

S.S.131 "Carlo Felice"
 Completamento itinerario Sassari – Olbia.
 Potenziamento e messa in sicurezza S.S.131
 dal km 192+500 al km 209+500.
 2° Lotto dal km 202+000 al km 209+500

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA357

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Edoardo Quattrone

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



**OPERE D'ARTE MAGGIORI
GALLERIE**

GALLERIA NATURALE CHIGHIZZU_GN02

Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo




| CODICE PROGETTO | | NOME FILE | | REVISIONE | SCALA: |
|-----------------|-----------------|------------------------|----------------|------------|-----------|
| PROGETTO | LIV. PROG. ANNO | CA357_P00GN02OSTRE01_A | | | |
| DPCA0357 | D 20 | CODICE ELAB. | P00GN02OSTRE01 | A | - |
| D | | - | - | - | - |
| C | | - | - | - | - |
| B | | - | - | - | - |
| A | EMISSIONE | GIU. 2021 | L.MARCANIO | G.PIAZZA | G.PIAZZA |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 2 |
| 2 | RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI | 4 |
| | 2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida | 4 |
| | 2.2 Bibliografia | 4 |
| | 1.1.1. Generali | 4 |
| | 1.1.2. Stabilità del cavo della galleria | 5 |
| | 1.1.3. Calcolo dei rivestimenti | 6 |
| 3 | DESCRIZIONE DELL'OPERA..... | 7 |
| 4 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO..... | 8 |
| 5 | DEFINIZIONE DELLE SEZIONI DI AVANZAMENTO..... | 9 |
| | 5.1 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 1 (canna dx)..... | 9 |
| | 5.2 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 1 (canna dx)..... | 10 |
| | 5.3 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 1 (canna dx)..... | 11 |
| | 5.4 Sezione di avanzamento Aa – Sagoma 1 (canna sx) | 12 |
| | 5.5 Sezione di avanzamento Aa – Sagoma 3 (canna sx) | 13 |
| | 5.6 Sezione di avanzamento Bb – Sagoma 1 (canna sx) | 14 |
| | 5.7 Sezione di avanzamento Bb – Sagoma 3 (canna sx) | 15 |
| | 5.8 Sezione di avanzamento Bypass | 16 |
| 6 | APPLICAZIONE LINEE GUIDA | 17 |
| 7 | APPLICAZIONE DEL MONITORAGGIO ALLE SEZIONI TIPO | 17 |
| | 7.1 Misure delle soglie di attenzione di allarme sul prerivestimento | 18 |
| | 7.2 Valori di estrusione attesa sul fronte | 19 |
| 8 | CONDIZIONI DI SOSTA PROLUNGATA E SITUAZIONI DI EMERGENZA | 20 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

1 PREMESSA

Nella seguente relazione sono presentate le linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo della galleria naturale "Chighizzu" inserita nelle opere dell'intervento CA357 progetto S.S. 131 "Carlo Felice" - Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500. L'intervento prevede l'adeguamento della S.S.131 a Tipo B.

La galleria esistente è composta da due canne separate sx, in direzione Cagliari e dx con direzione Sassari ma presenta sagome interne non compatibili con l'adeguamento a tipo B, oltre a non avere uscite di emergenza. Il progetto prevede pertanto, la costruzione di una nuova canna dx, a monte rispetto alla canna dx attuale, l'alesaggio della attuale canna dx che diventerà la nuova canna sx e l'abbandono della canna sx attuale.

Le coperture massime, riferite in chiave di calotta sono di 65 m.

La larghezza della piattaforma pavimentata della galleria della singola canna è pari a 9.75 m più allargamenti.

La carpenteria della sagoma interna della galleria è una policentrica e presenta un raggio interno in chiave calotta pari a 6.10 m (sagoma tipo 1) e variabile tra 6.10 e 6.90 (sagoma tipo 3), un piedritto verticale e un raggio interno dell'arco rovescio è pari a 12.00 m (sagoma tipo 1) e 14.00 (sagoma tipo 3).


La galleria risulta composta da un tratto in naturale e da due tratti in artificiale agli imbocchi e viene realizzata fra le progressive seguenti:

| GALLERIE | Asse | Progressiva sud | Progressiva nord | Lunghezza |
|---|-------|-----------------|------------------|-----------|
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN02_TRATTO IN ARTIFICIALE | AP_dx | 4.060,00 | 4.095,00 | 35,00 |
| | AP_sx | 4.082,39 | 4.124,39 | 42,00 |
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN02 | AP_dx | 4.095,00 | 4.980,00 | 885,00 |
| | AP_sx | 4.124,39 | 4.931,80 | 807,41 |
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN02_TRATTO IN ARTIFICIALE | AP_dx | 4.980,00 | 5.035,00 | 55,00 |
| | AP_sx | 4.931,80 | 4.966,80 | 35,00 |

La galleria si sviluppa tra le progressive 4+060.00 e 5+035.00 in dx e tra le progressive 4+082.40 e 4+966.80 in sx per una lunghezza complessiva di 975.00m e di 884.40 m rispettivamente.

La lunghezza complessiva del tratto in naturale risulta essere pari a 885.00m nell'asse dx e di 807.40 per l'asse sx esistente.

L'emissione di uno specifico documento di gestione dello scavo in corso d'opera nasce dalla necessità che, mediante il controllo delle risultanze di monitoraggio e il confronto tra i valori attesi e i relativi valori di soglia, si possa consentire una definizione e applicazione di una "univoca" Sezione di Scavo adeguata al contesto

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

incontrato nella galleria durante le fasi di scavo, confermando o meno le previsioni progettuali e i limiti ammissibili anticipati.

La caratterizzazione geomeccanica del terreno interessato dallo scavo della galleria è stata definita sulla base degli esiti della campagna di indagine geognostica dimensionata in relazione alle esigenze della fase progettuale e delle condizioni al contorno dell'ammasso.

Sulla base del quadro conoscitivo ottenuto, sono state definite le Sezioni di Scavo valide per tratte aventi comportamento geomeccanico omogeneo e definiti i criteri di applicazione delle stesse lungo il tracciato.

Quindi facendo riferimento alle problematiche evidenziate nella relazione geomeccanica, vengono inizialmente fornite nei capitoli successivi le descrizioni dell'opera in oggetto e le indicazioni sulle soluzioni progettuali e sulle modalità costruttive adottate.

Sono quindi presentate le Linee Guida che disciplinano e intendono fornire gli strumenti necessari, attraverso un set di indicatori da monitorare e i relativi valori di allerta e di allarme, per verificare in corso d'opera l'efficacia delle scelte progettuali e la relativa applicazione delle sezioni di scavo che hanno l'obiettivo di:


- ✓ Confermare in avanzamento le sezioni tipo riportate nei profili geomeccanici di progetto.
- ✓ In base al comportamento deformativo del cavo ed estrusivo del fronte, scegliere in ogni tratta omogenea quando applicare la sezione prevalente, in termini di percentuale di applicazione, e quando quelle secondarie, nel rispetto delle percentuali di applicazione delle stesse riportate nel profilo geomeccanico.
- ✓ Se le condizioni al contorno dell'ammasso non consentono di normalizzare i valori di monitoraggio, la stazione appaltante valuterà le conseguenti azioni in accordo a quanto previsto dalla vigente normativa (art.106 – D.Lvo. 50/2016) nel caso di significativa difformità rispetto alle previsioni progettuali.

La verifica in corso d'opera è fondamentale e prevede sistematici rilievi geostrutturali dei fronti di scavo e l'adozione di un sistema di monitoraggio che permettano, mediante misure d'estrusione del fronte, misure di convergenza, misure topografiche ed estensimetriche, di verificare la correttezza delle ipotesi progettuali e di apportare eventuali adeguamenti alle soluzioni proposte in caso di deviazione dal comportamento atteso.

Per la descrizione delle caratteristiche generali, dei tempi, delle fasi esecutive e del sistema di monitoraggio si rimanda alla *Relazione Tecnica Generale*.

Per la caratterizzazione geomeccanica si rimanda alla *Relazione geotecnica*.

Per i risultati delle analisi deformative si rimanda alla *Relazione di calcolo*.

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI


2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida

- ✓ DM 17/01/2018. Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni
- ✓ Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al DM 17/01/2018
- ✓ Decreto Ministeriale LL.PP. 09/01/1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- ✓ Decreto Ministeriale LL.PP. 16/01/1996 – Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- ✓ Circolare 15/10/1996 Ministero LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche di cui al decreto ministeriale 09/01/1996.
- ✓ Circolare 04/07/1996 Ministero LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche di cui al decreto ministeriale 16/01/1996.
- ✓ Decreto Ministeriale LL.PP. 11/03/1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ✓ Circolare LL.PP. 24/09/1988 n.30483 – L.2.2.1974, n.64 - art.1 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11/03/1988.
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche e integrazioni.
- ✓ A.F.T.E.S. Groupe de Travail n. 7 – Tunnel support and lining. – “Recommendations for use of convergence – confinement method”.
- ✓ Raccomandazioni AICAP 1993 “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce”.
- ✓ ANAS, IT.PRL.05.18 – Rev.1.0 Capitolato Speciale di Appalto, Opere d'arte maggiori - Gallerie

2.2 Bibliografia

1.1.1. Generali

- ✓ Hoek E. – *Strength of jointed rock masses, 23° Rankine Lecture* –Géotechnique 33, 187-223 (1983).
- ✓ Hoek E. – *Strength of rock and rock masses* – ISRM News Journal, 2(2), 4-16 (1994).
- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *Underground excavations in rock* – London, Inst. Min. Metall. (1980).


| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *Empirical strength criterion for rock masses* – J. Geotech. Engng. Div., ASCE, 106 (GT9), 1013-1035 (1980).
- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update* – In Rock Engineering for Underground excavations, 15° Canadian Rock Mech. Symp., 31-38. Toronto, Dept. Civil Engineering (1988).
- ✓ Hoek E., Kaiser, P.K. and Bawden W.F. – *Support of underground excavations in hard rock* – Rotterdam, Balkema - (1995).
- ✓ Hoek E. and Brown, E.T. – *Practical estimates of rock mass strength* – Int. J. Rock Mech. & Mining Sci. & Geomechanics Abstracts, 34(8), 1165-1186 (1997).
- ✓ Marinou P. and Hoek E. – GSI: a geologically friendly tool for rock mass strength estimation – Proceedings of the International Conference on Geotechnical & Geological Engineering, Melbourne, Australia (2000).
- ✓ Hoek E., Carranza-Torres C., Corkum B. (2002): "Hoek-Brown failure criterion" – 2002 Edition.
Hoek E. (2004): "Numerical Modelling for Shallow Tunnels in Weak Rock". Rocscience, April 2004.

- ✓ Ribacchi R. - *Recenti orientamenti nella progettazione statica delle gallerie* - AGI - XVIII Convegno Nazionale di Geotecnica. Rimini (1993).


1.1.2. Stabilità del cavo della galleria

- ✓ Chern J.C., Shiao F.Y., and Yu C.W. – *An empirical safety criterion for tunnel construction* – Proc. Regional Symposium on Sedimentary Rock Engineering, Taipei, Taiwan, 222-227 (1998).
- ✓ Lombardi G. – *Funzione dei sostegni e rivestimenti quale consolidamento nelle opere sotterranee* – Seminario su "Consolidamento di terreni e rocce in posto nell'ingegneria civile", Stresa, 191-229 (1978).
- ✓ Lombardi G. e Amberg W. (1974). *Une méthode de calcul élasto-plastique de l'état de tension et de déformation autour d'une cavité souterraine. Congresso Internazionale ISRM, Denver, 1974.*
Lombardi G. e Amberg W. – *L'influence de la méthode de construction sur l'équilibre final d'un tunnel* – 4th Int. Cong. On Rock Mech., Vol. 1, Montreaux (Suisse), 475-484 (1979).
- ✓ Lombardi G. – *"Qualche aspetto particolare della statica delle cavità sotterranee."* – Riv. It. Geotecnica (1975).
- ✓ Panet M. e Guellec P. – *Contribution a l'étude du soutènement d'un tunnel à l'arrière du front de taille* – 3rd Int. Congress on Rock Mech., Vol.2, Denver, ISRM, 1163-1168 (1974).
- ✓ Panet M., Guenot A. (1982). *Analysis of convergence behind the face of a tunnel* – Tunnelling '82, Brighton, 197-204.
- ✓ Lunardi P. (2000). *The design and construction of tunnels using the approach based on the analysis of controlled deformation in rocks and soils.* Tunnels & Tunnelling International, May 2000.

| | | |
|---|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

1.1.3. Calcolo dei rivestimenti

- ✓ A.F.T.E.S. – *Considerations on the usual methods of tunnel lining design* (1993).
- ✓ Lembo Fazio A. – *Interazione tra il terreno ed il sostegno di una galleria* – L'ingegnere e l'architetto 1 – 8 (1995).

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria si sviluppa tra le progressive 4+060.00 e 5+035.00 in dx e tra le progressive 4+082.40 e 4+966.80 in sx per una lunghezza complessiva di 975.00 m e di 884.40 m rispettivamente.

In dx, 35 m sono relativi all'imbocco in artificiale lato Sud (Cagliari), 55 m sono relativi alla all'imbocco in artificiale lato Nord (Sassari), ed i rimanenti 885.00 m sono previsti da scavare in naturale.

In sx, 42 m sono relativi all'imbocco in artificiale lato Sud (Cagliari), 35 m sono relativi alla all'imbocco in artificiale lato Nord (Sassari), ed i rimanenti 807.40 m sono previsti da scavare in naturale.

In dx procedendo nel verso delle progressive crescenti, il tracciato planimetrico si sviluppa lungo una curva circolare destrorsa di raggio 1125 m, dopo la relativa clotoide succede un rettilo di 770.43 m e poi una nuova curva circolare destrorsa di raggio 825 m .

In sx procedendo nel verso delle progressive decrescenti (verso di marcia), il tracciato planimetrico si sviluppa in rettilo per 660.94 m, poi dopo una clotoide si sviluppa in una curva circolare sinistrorsa di raggio 1140 m.

Il profilo altimetrico per entrambe le canne è caratterizzato da una livelletta con pendenza pari al 1.95%, un raccordo altimetrico convesso di raggio 15'000 m e a seguire una livelletta del 0.74% in salita verso le progressive crescenti.

La piattaforma stradale "corrente" è larga complessivamente 9.75 m. Ai margini della piattaforma saranno collocati gli elementi redirettivi in c.a.


Si prevede la realizzazione di tre (3) Bypass pedonali, uno ogni 300 m, alle seguenti progressive riferite alla canna dx:

| | |
|------------|----------|
| GN02_BPP01 | 4+250.60 |
| GN02_BPP02 | 4+550.60 |
| GN02_BPP03 | 4+850.60 |

Le nicchie saranno ubicate ogni 150m.

I rivestimenti definitivi saranno caratterizzati dalle seguenti sagome in dx:

| GALLERIE | Asse | Progressiva sud | Progressiva nord | Sagoma tipo | Lunghezza totale |
|---|-------|-----------------|------------------|-------------|------------------|
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE | AP_dx | 4.060,00 | 4.095,00 | 1 | 35,00 |
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN01 | AP_dx | 4.095,00 | 4.980,00 | 1 | 885,00 |
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE | AP_dx | 4.980,00 | 5.035,00 | 1 | 55,00 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

Per garantire le richieste distanze di visibilità al flusso di traffico Nord-Sud (canna sx), dall'imbocco lato sud alla progressiva 4+260 circa, è risultato necessario prevedere un allargamento della piattaforma stradale in sx pari a circa 1.25 m (Sagoma Tipo 3).

Conseguentemente i rivestimenti definitivi saranno caratterizzati dalle seguenti sagome in sx:

| GALLERIE | Asse | Progressiva sud | Progressiva nord | Sagoma tipo | Lunghezza totale |
|---|-------|-----------------|------------------|-------------|------------------|
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE | AP_sx | 4.082,40 | 4.124,40 | 3 | 42,00 |
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN01 | AP_sx | 4.124,40 | 4.259,40 | 3 | 135,00 |
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN01 | AP_sx | 4.259,40 | 4.931,80 | 1 | 672,40 |
| GALLERIA CHIGHIZZU_GN01_TRATTO IN ARTIFICIALE | AP_sx | 4.931,80 | 4.966,80 | 1 | 35,00 |

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico, nella successione stratigrafica dell'area interessata dal tracciato si possono riconoscere, dal basso verso l'alto, le seguenti unità litologiche della successione sedimentaria oligo-miocenica del Logudoro - Sassarese:

:


- **Formazione di Mores.** Arenarie e conglomerati da grigi a beige, ad elementi di quarzo, metamorfiti, vulcaniti e calcari mesozoici con locali intercalazioni carbonatiche.
- **Formazione di Borutta.** Marne, marne arenacee, calcareniti e siltiti in alternanza ritmiche.
- **Formazione di Florinas.** Arenarie quarzoso-feldspatiche biancastre, più o meno cementate, con siltiti scure alla base, di ambiente deltaico. Nella parte alta intercalazioni di arenarie e microconglomerati di ambiente marino.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geologica (vedi elaborato CA357_T00GE00GEORE01A).

Si rimanda alla relazione geotecnica CA357_P00GN02GETRE01_A per la descrizione delle indagini eseguite sulla galleria in esame e sul modello interpretativo geotecnico.

La galleria Chighizzu si sviluppa nella formazione di Borutta, incontrando principalmente marne e solo nelle aree di imbocco i contatti con le calcareniti. Come evidenziato dai parametri meccanici delle due tipologie nella relazione sopra citata, non esistono differenze sostanziali tra le due litologie.

A favore di sicurezza, si è preferito utilizzare per le verifiche sulla galleria i valori meccanici delle Marne (valori minori tra le due).

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

5 DEFINIZIONE DELLE SEZIONI DI AVANZAMENTO

Nel presente capitolo verranno definiti gli interventi da adottare durante la realizzazione della galleria, necessari a garantire la stabilità del cavo a breve e a lungo termine, in accordo con le indicazioni provenienti dall'analisi del comportamento deformativo allo scavo. Sono descritte le sezioni tipo di avanzamento e la successione delle fasi esecutive ed i campi di applicazione.

Le sezioni di avanzamento previste sono diverse tra le due canne: la canna destra è di nuova realizzazione, quella sinistra è il risultato dell'alesaggio di una canna esistente.

5.1 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 1 (canna dx)

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST01_A

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento B0 per il 70% dello sviluppo della Galleria una volta superate le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento B0 associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:

canna dx: Pr. 4+131,00 – 4+839,00 al 70% con una lunghezza stimata di applicazione pari a L= 492,00 m.


Sono previsti i seguenti principali interventi:

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.
- ✓ consolidazione con 6/7 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro ed iniettati di lunghezza 10 m con passo 1.5 m da eseguire solo nella canna sx in direzione della destra fino alla progressiva 2+080.

Per il rivestimento definitivo fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0,60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

5.2 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 1 (canna dx)

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST03_A-

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento B2 per il 30% dello sviluppo della Galleria una volta superate le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento B2 associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:


canna dx: Pr. 4+131,00 – 4+839,00 al 30% con una lunghezza stimata di applicazione pari a L= 216,00

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ preconsolidamento al fronte con 36 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=100 mm) L=21,00 m con sovrapposizione 9.00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m;
- ✓ consolidazione con 6/7 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro ed iniettati di lunghezza 10 m con passo 1.5 m da eseguire solo nella canna sx in direzione della destra fino alla progressiva 2+080.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0,60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

5.3 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 1 (canna dx)

Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST05_A.

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento C1 nelle zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento C1 associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:

canna dx: Pr. 4+095.00 – 4+131.00 con una lunghezza di applicazione pari a L= 36.00 m


canna dx: Pr. 4+839.00 – 4+980.00 con una lunghezza di applicazione pari a L= 141.00 m

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ preconsolidamento al contorno del cavo con 38 tubi metallici acciaio S355 H di 114.3 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=140 mm), valvolati (1valv/m) e iniettati di L=16.00 m con sovrapposizione 4.00 m;
- ✓ preconsolidamento al fronte con 36 chiodi al fronte in vetroresina cementati in foro di 60 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=100 mm) L=21.00 m con sovrapposizione 9.00 m;
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.00 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 30% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.00 m.

Per il rivestimento definitivo sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente e longitudinalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta variabile tra 0.50 m e 1.30 m da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

5.4 Sezione di avanzamento Aa – Sagoma 1 (canna sx)

Tavola di riferimento: CA357_P00GN02OSTST02_A.

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento Aa una volta superate le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento Aa associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:

canna sx: Pr. 4+259,40 – 4+838,40 con una lunghezza stimata di applicazione pari a L= 579,00 m.

Sono previsti i seguenti principali interventi:

Per il pre consolidamento e demolizione sono previsti i seguenti principali interventi:


- ✓ Preconsolidamento al contorno del cavo con esecuzione 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 10 m in direzione della canna dx con passo 1.5 m e di 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 6 m in sinistra con passo 1.5.
- ✓ Demolizione per conci della galleria esistente.

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0,60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

5.5 Sezione di avanzamento Aa – Sagoma 3 (canna sx)

Tavola di riferimento: CA357_P00GN02OSTST02_A.

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento Aa una volta superate le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento Aa associata alla sagoma interna di tipo 3 viene applicata nei tratti seguenti:

canna sx: **Pr. 4+184.40 – 4+259.40** con una lunghezza stimata di applicazione pari a **L= 75.00 m**.

Per il pre consolidamento e demolizione sono previsti i seguenti principali interventi:


- ✓ Preconsolidamento al contorno del cavo con esecuzione 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 10 m in direzione della canna dx con passo 1,5 m e di 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 6 m in sinistra con passo 1.5.
- ✓ Demolizione per conci della galleria esistente.

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0,60 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

✓

5.6 Sezione di avanzamento Bb – Sagoma 1 (canna sx)

Tavola di riferimento: CA357_P00GN02OSTST01_A.

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento Bb per le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento Bb associata alla sagoma interna di tipo 1 viene applicata nei tratti seguenti:

canna sx: **Pr. 4+838.40 – 4+931.80** con una lunghezza stimata di applicazione pari a **L= 93.40 m**.

Per il pre consolidamento e demolizione sono previsti i seguenti principali interventi:


- ✓ Preconsolidamento al contorno del cavo con 38 tubi metallici acciaio S355 H di 114.3 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=140 mm), valvolati (1valv/m) e iniettati di L=16.00 m con sovrapposizione 4.00 m;
- ✓ Preconsolidamento al contorno del cavo con esecuzione 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 10 m in direzione della canna dx con passo 1.5 m e di 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 6 m in sinistra con passo 1.5.
- ✓ Demolizione per conci della galleria esistente.

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente e longitudinalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta variabile tra 0,60 m e 1,40 m da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

5.7 Sezione di avanzamento Bb – Sagoma 3 (canna sx)

Tavola di riferimento: CA357_P00GN02OSTST01_A.

Si prevede l'applicazione della sezione di avanzamento Bb per le zone detensionate di imbocco.

La sezione di avanzamento Bb associata alla sagoma interna di tipo 3 viene applicata nei tratti seguenti:

canna sx: **Pr. 4+124.40 – 4+184.40** con una lunghezza stimata di applicazione pari a **L= 60.00** m.


- ✓ Preconsolidamento al contorno del cavo con 38 tubi metallici acciaio S355 H di 114.3 mm di diametro e 10 mm di spessore (perforazione D=140 mm), valvolati (1valv/m) e iniettati di L=16,00 m con sovrapposizione 4,00 m;
- ✓ Preconsolidamento al contorno del cavo con esecuzione 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 10 m in direzione della canna dx con passo 1,5 m e di 4/5 chiodi radiali in vetroresina cementati in foro valvolati ed iniettati (1valv/m) di lunghezza 6 m in sinistra con passo 1.5.
- ✓ Demolizione per conci della galleria esistente.

Per il rivestimento di prima fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo fase sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato di 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

- ✓ rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato, di spessore variabile trasversalmente e longitudinalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta variabile tra 0,60 m e 1,40 m da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

5.8 Sezione di avanzamento Bypass

Si prevede la realizzazione di tre (3) Bypass pedonali, uno ogni 300 m, alle seguenti progressive riferite alla canna dx:

| | |
|------------|----------|
| GN02_BPP01 | 4+250.60 |
| GN02_BPP02 | 4+550.60 |
| GN02_BPP03 | 4+850.60 |


Tavola di riferimento: CA357_P00GN00OSTST09_A. (pedonale)

Per il rivestimento di prima fase dei Bypass pedonali sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ (eventuali) 2+2 drenaggi in avanzamento L=24.00 m con sovrapposizione 12.00 m di 60 mm di diametro e 4 mm di spessore (perforazione D=90 mm);
- ✓ scavo a piena sezione con sfondi di profondità massima di 1.20 m;
- ✓ spritz-beton fibrorinforzato al fronte sp=10 cm ogni fine campo e spessore 5 cm sul 10% degli sfondi;
- ✓ rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton fibrorinforzato sp=25 cm e da centine metalliche 2IPN180 con passo 1.20 m.

Per il rivestimento definitivo dei Bypass pedonali sono previsti i seguenti principali interventi:

- ✓ getto dell'arco rovescio armato i 70 cm di spessore da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ getto delle murette armate da eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 36.0 m (circa 3 diametri);
- ✓ impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- ✓ -rivestimento interno costituito da un getto in calcestruzzo armato , di spessore variabile trasversalmente a partire da un valore minimo in chiave di calotta di 0.70 m eseguirsi entro la distanza massima dal fronte di 72.0 m (circa 6 diametri).

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

6 APPLICAZIONE LINEE GUIDA

Il quadro geologico geotecnico e la previsione del comportamento deformativo del fronte e del cavo permetteranno nel corso degli avanzamenti di disporre di criteri progettuali per l'applicazione delle sezioni tipo e delle relative variabilità degli interventi previsti.

Accanto all'analisi del comportamento deformativo un ruolo fondamentale è rappresentato dalla raccolta dei dati geomeccanici al fronte tramite l'esecuzione sistematica dei rilievi geologici strutturali del fronte di scavo.

L'analisi congiunta dei dati guiderà la scelta in merito alla messa in opera degli interventi di sostegno, presostegno e preconsolidamento.

Sulla base di tali valori sarà possibile l'applicazione delle seguenti linee guida con riferimento alle seguenti tre condizioni:

1 – se i valori di estrusione e di convergenza misurati risultano coerenti con quanto ipotizzato dalle previsioni progettuali si procede con la sezione tipo indicata per la tratta in esame;

2 – se le condizioni al contorno dell'ammasso non consentono di normalizzare i valori di monitoraggio, si procederà all'applicazione di una differente sezione tipo scelta tra quelle più conservative progettualmente previste per ciascuna tratta omogenea;


3 – se anche a seguito della modifica della sezione tipo si raggiungono limiti superiori previsti per le deformazioni, la stazione appaltante valuterà le conseguenti azioni in accordo a quanto previsto dalla vigente normativa (art.106 – D.Lvo. 50/2016) nel caso di significativa difformità rispetto alle previsioni progettuali.

7 APPLICAZIONE DEL MONITORAGGIO ALLE SEZIONI TIPO

Il monitoraggio in corso d'opera presenta un mezzo forte di controllo della coerenza progettuale e dell'applicabilità delle condizioni al contorno ipotizzate in fase di progettazione.

Esso permette di verificare le seguenti condizioni:

- ✓ verificare la rispondenza di quanto misurato in situ rispetto alle ipotesi di progetto;
- ✓ verificare l'intensità degli interventi previsti (numero di consolidamenti al fronte, lunghezze delle sovrapposizioni, passo delle centine, ecc.) in relazione alla risposta deformativa del fronte e dello stato tensionale nei rivestimenti;
- ✓ verificare la corretta applicazione delle sezioni tipologiche previste per ciascuna tratta omogenea.

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

L'interpretazione dei dati di monitoraggio si basa principalmente sulla "corretta interpretazione" del comportamento tenso-deformativo al fronte e al contorno del cavo con una analisi completa di tutti i dati provenienti dal monitoraggio.

In altri termini valutando contemporaneamente il rilievo geologico, le misure di estrusione, di convergenza si può valutare e ipotizzare il meccanismo di collasso dal cavo e i margini rispetto a tale situazione per poter eventualmente intervenire in una nuova taratura del progetto realizzato in opera.

Per meglio interpretare i dati di monitoraggio si è soliti stabilire dei "valori di soglia" che risultano essere dei valori di riferimento limite rispetto alle ipotesi progettuali.

Sono quindi introdotti i seguenti valori di soglia:

- ✓ **Soglia di attenzione.** Al superamento di tale soglia si eseguirà un'accurata verifica dell'esecuzione delle fasi costruttive previste e si valuterà tempestivamente l'intensificazione della frequenza delle letture per controllare l'evoluzione delle grandezze significative, orientati dalla presenza o meno di eventuali segni premonitori di instabilità dell'evoluzione temporale delle misure, valutando la successiva stabilizzazione della risposta;
- ✓ **Soglia di allarme.** Il superamento di tale soglia indica l'approssimarsi ad una condizione di difformità rispetto alle previsioni di progetto e in tal caso si aumenterà ulteriormente la prevista frequenza delle misure per verificare l'eventuale progressiva stabilizzazione della risposta, in modo tale che la stazione Appaltante possa valutare le conseguenti azioni in accordo a quanto previsto dalla vigente normativa (art.106 – D.Lvo. 50/2016) nel caso di significative difformità rispetto alle previsioni progettuali.

Qualora le velocità di variazione delle grandezze misurate non si annullino in breve termine, le operazioni di scavo si arresteranno e si applicheranno tempestivamente dei provvedimenti atti a contrastare la tendenza al comportamento instabile del cavo.

7.1 Misure delle soglie di attenzione di allarme sul prerivestimento

valori di soglia di attenzione e di allarme risultano così definiti per una deformata C_{ATTESA} ottenuta con calcoli svolti in condizioni drenate:

- soglia di attenzione: **1.2 C_{ATTESA}**
- soglia di allarme: **1.3 $S_{ATTENZIONE}$**

I valori della deformata sono stati considerati per la fase di calcolo al getto dell'arco rovescio e risultano così suddivisi in funzione della Formazione incontrata e del ricoprimento del terreno considerato nei calcoli:

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

| Sezione Tipo | H | Range teorico | Soglia di | Soglia di |
|--------------|-----------|---------------|------------|-----------|
| | | | attenzione | allarme |
| (m) | Copertura | Conv (mm) | Conv (mm) | Conv (mm) |
| B0 e B2 | 65.0 | 17.0 | 20.4 | 26.5 |
| C1 | 30.0 | 14.0 | 16.8 | 21.8 |
| Aa | 65.0 | 19.0 | 22.8 | 29.6 |
| Bb | 30.0 | 15.0 | 18.0 | 23.4 |

7.2 Valori di estrusione attesa sul fronte

criterio di definizione dei valori di soglia delle estrusioni non può essere basato direttamente sui risultati delle analisi numeriche alle differenze finite perché queste ultime sono sviluppate nel piano della sezione trasversale della galleria.

Si fa quindi riferimento a dei risultati di analisi numeriche tridimensionali svolte in casi confrontabili con quelli in esame, da cui si evince che il valore di estrusione del fronte è prossima al 60% della massima convergenza diametrale verticale del contorno, in presenza di pririvestimento e in assenza di consolidamento del fronte.

L'esperienza ricavata da misure di estrusione al variare della lunghezza dei tubi in VTR (Lunardi, 2000) indica che in presenza di efficaci consolidamenti, l'estrusione è circa il 25% di quella del fronte non sostenuto uf.


Quindi otteniamo:

$$C_{ESTRUSIONE ATTESA} = 0,60 \times 0,25 \times u_f = 0,15 u_f$$

I valori di soglia di attenzione e di allarme per le misure di estrusione dei fronti risultano quindi così definiti:

- soglia di attenzione = $1.2 C_{ESTRUSIONE ATTESA}$
- soglia di allarme = $1.3 S_{ATTENZIONE}$

| Sezione Tipo | H | Range teorico | Soglia di | Soglia di |
|--------------|-----------|------------------|------------------|------------------|
| | | | attenzione | allarme |
| (m) | Copertura | Estrusione. (mm) | Estrusione. (mm) | Estrusione. (mm) |
| B0 e B2 | 65 | 2,6 | 3,1 | 4,0 |
| C1 | 30 | 2,1 | 2,5 | 3,3 |
| Aa | 65 | 2,9 | 3,4 | 4,4 |
| Bb | 30 | 2,3 | 2,7 | 3,5 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500 | |  |
| CA357 | <i>Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo</i> | |

8 CONDIZIONI DI SOSTA PROLUNGATA E SITUAZIONI DI EMERGENZA

Considerata la natura dello scavo in sotterraneo, le fasi di scavo e la sequenza delle operazioni sono state ipotizzate come ricorrenti senza soluzione di continuità.

Durante le fasi di avanzamento si potrebbero tuttavia manifestare particolari condizioni che conducono all'interruzione, programmata o meno, delle condizioni di scavo in una qualsiasi fase del ciclo produttivo previsto per la Sezione Tipo adottata.

In particolare, qualora le operazioni di scavo vengano interrotte per un periodo prossimo alle 24h sarà necessario sagomare, in terreni non coesivi, il fronte a forma concava e porre in opera uno stato di betoncino fibrorinforzato di spessore di almeno 30 cm.

Se il fermo delle operazioni di avanzamento risultasse maggiore, il ciclo delle lavorazioni dovrà necessariamente terminare con il fronte di scavo consolidato, sagomato a forma concava e ricoperto di uno strato di betoncino fibrorinforzato idoneo alla stabilità e si dovrà procedere al getto contemporaneo dell'arco rovescio e delle murette a ridosso del fronte stesso.

Con riferimento alla gestione di particolari "situazioni di emergenza" durante le fasi di avanzamento, vengono di seguito fornite alcune indicazioni preliminari per la messa in sicurezza degli scavi:

- ✓ nel caso di "rilasci parziali" del fronte di scavo, si dovrà interrompere l'avanzamento al fronte applicando uno strato idoneo di betoncino fibrorinforzato e in funzione delle caratteristiche geomeccaniche rilevate procedere a un eventuale intervento aggiuntivo di consolidamento al fronte;
- ✓ qualora si verificassero "instabilità globali" del fronte sotto forma di crolli improvvisi e imprevedibili, occorrerà procedere alla messa in sicurezza del fronte mediante la creazione di un muro tampone al piede attraverso blocchi in cls o similari. Si dovrà verificare la necessità di procedere all'intasamento dei vuoti creatisi al contorno del cavo mediante l'iniezione di miscele cementizie iniettate in doppia fase a bassa e a alta pressione attraverso elementi strutturali in VTR opportunamente valvolati.

In ogni caso, la progettazione di dettaglio degli interventi per la messa in sicurezza del fronte di scavo e per la ripartenza potrà essere condotta solo una volta raccolte le evidenze dell'evento, (geometria della galleria, caratteristiche dell'ammasso e circolazione idrica) e la condizione contingente (prerivestimento, distanza getto rivestimento definitivo).