure di resistenza elettrica II (SIA 267, art. 10.7.4.3).

4.3.2.4 Prove sul calcestruzzo

È prevista l'esecuzione di prove di qualità sul calcestruzzo utilizzato per il getto dei prismi di alloggiamento delle teste e ripresa dei carichi degli ancoraggi.

5. Aspetti particolari relativi al progetto

5.1 Aspetti logistici generali

I lavori di consolidamento presuppongono una pianificazione mirata a livello logistico. L'aspetto legato all'accessibilità delle zone di lavoro, alle modalità di trasporto e di approvvigionamento del cantiere risulta di primaria importanza. Di seguito vengono riportate alcune indicazioni relative agli aspetti logistici.

5.1.1 Area installazioni

È prevista la predisposizione di no. 2 aree d'installazione principali:

- Utilizzo parziale dell'area piazzale antistante il Santuario
Tale area dovrà essere sufficientemente arretrata rispetto al bordo verso la parete rocciosa da consolidare (impossibilità di caricare la struttura a volta del sentiero sottostante, necessità di garantire l'accesso pedonale degli utenti alla zona panoramica). Sarà pure da garantire la possibilità di accesso al Santuario (striscia a nord del piazzale).
In questa zona si ipotizzano l'installazione di un mezzo di sollevamento, e la formazione di una limitata area installazioni per i macchinari e il materiale.
- Utilizzo dello spiazzo al mappale no. 1925 Locarno
Tale zona potrà essere utilizzata quale area di deposito intermedio del materiale (trasporti veicolari lungo la strada d'accesso (limitazione 18t / secondo geometria locale). Sarà da mantenere un transito pedonale segnalato per utenti terzi (larghezza ca. 1.5m).
- Utilizzo di aree all'interno dei mapp. 1166 / 1167 Locarno
Tali zone potranno essere eventualmente utilizzate quali area di deposito intermedie, per trasporti di materiale con elicottero (dallo spiazzo al mapp. 1925 Locarno e / o verso il piazzale soprastante la parete oggetto di consolidamento. Nota: considerate le caratteristiche dei manufatti, l'accesso veicolare è consentito solo fino al termine del mapp. 1925 (ponte al mapp. 1173 Locarno non transitabile con veicoli).

Nell'ambito delle installazioni sarà possibile ripristinare l'accesso di lavoro pedonale da ovest esistente alla quota d'impostazione del ponteggio (via ferrata), in modo da facilitare la realizzazione delle basi dell'ev. ponteggio, accessibile per tutta la durata dei lavori.

V. allegato C1.1 (Piani di situazione / Accesso – Logistica).

5.1.2 Trasporti

I trasporti verso lo spiazzo al mapp. 1925 Locarno potranno avvenire su gomma.

Si ipotizza che i trasporti verso le aree di deposito intermedie risp. verso il piazzale antistante il Santuario / verso la zona di lavoro avverranno prevalentemente con elicottero. Le tempistiche dei trasporti con elicottero dovranno essere coordinate con le preposte autorità

comunali (Orselina / Locarno), tenendo conto che di principio non sarà data la possibilità di voli continuativi su più giorni consecutivi.

5.1.3 Mezzi di sollevamento

L'area adibita al posizionamento di mezzi di sollevamento è situata al di sopra della zona oggetto d'intervento, sul piazzale antistante il Santuario. Si vedano le osservazioni al cap. 5.1.1.

Le caratteristiche dei mezzi di sollevamento potranno essere definite da IM sulla base delle proprie valutazioni di carattere logistico, in considerazione e nel rispetto della situazione locale e delle esigenze della Committenza per quanto riguarda l'ingombro del Sagrato.

5.2 Ponteggi per l'esecuzione delle opere

Il progetto elaborato prevede la possibilità, se necessario, di eseguire un ponteggio per il raggiungimento delle zone di lavoro. Non è richiesta la necessità di poter utilizzare il ponteggio da parte di persone senza formazione specifica.

In sede di progettazione, sono stati previsti ed è stata definita la posizione di punti d'appoggio per l'impostazione del ponteggio, dimensionati assumendo i carichi presumibili di una tale struttura. Le ipotesi adottate in questa sede saranno validate sulla base del concetto del ponteggio presentato dall'imprenditore. Per maggiori informazioni si rimanda al cap. 3.1.

Si prevede la possibilità teorica di esecuzione di un ponteggio di classe di carico 6 (carico utile 5-6 kN/m²), su di un numero di livelli sufficiente a coprire l'intera estensione verticale della zona oggetto d'intervento.

Per il ponteggio è stata ipotizzata una larghezza generale pari a 2m, con possibilità di allargamento locale (fino ad una larghezza complessiva di 3m e ev. puntualmente 4m) in funzione dell'andamento del fronte roccioso.

In funzione della geometria variabile del profilo roccioso da consolidare, il ponteggio dovrà disporre di una sufficiente capacità di adattamento geometrico.

Localmente, ai livelli superiori del ponteggio potranno essere necessari appoggi per la ripresa dei carichi, questi potranno essere realizzati mediante esecuzione di elementi di consolidamento con opportune misure accompagnatorie nella zona della testa. Una volta terminato il cantiere, tali elementi saranno integrati nelle strutture di consolidamento superficiale della parete rocciosa.

L'assicurazione orizzontale del ponteggio sarà invece da garantire con opportuni elementi, che dovranno essere inseriti a sufficienza nel substrato roccioso, in modo da evitare il distacco di parti puntuali (piccoli cunei di roccia). Saranno da considerare gli aspetti legati alla stabilità degli elementi di dimensione maggiore, che verranno, se localmente necessario, assicurati con i previsti ancoraggi passivi.

Il dimensionamento e i piani esecutivi del ponteggio saranno da effettuare da parte dell'impresa aggiudicataria (o di uno studio da essa incaricato) in funzione delle proprie esigenze specifiche, e dovranno essere approvati dagli scriventi progettisti e dalla Committenza in tempo utile prima dell'inizio dei lavori.

Nota: Come già riportato, il progetto assume che l'impresa incaricata avrà la possibilità di realizzare un ponteggio con relativa base d'appoggio per poter accedere in maniera maggiormente agile alla zona di lavoro. All'impresa esecutrice resta comunque la facoltà di elaborare un concetto d'intervento alternativo senza l'impiego di ponteggi né di una base di appoggio continua (ad es. con ponteggi / piattaforme di lavoro locali), e lavori in sospensione.

Tale proposta dell'impresa potrà essere considerata dalla Committenza / dai Progettisti, sempre che consegnata unitamente ad una sufficiente documentazione tecnica e corredata da un "Concetto di sicurezza" avallato preventivamente (già in fase di offerta) da parte di un'istanza di controllo (SUVA).

5.3 Concetto di verifica e monitoraggio in fase di cantiere

Monitoraggio parete rocciosa

Il concetto di monitoraggio della parete viene di seguito descritto nelle proprie parti.

- Verifiche visive.
 - o Ispezione preliminare della parete (con attrezzatura alpinistica), prima dell'esecuzione dei lavori principali. Spurgo / consolidamento di eventuali parti instabili.
 - o Ispezioni visive giornaliere della zona di lavoro e delle parti soprastanti.
- Monitoraggio forze ancoraggi esistenti.
 - o Lettura manuale delle forze durante il cantiere nei 4 ancoraggi attivi già predisposti, su ordine della DL.
- Monitoraggio geodetico.
 - o Monitoraggio di punti posti sulle strutture sopra la parete antistante il Santuario, lungo il sentiero al di sotto dello stesso (immediatamente al di sopra della zona da consolidare), e nella zona d'intervento.
Frequenza: da adattare in funzione delle lavorazioni in corso.

I monitoraggi sopra descritti saranno gestiti direttamente dalla Committenza, in accordo con la DL.

5.4 Gestione degli aspetti legati alla sicurezza

Ritenuta la situazione particolare, la gestione degli aspetti di sicurezza per i lavori in parete è delegata all'impresa assuntrice, che dovrà presentare il proprio Concetto di sicurezza (già in fase d'offerta), e definire le persone chiave.

Saranno da considerare anche i seguenti aspetti generali per le attività in sospensione:

- Ogni lavoratore dovrà essere sempre munito della propria attrezzatura di protezione anticaduta, che dovrà essere controllata prima di ogni impiego,
- I lavori si svolgeranno nel rispetto dell'Ordinanza sui lavori di costruzione (OLCostr), secondo quanto di seguito riportato:
 - o Per l'esecuzione di lavori in sospensione a funi portanti vanno impiegati unicamente lavoratori che dispongono di una formazione adeguata. Ogni lavoratore che esegue lavori in sospensione deve disporre del certificato per Lavori in sospensione di Grado 1. Almeno una persona in cantiere deve

disporre del certificato per Lavori in sospensione di Grado 2. Nell'ambito del progetto, ed in particolare per l'impostazione del concetto di sicurezza di cantiere (misure proprie al cantiere per garantire la sicurezza e la tutela della salute), la responsabilità deve essere assunta da una persona con certificato per Lavori in sospensione di Grado 3.

- I lavoratori che eseguono lavori in sospensione a funi portanti devono aggiornare le proprie conoscenze tecniche almeno ogni 3 anni.
 - Per permettere un controllo vicendevole è necessario impiegare almeno due lavoratori per postazione.
 - Il sistema di funi deve comprendere almeno due funi ancorate separatamente, una per lo spostamento o il posizionamento sul posto di lavoro, e l'altra per proteggere contro le cadute.
 - L'utilizzazione di un'unica fune può essere consentita se, in base alla valutazione dei rischi, l'utilizzazione di una seconda corda durante i lavori risulta più rischiosa per i lavoratori. In questo caso si devono adottare altre misure opportune per garantire la sicurezza e la protezione della salute.
- Almeno un lavoratore in cantiere dovrà avere conoscenze precise della situazione locale.
 - Ogni lavoratore / persona che accede al cantiere deve, il primo giorno di lavoro, leggere e firmare il Concetto di sicurezza elaborato dall'impresa.
 - Vale il divieto di assunzione di alcool o di altre sostanze che creano dipendenza.

Alla documentazione d'appalto a disposizione dell'imprenditore viene consegnato il documento "Strumento di pianificazione - Misure proprie al cantiere per garantire la sicurezza e la tutela della salute", che dovrà essere considerato da parte dell'imprenditore e sviluppato/adattato alla situazione locale e al concetto d'intervento previsto.

Con la consegna dell'offerta è richiesta la presentazione del Concetto di sicurezza allestito dall'offerente, pertinente al concetto d'intervento proposto (ponteggio esteso / ponteggio locale – piattaforme, o altro), già avallato preventivamente da parte di un'istanza di controllo (SUVA).

6. Sequenza delle lavorazioni, analisi dei rischi, tempistiche esecutive

6.1 Sequenza delle lavorazioni

6.1.1 Attività preparatorie e finali

Le attività iniziali e finali sono comuni a tutte le varianti di procedura esecutiva ipotizzate.

Nota: la variante di riferimento elaborata prevede la realizzazione di un ponteggio; all'imprenditore sarà data la possibilità di proporre una soluzione operativa che non preveda (o preveda solo in parte) l'esecuzione di un ponteggio con relativa base di appoggio.

Le lavorazioni iniziali comprendono:

- La predisposizione delle installazioni di cantiere,
- La preparazione degli accessi all'area d'intervento,
- Lo spurgo preliminare della parete rocciosa, incluso consolidamento iniziale delle opere presenti nella zona superiore,
- L'esecuzione degli ancoraggi passivi di prova, incluse prove.
- La realizzazione di tutti gli elementi di consolidamento alla base della zona di lavoro, e, se del caso, degli elementi di fondazione per l'impostazione dell'ev. ponteggio.

La realizzazione degli elementi di consolidamento sull'estensione della parete (ancoraggi attivi / ancoraggi passivi risp. micropali) e le lavorazioni correlate potranno avere inizio dopo il montaggio della base dell'ev. ponteggio / piattaforma di lavoro.

A tale punto sono ipotizzabili le seguenti due varianti di procedura esecutiva:

1. Realizzazione degli ancoraggi / dei micropali procedendo dal basso verso l'alto, con il montaggio progressivo di un ponteggio, se del caso alternato all'esecuzione degli elementi di consolidamento e delle attività correlate.
In questo caso, il ponteggio sarà esteso su tutta l'altezza di lavoro.
2. Realizzazione degli ancoraggi / dei micropali a partire da piattaforme di lavoro mobili / funzionali. Tale opzione presuppone la sostanziale esecuzione degli elementi di consolidamento e delle diverse lavorazioni in sospensione, con sistematico impiego di attrezzatura alpinistica.

Nota: È data facoltà all'imprenditore di proporre anche una soluzione intermedia tra le varianti 1 e 2 sopra riportate.

Le lavorazioni finali, comuni a entrambi gli scenari esecutivi, riguardano:

- Lo smontaggio di un ev. ponteggio,
- La demolizione locale (fondazioni ponteggi e opere accessorie provvisorie) / l'adattamento delle teste degli ancoraggi,
- Lo sgombero del cantiere.

I capitoli di seguito descrivono le procedure di lavoro ipotizzate nei due scenari considerati.

6.1.2 Variante di procedura esecutiva no. 1 – Ponteggio su tutta la zona d'intervento

Sequenza ipotizzata delle lavorazioni:

1. Installazioni (ubicazione aree d'installazione: v. cap. 5.1.1), inizio monitoraggi di cantiere.
2. Predisposizione accessi (realizzazione/riattivazione via ferrata per accesso pedonale da ovest, alla quota della base di impostazione del ponteggio).
3. Spurgo progressivo, dall'alto verso il basso, della parete rocciosa interessata dall'intervento, incluso consolidamento iniziale delle opere presenti nella zona superiore, quale prerogativa allo svolgimento in sicurezza delle successive attività. Esecuzione ancoraggi passivi di prova (3 pz), esecuzione prove a strappo.
4. Realizzazione ancoraggi suborizzontali alla base della zona d'intervento (incluse prove) / eseg. micropali subverticali quale base d'appoggio per il ponteggio.
5. Esecuzione basi d'appoggio del ponteggio in calcestruzzo, inclusi micropali.
6. Realizzazione base del ponteggio (struttura di appoggio)
7. Realizzazione ev. elementi di stabilizzazione del ponteggio al di sopra dello stesso. Esecuzione ancoraggi attivi / ev. ancoraggi passivi / micropali al livello della base del ponteggio.
8. Montaggio progressivo del ponteggio (previa ev. esecuzione di micropali di appoggio/fondazione puntuali). Ev. trattamento dei giunti, laddove necessario (rimozione del terriccio di copertura situato in corrispondenza di giunti / aperture, sigillatura dei giunti).
9. Esecuzione, a quote superiori, di ancoraggi attivi (incluso blocchi teste in cls) e di ev. ancoraggi passivi / drenaggi. Prove di tesatura su ancoraggi attivi e su ev. ancoraggi passivi.
10. Predisposizione delle teste degli ancoraggi, posa dei cavi per il controllo delle forze, realizzazione armadio con centralina per letture manuali. Realizzazione elementi in calcestruzzo di protezione teste ancoraggi passivi.
11. Smontaggio ponteggio.
12. Adattamenti / realizzazione elementi in calcestruzzo di protezione restanti teste ancoraggi passivi / micropali.
13. Smontaggio base ponteggio.
14. Smontaggio progressivo delle installazioni, smantellamento delle aree di cantiere.

6.1.3 Variante di procedura esecutiva no. 2 – Lavorazioni con ponteggio parziale e/o piattaforme di lavoro mobili / funzionali

Sequenza ipotizzata delle lavorazioni:

- 1.-3. V. cap. 6.1.2.
4. Realizzazione ancoraggi suborizzontali alla base della zona d'intervento (incluse prove).
5. Montaggio elementi di ponteggio / piattaforme secondo necessità.
6. Esecuzione, a quote superiori, di tutti gli ancoraggi attivi (incluso blocchi teste in cls), degli ev. ancoraggi passivi / drenaggi, secondo schema d'intervento elaborato da IM. Prove di tesatura su ancoraggi attivi e sugli ev. ancoraggi passivi. Ev. trattamento dei giunti, laddove necessario (rimozione del terriccio di copertura situato in corrispondenza di giunti / aperture, sigillatura dei giunti).
7. Predisposizione delle teste degli ancoraggi, posa dei cavi per il controllo delle forze, realizzazione armadio con centralina per letture manuali. Realizzazione elementi in calcestruzzo di protezione teste ancoraggi passivi.
8. Smontaggio parti di ponteggio / piattaforme mobili di lavoro.
9. Adattamenti / realizzazione elementi in calcestruzzo di protezione restanti teste ancoraggi passivi / micropali.
10. Smontaggio elementi in parete.
11. Smontaggio progressivo delle installazioni, smantellamento delle aree di cantiere.

6.2 Analisi dei rischi

Dato che l'ammasso roccioso in oggetto è consolidato e monitorato, e non sono note situazioni critiche in parete, i lavori da eseguire sono equiparabili ad un intervento su di un'opera esistente. Pur non trattandosi, pertanto, di lavori di messa in sicurezza di un pendio instabile, è, anche in ragione della complessa situazione logistica, necessaria l'elaborazione di un "Concetto di sicurezza" approfondito da parte dell'impresa esecutrice, che sarà parte integrante della documentazione d'offerta.

6.2.1 Misure organizzative generali volte alla riduzione dei rischi operativi

Di seguito sono descritte le misure organizzative considerate per ridurre i rischi in fase di cantiere.

- Elaborazione / presentazione di un "Concetto di sicurezza" da parte di IM,
- Impiego, durante le fasi di lavoro senza ponteggio, di personale qualificato, autorizzato ad operare in parete. Lavori eseguiti con personale assicurato contro la caduta dove necessario.

- Spurgo preliminare della parete rocciosa (volto a permettere l'allontanamento delle porzioni di roccia ad oggi localmente in equilibrio labile), controllo visivo degli elementi di consolidamento presente, dall'alto verso il basso. Consolidamento preliminare opere esistenti a monte della zona d'intervento, mediante messa in opera di ancoraggi passivi.
- Attuazione concetto di monitoraggio di cantiere (verifiche visive, misura forze ancoraggi esistenti, misure geodetiche).

Nota: Nel caso di realizzazione di un ponteggio, non è richiesta la necessità da parte di persone senza formazione specifica di potervi accedere.

6.2.2 Rischi particolari e misure di protezione

Di seguito vengono riassunti i rischi principali in fase esecutiva, e le relative misure adottate.

Caduta di elementi dall'alto

Misure di protezione individuate a riduzione del rischio di caduta di elementi:

- Spurgo preliminare parete rocciosa (incluso consolidamento parte superiore), monitoraggio.
- Controllo visivo regolare dello stato dell'ammasso, adozione di ev. misure specifiche.

Pericolo di caduta del personale

Misure di protezione individuate:

- Impiego di personale formato.
- Lavori in parete, risp. assicurazione del personale nelle fasi critiche, posa di elementi anticaduta sui ponteggi.

Intercettazione degli ancoraggi attivi esistenti in tensione in fase di perforazione

Al fine di ridurre tali rischi entro un livello accettabile, sono state previste le seguenti due misure operative:

- Individuazione della posizione esatta degli ancoraggi attivi esistenti.
- Posizionamento di ancoraggi attivi, e di ev. drenaggi in modo da evitare conflitti geometrici con gli elementi già in opera.
- Orientamento degli ancoraggi attivi da realizzare con il medesimo angolo teorico degli ancoraggi esistenti (30° rispetto all'orizzontale).

Pericoli elettrici

- Impiego di attrezzatura idonea e conforme,
- Attuazione di tutte le misure di messa a terra necessarie.

6.3 Tempistiche esecutive

Per ragioni legate ad esigenze di terzi, il programma lavori prevede:

- inizio lavori: fine ottobre/inizio novembre 2023,
- fine lavori: entro fine maggio 2024.

Nel periodo di lavoro sopra riportato sono da considerare l'impossibilità di operare durante le usuali ferie natalizie nonché durante la settimana pasquale.

L'impresa è tenuta a consegnare un programma di lavoro vincolante in fase di appalto, che consideri tutti i vincoli dati e che farà parte dei criteri di aggiudicazione.

La limitazione dei tempi esecutivi riveste particolare importanza per il Committente.

In considerazione del contesto logistico particolare nel quale l'impresa si troverà ad operare, si raccomanda pertanto agli offerenti, in particolar modo per l'esecuzione degli ancoraggi, di prevedere l'impiego di macchinari ed attrezzature idonee. Si richiama inoltre l'attenzione circa l'importanza della corretta ponderazione dei rendimenti nell'ambito delle diverse lavorazioni (ev. impiego di no. 2 o più attrezzature in contemporanea, compatibilmente con le condizioni di sicurezza e logistiche del cantiere).

Nel caso IM non dovesse riuscire a concludere le lavorazioni entro i termini da lei indicati (v. CPN 102 pos. 224.420), la stessa è tenuta ad assumersi, oltre alla penale giornaliera stabilita, gli oneri per l'ev. smantellamento e la reinstallazione del cantiere, così come tutti gli altri oneri correlati (si esclude qualsiasi motivazione di carattere tecnico / organizzativo dell'impresa, aspetti integralmente da considerare in fase di allestimento del programma lavori vincolante).

A1929-REL-04_RT.doc
Sorengo, febbraio 2023

Leoni Gysi Sartori SA

Ing. I. Sartori



Ing. A. Binetti

