

**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)*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**

**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*

**OPERE D'ARTE MAGGIORI  
GALLERIE  
GALLERIA NATURALE CHIGHIZZU\_GN02  
Relazione tecnica generale**



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA357_P00GN02GENRE01_A			
DPCA0357	D 20	CODICE ELAB.	P00GN02GENRE01	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>Relazione Tecnica Generale</i>	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI</b> .....	<b>4</b>
	2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida .....	4
	2.2 Bibliografia .....	4
	2.2.1 Generali .....	4
	2.2.2 Stabilità del cavo della galleria .....	5
	2.2.3 Calcolo dei rivestimenti .....	6
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>FASI COSTRUTTIVE</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>SAGOME TIPO ADOTTATE</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>SEZIONI DI AVANZAMENTO</b> .....	<b>10</b>
	6.1 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 1 .....	10
	6.2 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 1 .....	11
	6.3 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 1 .....	12
	6.4 Sezione di avanzamento Aa – Sagoma 1 (canna sx) .....	13
	6.5 Sezione di avanzamento Aa – Sagoma 3 (canna sx) .....	14
	6.6 Sezione di avanzamento Bb – Sagoma 1 (canna sx) .....	15
	6.7 Sezione di avanzamento Bb – Sagoma 3 (canna sx) .....	16
	6.8 Sezione di avanzamento Bypass .....	17
<b>7</b>	<b>APPLICAZIONE DEL MONITORAGGIO ALLE SEZIONI</b> .....	<b>19</b>
	7.1 Misure delle soglie di attenzione di allarme sul rivestimento di prima fase.....	20
	7.2 Valori di estrusione attesa sul fronte .....	20
	7.3 Stazioni di monitoraggio strumentate .....	21

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	<b>Relazione Tecnica Generale</b>	

## 1 PREMESSA

Nella seguente relazione si sintetizzano le caratteristiche descrittive dell'opera, del suo inserimento nel territorio e delle principali problematiche realizzative, e si descrive brevemente il monitoraggio in corso d'opera e in fase di esercizio 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	<b>35,00</b>
	AP_sx	4.082,39	4.124,39	<b>42,00</b>
GALLERIA CHIGHIZZU_GN02	AP_dx	4.095,00	4.980,00	<b>885,00</b>
	AP_sx	4.124,39	4.931,80	<b>807,41</b>
GALLERIA CHIGHIZZU_GN02_TRATTO IN ARTIFICIALE	AP_dx	4.980,00	5.035,00	<b>55,00</b>
	AP_sx	4.931,80	4.966,80	<b>35,00</b>

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.

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

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

Per la descrizione dei parametri significativi per l'individuazione e la gestione delle soglie si rimanda alle *Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo*.

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		
<b>CA357</b>	<b><i>Relazione Tecnica Generale</i></b>	

Per la descrizione di dettaglio del piano di monitoraggio si rimanda alla *Relazione* di monitoraggio.

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>Relazione Tecnica Generale</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

#### 2.2.1 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	<b>Relazione Tecnica Generale</b>	

- ✓ 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).

### 2.2.2 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* – 4<sup>th</sup> 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* – 3<sup>rd</sup> 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	<b>Relazione Tecnica Generale</b>	

### 2.2.3 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>Relazione Tecnica Generale</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.

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

#### 4 FASI COSTRUTTIVE

---

L'elaborato di riferimento è [CA357\\_P00GN02STRPE01\\_A](#).

Gli scavi della galleria avverranno dagli imbocchi Lato Cagliari (sud). Per prima cosa verranno realizzate le paratie provvisorie di imbocco e contestuale consolidamento del volume intercluso tra le due gallerie mediante iniezioni cementizie

La realizzazione delle opere di imbocco lato Sassari (nord) potrà essere temporalmente sfalsata, nel rispetto delle tempistiche necessarie allo scavo delle due canne.

Una volta realizzata la dima e il concio d'attacco, lo scavo della galleria naturale comincerà dalla [canna dx](#) di nuova realizzazione con il traffico in esercizio nelle due canne esistenti.

A completa realizzazione della nuova canna dx, il traffico in direzione Sassari sarà spostato sulla canna appena realizzata.

Sarà demolita la galleria artificiale della attuale canna dx, si aleserà secondo le modalità descritte negli elaborati specifici e a completamento sarà la nuova [canna sx](#).

Lo scavo della galleria avverrà con sfondi di [1 – 1.20 m](#) per campi di avanzamento paria a [12m](#).

La realizzazione dell'arco rovescio e delle murette avverrà ad una massima distanza di [36 m](#) (circa [3 diametri](#)).

Il getto del rivestimento definitivo avverrà ad una distanza massima di [72m](#) (circa [6 diametri](#)) e sarà ottimizzata in funzione della risposta deformativa del cavo evidenziata dal monitoraggio in corso d'opera.

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

## 5 SAGOME TIPO ADOTTATE

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

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

Le sagome adottate sono rappresentate nei seguenti elaborati:

Sagoma tipo 1:	CA357_T00GN00TRAST01_A
Sagoma tipo 3:	CA357_T00GN00TRAST02_A
Bypass pedonale:	CA357_T00GN00TRAST05_A
Galleria artificiale di imbocco sagoma tipo 1:	CA357_P00GA00OSTCP01_A
Galleria artificiale di imbocco sagoma tipo 3:	CA357_P00GA00OSTCP03_A

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

## 6 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 (fase di diagnosi).

Le sezioni tipo applicate alla costruzione della galleria sono le seguenti:

- ✓ Sezione di avanzamento, canna dx di nuova realizzazione, B0 – Sagoma 1 (B0-1)
- ✓ Sezione di avanzamento, canna dx di nuova realizzazione, B2 – Sagoma 1 (B2-1)
- ✓ Sezione di avanzamento, canna dx di nuova realizzazione, C1 – Sagoma 1 (C1-1)
- ✓ Sezione di alesaggio, canna sx Aa – Sagoma 1 (Aa-1)
- ✓ Sezione di alesaggio, canna sx Aa – Sagoma 3 (Aa-3)
- ✓ Sezione di alesaggio, canna sx Aa – Sagoma 1 (Bb-1)
- ✓ Sezione di alesaggio, canna sx Aa – Sagoma 3 (Bb-3)
- ✓ Sezione di avanzamento Bypass pedonale (BP)

A continuazione sono descritte le sezioni tipo di avanzamento, la successione delle fasi esecutive ed i campi di applicazione.

### 6.1 Sezione di avanzamento B0 – Sagoma 1

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;

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ 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);
- ✓ 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).

## 6.2 Sezione di avanzamento B2 – Sagoma 1

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  $L= 216,00$  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 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;

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ 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;
- ✓ 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).

### 6.3 Sezione di avanzamento C1 – Sagoma 1

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;

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ 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).

#### **6.4 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:

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ (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;
- ✓ -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).

## 6.5 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:

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ (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;
- ✓ -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).
- ✓

## 6.6 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:

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ (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;
- ✓ 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).

## 6.7 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:

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

- ✓ (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;
- ✓ 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).

## 6.8 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.

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

## 7 APPLICAZIONE DEL MONITORAGGIO ALLE SEZIONI

---

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 e ottimizzare 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 in progetto;
- ✓ segnalare la necessità o possibilità di applicazioni di sezioni tipo differenti da quelle previste in progetto.

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 e di subsidenza 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 se apportare leggere modifiche a tali lavorazioni, 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.** Al superamento di tale soglia si aumenterà opportunamente la prevista frequenza delle misure per verificare l'eventuale progressiva stabilizzazione della risposta.

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.

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	<b>Relazione Tecnica Generale</b>	

## 7.1 Misure delle soglie di attenzione di allarme sul rivestimento di prima fase

I 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:

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

Il 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 priverivestimento 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:

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

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  $C_{ESTRUSIONE\ ATTESA}$**

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	<b>Relazione Tecnica Generale</b>	

- soglia di allarme = **1.3 S**ATTENZIONE

Sezione Tipo	H	Range teorico	Soglia di attenzione	Soglia di 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

### 7.3 Stazioni di monitoraggio strumentate

Il Capitolato Anas prevede:

Tabella 10-1: Caratteristiche delle Stazioni

stazione	Posizione	Letture	Durata
Imbocchi	Per ogni imbocco	Giornaliera	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali urbane	Ogni 100 m o meno	Giornaliera o inferiore	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali extraurbane	Ogni 250 m o meno	Giornaliera o inferiore	Per tutta la durata del cantiere
Fondamentali	Ogni 1000 m o meno	Giornaliera (se significativa) o superiore	Fino al collaudo (Strumentazione esterna)
Principali	500 m o meno	Giornaliera o inferiore	Oltre il passaggio del fronte ( $\geq 5$ diametri) o fino al getto del rivestimento definitivo
Secondarie	Ogni 50 m o meno	Ogni fase lavorativa o inferiore	Oltre il passaggio del fronte (3 diametri) o fino al getto del rivestimento definitivo
Monitoraggio al fronte	Ogni campo di lavoro	Ogni 10 m	Fino al getto del rivestimento definitivo
Rilievo del fronte di scavo (in terreni sciolti e lapidei)	Ogni 10 m	Ogni 10 m	-----

Caratteristiche Stazioni di monitoraggio in corso d'opera, Capitolato Speciale di Appalto, Anas

Tabella 10-2: Caratteristiche delle Stazioni

Stazione	Posizione	Letture (*)	Durata (*)
Imbocchi	Per ogni imbocco	Giornaliera	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali urbane	100 m o meno	Giornaliera o inferiore	Fino al collaudo
Gallerie superficiali extraurbane	250 m o meno	Giornaliera o inferiore	Fino al collaudo
Fondamentali	1000 m o meno	Giornaliera (se significativa)	Fino al collaudo
Principali	500 m o meno	Giornaliera	Fino al collaudo
Monitoraggio conci prefabbricati	100 m o meno	Giornaliera o inferiore	

(\*) Letture da effettuare, dopo il collaudo, con frequenza semestrale o inferiore, per la vita dell'opera

Caratteristiche Stazioni di monitoraggio in esercizio, Capitolato Speciale di Appalto, Anas

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>Relazione Tecnica Generale</i>	

Nel caso in esame le due canne hanno estensioni di poco inferiore ai 1000m, pertanto, le stazioni di misura saranno articolate come segue:

- ✓ (3) Stazioni per gli imbocchi\*;
- ✓ (4) Stazioni fondamentali coincidenti con le sezioni di calcolo.

\*Una stazione fondamentale è anche stazione di imbocco

Le progressive delle stazioni di monitoraggio sono le seguenti:

- ✓ Stazione 9 di imbocco asse dx progr.4+100.00
- ✓ Stazione 10 di imbocco / fondamentale (calcolo) asse sx progr.4+3100
- ✓ Stazione 11 fondamentale (calcolo) asse dx progr.4+131.00
- ✓ Stazione 12 fondamentale (calcolo) asse sx progr.4+240.00
- ✓ Stazione 13 fondamentale (calcolo) asse dx progr.4+240.00
- ✓ Stazione 14 di imbocco asse sx progr.4+925.00
- ✓ Stazione 15 di imbocco asse dx progr.4+975.00

Le misure effettuate si divideranno in:

- ✓ misure all'interno del cavo;
- ✓ misure all'esterno del cavo (per le stazioni di imbocco, strumenti piezometri ed inclinometri).

Nella tabella seguente si riportano le strumentazioni installate nelle varie stazioni di monitoraggio:

QUANTITA' STRUMENTAZIONI CHIGHIZZU								
STRUMENTO	QUANTITA' SU STAZIONI N.							TOTALE
	9	10	11	12	13	14	15	
CC	2	2	2	2	2	2	2	14
CP	5	5	5	5	5	5	5	35
SG	6	6	6	6	6	6	6	42
SGC	16	16	16	16	16	16	16	112
Estensimetro multibase		3	3	3	3			12
Inclinometro esterno	1	1					1	3
Piezometro esterno	1	1					1	3

Con:

- CC Celle di carico al piede della centina rivestimento prima fase;
- CP sono le Celle di pressione radiale su rivestimento prima fase;
- SG Strain Gauges su rivestimento prima fase;
- SGC Strain Gauges su rivestimento definitivo.

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		 <b>ANAS</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA357	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

Il piano di monitoraggio prevede la predisposizione di controlli della situazione deformativa sui manufatti esistenti e sulla superficie del terreno attraversato con punti di livellazione opportunamente disposti per i due edifici individuati nella relazione di calcolo CA357\_P00GN02OSTRE02\_A alle progressive 4+640 e 4+720.

Fabbricato n.	Progressiva	Copertura di terreno sul cielo della galleria (m)	Distanza dello spigolo più sfavorito dall'asse della galleria (m)
1	4+640	30	0
2	4+720	25	9

In superficie si prevede la posa in opera di "capisaldi" per livellazioni topografiche e al di sopra della galleria per "vertici" per misure topografiche (mire ottiche).

Sarà effettuata inoltre una campagna di monitoraggio atta al Controllo delle Vibrazioni indotte mediante l'utilizzo di **Geofoni Triassiali**.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazione del piano di monitoraggio.