

**DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE
N. 61 DEL 29/01/2025**

OGGETTO

APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA DEL PROGETTO ESECUTIVO DI
MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA GALLERIA CASA POGGIOLI A LUGO DI
BAISO SULLA SP486R

Redattore: LIGABUE ELIANA

RDP/RUP: TUMMINO GIUSEPPE

Dirigente: BUSSEI VALERIO

Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile e Patrimonio

IL DIRIGENTE

Premesso che con Decreto del Presidente n. 1 del 09/01/2025 è stato approvato il Piano Esecutivo di Gestione per l'esercizio 2025 ed è stata affidata ai dirigenti responsabili dei centri di responsabilità l'adozione di tutti i provvedimenti di contenuto gestionale necessari per assicurare il perseguimento degli obiettivi assegnati;

Vista la proposta con la quale l'ing. Giuseppe Tummino, in qualità di Responsabile dell'U.O. Gestione Manufatti, del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio, fa presente quanto segue:

- la ex SS 486, ora strada provinciale 486 R “di Montefiorino” (SP486R), in seguito al D.Lgs. n. 112 del 1998 e precisamente dal 2001 è stata trasferita dallo Stato al demanio della Provincia di Modena e della Provincia di Reggio Emilia, per le tratte territorialmente di competenza;
- la SP486R “di Montefiorino”, nel tratto Sassuolo-Montefiorino-innesto con la ex SS 324, fa parte della Rete di Base, che ricomprende tutte le strade statali, ad esclusione di quelle facenti parte della Grande Rete (le strade precedentemente statali e trasferite alle Province), nonché le provinciali già inserite nella Rete di Base del PRIT98 e in considerazione delle sue caratteristiche funzionali, riveste carattere di interesse regionale;
- trattasi di un'infrastruttura viaria importante, in quanto regola il traffico proveniente dalla montagna e dalla SP467R, nonché dalle zone industriali ed artigianali che vi si affacciano;
- in particolare sulla SP486R tra Cerredolo, frazione di Toano e Muraglione, frazione di Baiso, insistono 3 viadotti di grosse dimensioni ed una galleria, con quest'ultima più a valle, la quale attraversa una formazione rocciosa ed ha uno sviluppo lineare della canna pari a 400 metri;
- dal 2001 ad oggi la galleria è stata oggetto di particolare attenzione da parte dei tecnici della Provincia, in quanto la stessa ha manifestato dei distacchi di materiale, oltre ad una costante ed omogenea infiltrazione d'acqua proveniente dalla calotta, soprattutto durante la stagione invernale;
- il 06 Luglio 2021, è stato eseguito un sopralluogo congiunto all'interno della galleria, al quale hanno partecipato i funzionari tecnici della Provincia, il consulente esterno Ing. Marco Arduini e l'impresa che esegue le attività di manutenzione sui manufatti di proprietà provinciale e sono state riscontrate diverse lesioni in calotta, oltre ad un diffuso stato di degrado, causato dalle infiltrazioni e venute d'acqua;
- a seguito delle prime indicazioni visive raccolte, è stata disposta la chiusura al transito della galleria in questione, dalle 19:00 alle 5:30, per cinque notti a far data dal 22/09/2021, con ordinanza n.290 del 17/09/2021, durante le quali sono state eseguite

approfondite indagini strutturali, al fine di redigere una relazione diagnostica, sullo stato di salute delle strutture;

- la relazione di diagnostica, redatta dall'Ing. Marco Arduini e depositata agli atti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio, riporta quanto di seguito:
 - procedere in modo solerte, almeno per la zona B, ad una sostituzione di una crosta di intradosso di 15-20 cm. di spessore con un getto di calcestruzzo armato da solidarizzare alla volta e ai piedritti, riportando così in equilibrio la sezione resistente a pressoflessione. L'armatura da aggiungere dovrà essere dimensionata sulla base dei carichi presenti; a tal fine un sondaggio geologico è necessario per capire i parametri di spinta dei terreni attraversati dalla canna;
 - verificare la consistenza della soletta di fondazione con uno scavo, per stabilire spessore e posizione delle armature;
 - con iniezioni poliuretaniche in pressione, realizzare una sorta di mantello impermeabilizzante attorno alla calotta, per convogliare l'acqua verso le parti verticali;
 - con l'apertura dei giunti tra i conci, prevedere zone di captazione e smaltimento delle acque al piede delle calotte con una serie di dreni;
- con determinazione dirigenziale n. 925 del 11/11/2021 è stato affidato il servizio tecnico per il rilievo topografico di dettaglio, necessario per una valutazione della sicurezza e per conoscere l'esatta geometria del manufatto, non solo della struttura della galleria, ma delle sue condizioni al contorno;
- a seguito di procedura aperta, con determinazione dirigenziale n. 430 del 12/05/2022, sono stati aggiudicati i servizi tecnici di architettura e ingegneria per interventi su manufatti della rete viaria della Provincia di Reggio Emilia, tramite accordo quadro, ai seguenti 3 operatori economici, risultanti rispettivamente al 1°, 2° e 3° posto della relativa graduatoria:
 - 1° in graduatoria: RTP composto da SI.ME.TE. S.R.L. (Mandatario), con sede legale in via Treviso n. 12 – Torino - C.F./P.I. 05060100012 e da GENOVESE & ASSOCIATI SOCIETA' TRA PROFESSIONISTI S.R.L. (Mandante), con sede legale in via Camogli n. 10 - Torino - C.F./P.I. 07282110019;
 - 2° in graduatoria: RTP composto da Prof. Ing. RAFFAELE POLUZZI (Mandatario) con sede legale in via Cristoni n. 14 - Casalecchio di Reno (BO) – C.F. PLZRFL40D21A944A – P.I. 00586000374, da SP INGEGNERIA S.R.L. (Mandante), con sede legale in via Prima Traversa Spianà n. 1 - Verona - C.F./P.I. 03560760237, da MBE S.R.L. (Mandante), con sede legale in Via Filippo Corridoni n. 2 - Rovigo - C.F./P.I. 01533430292 e da Dott. Geol. PIERLUIGI DALLARI (Mandante), con sede legale in via C. Costa n. 178 - Modena - C.F. DLLPLG58S06F257X – P.I. 01593640368;
 - 3° in graduatoria: RTP composto da ENSER S.R.L. (Mandatario), con sede legale in Viale Baccarini n. 29/2 - Faenza (RA) - C.F./P.I. 02058800398 e da Geom. RICCARDO SALVINI (Mandante), con sede legale in Via Monte Santo n. 29 – Forlì (FC) - C.F. SLVRCR69D30D704G - P.I. 03113330405;
- con determinazione dirigenziale n. 618 del 14/07/2022, nell'ambito dell'appalto tramite accordo quadro di cui sopra, sono stati affidati, tra l'altro, servizi tecnici relativi alla all'opera in questione e precisamente per la “Manutenzione straordinaria della Galleria

sulla SP486R in località Lugo di Baiso” - Parcella € 43.019,56 a cui aggiungere oneri previdenziali e IVA, per un totale lordo di € 54.583,22;

- si è reso necessario caratterizzare il terreno retrostante la calotta ed indagare la presenza o meno dell'arco rovescio e a tal proposito, con determinazione dirigenziale n. 963 del 04/11/2022, sono stati affidati direttamente i lavori relativi alle perforazioni finalizzate all'esecuzione di indagini e relative prove propedeutiche all'intervento di manutenzione in argomento;
- per innalzare ulteriormente il livello di conoscenza, indispensabile per le valutazioni di carattere strutturale, si è reso necessario eseguire un'ulteriore campagna di indagine, affidata all'impresa Experimentations Srl, con sede legale in via Y. Gagarin n. 69 - Corciano (PG) – C.F./P.I. 03372400543, aggiudicataria dell'accordo quadro del servizio tecnico di prove e indagini sui materiali, di cui alla determinazione dirigenziale n. 498 del 29/06/2021;
- con le informazioni sia qualitative che quantitative raccolte e sulla base dei dettami contenuti nelle “LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DELLE GALLERIE ESISTENTI”, è stata attribuita una classe di attenzione globale per lo stato di fatto che risulta essere MEDIO-ALTA ed in particolare la classe di pericolosità strutturale locale è ALTA per tutta la canna;
- sulla base dei dati a disposizione, è stato possibile redigere un progetto di fattibilità tecnica ed economica, all'interno del quale sono stati previsti i seguenti interventi:
 - Bullonatura della calotta con elementi in vetroresina rivestite da guaina espandibile in geotessuto, sulle tratte di galleria più deteriorate, da eseguirsi con un primo intervento già finanziato e posto base di gara, con determinazione dirigenziale n. 204 del 15/03/2023;
 - Bullonatura della calotta sulla restante parte della galleria;
 - Alesaggio (fresatura e idrodemolizione in presenza di armatura all'intradosso) per uno spessore pari a 30 cm di rivestimento;
 - Demolizione alla base del piedritto per alloggiamento cordoli all'interno del quale innestare i micropali di lunghezza pari a 8 metri e diametro 200 mm;
 - Alloggiamento tubi di scarico acqua nel cordolo, per captare le acque provenienti dalla calotta e regimentarle;
 - Armatura e getto del cls del cordolo di base;
 - Posa di un telo impermeabile in pvc, spessore non inferiore a 2 mm a tergo della parte di rivestimento fresato;
 - Posizionamento cassero per nuovo rivestimento di spessore pari a 30 cm;
 - Getto di calcestruzzo autocompattante;
 - Scavi per rimozione pavimentazione stradale esistente;
 - Rifacimento del pacchetto stradale, all'interno del quale alloggiare i tubi di raccolta delle acque collegati con gli scarichi presenti nei cordoli;
 - Rifacimento completo dell'impianto di illuminazione, della segnaletica e delle finiture;

- sulla base degli interventi di cui al precedente elenco e sulla base dei dettami delle *“LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DELLE GALLERIE ESISTENTI”* è stata stimata, altresì, la classe di attenzione globale post-intervento che risulta essere BASSA ed in particolare la classe di pericolosità strutturale locale diverrebbe BASSA per tutta la canna;
- il progetto di fattibilità tecnica ed economica era stato redatto per avere una visione complessiva delle esigenze manutentive relative alla galleria, per la quale si è approfondito, a livello esecutivo, solo una porzione limitata dell'intervento complessivo e soprattutto si è intervenuti sui tratti più critici;
- il progetto di fattibilità tecnica ed economica è stato approvato con decreto del Presidente n. 64 del 17/04/2023 e nello stesso, ravvisata l'urgenza manutentiva, è stato dato mandato al Dirigente del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio, di provvedere all'adozione dei successivi provvedimenti finalizzati dapprima al reperimento delle risorse ed in seguito alla realizzazione delle opere;
- in data 26/03/2024 è stata acquisita agli atti della Provincia con protocollo numero 8520, la nota a firma dell'assessore Regionale, con la quale si comunicava che vi sono risorse a valere sul Fondo per lo sviluppo e la coesione (FSC) - 2021-2027, in relazione all'area tematica dei Trasporti e della Mobilità e si prevede l'assegnazione di complessivi 137 milioni di euro. Nella stessa vengono esplicitati sinteticamente i criteri che verranno adottati per le candidature di finanziamento e che pertanto la realizzazione dell'intervento di manutenzione straordinaria della Galleria è reale, in quanto vi sono possibilità concrete di ricevere il finanziamento;
- con determinazione dirigenziale n. 336 del 12/04/2024, è stato affidato ai sensi del D.Lgs. 36/2023 art. 41 comma 8 lettera d) e art. 50, comma 1, lettera b), il servizio tecnico di progettazione esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione per i lavori di *“Manutenzione straordinaria della Galleria Casa Poggioli a Lugo di Baiso sulla SP486R”* all'operatore economico SI.ME.TE. s.r.l. con sede legale in Torino, via Treviso n.12, P.IVA/C.F. 05060100012 per l'importo di € 95.000,00 netti, a cui saranno aggiungere i contributi previdenziali e assistenziali (4%), nonché l'IVA (22%);

Dato atto che il Responsabile Unico del Progetto, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 36/2023, è l'ing. Giuseppe Tummino, Responsabile dell'U.O. Gestione Manufatti, del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio della Provincia;

Visti:

- la deliberazione di Giunta Regionale n. 963 del 04/06/2024 avente ad oggetto *“FONDO SVILUPPO E COESIONE 2021-2027. PRESA D'ATTO DELLA SOTTOSCRIZIONE DELL'ACCORDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE TRA LA PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI E LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA E SUCCESSIVI AGGIORNAMENTI AL PIANO FINANZIARIO. INDIRIZZI PER L'AVVIO E L'ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI/LINEE DI AZIONE”*
- l'allegato 1 di cui alla deliberazione di cui sopra, nel quale è ricompreso il finanziamento della linea di azione *“MANIFESTAZIONI DI INTERESSE ANNUALI PER*

LA VIABILITÀ PROVINCIALE E PER INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO”, per un ammontare complessivo di 150.700.000,00 di euro di cui 137.000.000,00 a valere sulle risorse FSC 2021-2027 di cui alla delibera cipess n. 25/2023 e ulteriori 13.700.000,00 milioni di euro a valere su risorse del bilancio regionale;

- la deliberazione di Giunta Regionale n. 1167 del 24/06/2024 avente ad oggetto *“ACCORDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE FSC 2021-2027. AVVISO PER MANIFESTAZIONI DI INTERESSE PER IL FINANZIAMENTO DI INTERVENTI DI VIABILITÀ PROVINCIALE E PER INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO”*;
- l'allegato 1 di cui alla delibera di Giunta Regionale n. 1167 del 24/06/2024, che risulta essere l' *“Avviso per manifestazioni di interesse per il finanziamento di interventi di viabilità provinciale e per infrastrutture di trasporto”*;

Preso atto che nell'avviso allegato alla deliberazione n. 1167 del 24/06/2024, di cui sopra, si legge:

- *“Saranno ammissibili interventi volti alla realizzazione di nuovi tratti stradali di collegamento e interventi di potenziamento, messa in sicurezza, adeguamento e manutenzione straordinaria di tratti stradali strategici (provinciali e comunali) per il territorio regionale, oltre che interventi di riqualificazione e potenziamento di infrastrutture aeroportuali”*;
- *“Gli interventi oggetto di finanziamento, sia di ambito provinciale che comunale, dovranno ricoprire un ruolo di rilevanza sul territorio regionale e provinciale, con priorità ad opere di rilevante interesse regionale o provinciale e agli interventi immediatamente cantierabili”*;
- *“Per la candidatura della manifestazione di interesse è richiesta quale condizione di ammissibilità l’approvazione in linea tecnica del progetto di fattibilità tecnico-economica dell’intervento, ai sensi dell’art. 41 del D. Lgs. 36/2023, ossia del progetto definitivo, ai sensi dell’art. 225 comma 9 dello stesso (Disposizioni transitorie e di coordinamento), nonché la presentazione dell’estratto del piano degli investimenti/OO.PP triennale/annuale da parte dell’Ente”*;

Ravvisato che i criteri di valutazione adottati per la selezione dei progetti candidati saranno i seguenti:

- *GRADO DI CANTIERABILITÀ DELL’OPERA: maggiore livello progettuale rispetto al livello minimo dato dal progetto di fattibilità tecnico-economica ai sensi dell’art.41 del D. Lgs 36/2023 ovvero dal progetto definitivo ai sensi dell’art. 225 comma 9 dello stesso, e/o grado di completamento dell’iter approvativo del progetto (es. valutazioni ambientali, localizzazioni urbanistiche, pareri, nulla osta o altri atti comunque denominati che condizionano l’appalto dei lavori): PESO 50;*
- *STRATEGICITÀ OPERA: grado di rilevanza strategica dell’opera a livello regionale, in base agli strumenti pianificatori e programmatici vigenti, nonché in base ai flussi di traffico e/o al bacino di utenza servito (a titolo esemplificativo collegamenti a servizi essenziali, scuole, ospedali, attività produttive o centri rilevanti centri direzionali): PESO 40;*
- *GRADO ED ENTITÀ DEL COFINANZIAMENTO: quota di cofinanziamento, anche derivante da altre fonti di finanziamento, destinato all’intervento proposto a candidatura: PESO 10;*

Considerato che:

- l'intervento di “*MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA GALLERIA CASA POGGIOLI A LUGO DI BAISO SULLA SP486R*”, si inquadra come manutenzione straordinaria di tratti stradali strategici, in quanto la SP486R è l'arteria principale in direzione NORD-SUD sul confine est della Provincia di Reggio Emilia;
- l'intervento in argomento, non è l'unico che si va ad attuare su quel tratto stradale, ma fa parte di una più ampia programmazione, che partendo dall'annualità 2021 ha previsto e prevede i seguenti interventi, suddivisi per lotti funzionali:
 - Intervento di “MANUTENZIONE GALLERIA LUGO DI BAISO” - CUP C57H21005180003 - importo complessivo € 550.000,00 - opera finanziata con fondi Provinciali;
 - Intervento di “MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL VIADOTTO BRIGLIA DI LUGO, SULLA SP486R AL KM 36+720 IN COMUNE DI BAISO, 1° LOTTO” - CUP C57H21004270001 - importo complessivo € 400.000,00 - opera finanziata con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 225 del 29/05/2021;
 - Intervento di “MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL VIADOTTO SALTINO, SULLA SP486R AL KM 39+520 IN COMUNE DI BAISO. 1° LOTTO” - CUP C57H21004280001 - importo complessivo € 670.000,00 - opera finanziata con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 225 del 29/05/2021;
 - Intervento di “MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL VIADOTTO CERREDOLO, SULLA SP486R AL KM 41+900 IN COMUNE DI BAISO. 1° LOTTO” - CUP C57H21004290001 - importo complessivo € 555.000,00 - opera finanziata con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 225 del 29/05/2021;
 - Intervento di “MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL VIADOTTO BRIGLIA DI LUGO, SULLA SP486R AL KM 36+720 IN COMUNE DI BAISO, 2° LOTTO” - CUP C57H23000680001 - importo complessivo € 1.100.000,00 - opera finanziata con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 125 del 05/05/2022;
 - Intervento di “MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL VIADOTTO SALTINO, SULLA SP486R AL KM 39+520 IN COMUNE DI BAISO. 2° LOTTO” - CUP C57H23000660001 - importo complessivo € 4.500.000,00 - opera finanziata con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 125 del 05/05/2022;
 - Intervento di “MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL VIADOTTO CERREDOLO, SULLA SP486R AL KM 41+900 IN COMUNE DI BAISO. 2° LOTTO” - CUP C57H23000670001 - importo complessivo € 1.750.000,00 - opera finanziata con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 125 del 05/05/2022;
- la Galleria Casa Poggioli si trova sulla SP486R, e quest'ultima è una strada provinciale di interesse regionale, pertanto il requisito di rilevanza strategica a livello regionale, sussiste;
- la Provincia di Reggio Emilia preso atto della strategicità dell'opera ed analizzati i flussi di traffico dell'arteria stradale, aveva già finanziato, con fondi propri, un 1° lotto di intervento per € 550.000,00, nel quale eseguire le indagini conoscitive, i rilievi e l'esecuzione di opere più urgenti. Questo finanziamento è stato previsto nella 2ª variazione al Bilancio di Previsione 2021-2023, di cui alla deliberazione di Consiglio Provinciale n. 11 del 23/09/2021;
- il grado di cantierabilità dell'opera è il massimo, in quanto con la presente si approva in linea tecnica il progetto esecutivo, redatto ai sensi del D.Lgs 36/2023 e s.m.i. e

pertanto un livello progettuale superiore a quanto riportato nella manifestazione di interesse di cui alla citata deliberazione di Giunta Regionale n.1167 del 24/06/2024;

Rilevato che:

- le scelte progettuali sono state dettate da esigenze di manutenzione in quanto l'opera si trova in condizioni di avanzato degrado, pertanto le lavorazioni da eseguirsi saranno le seguenti:
 - Realizzazione di fori per alloggiamento dei bulloni a quinconce;
 - Installazione dei bulloni radiali in calotta, con perforazione di diametro ≥ 90 mm, lunghezza 6m;
 - Demolizione banchina e porzione di sovrastruttura stradale esistente;
 - Fresatura o idrodemolizione - ove presente armatura - del rivestimento definitivo per uno spessore di circa 30 cm nelle zone di calotta piedritti e murette;
 - Demolizione localizzata della sede stradale per permettere la demolizione dei cordoli esistenti;
 - Demolizione cordoli esistenti, realizzazione micropali, armatura e getto nuovi cordoli;
 - Rinterro porzioni stradali scavate;
 - Posa dello strato di impermeabilizzazione con tessuto non tessuto (TNT) e guaina in PVC;
 - Getto del rivestimento definitivo in c.a. di calotta;
 - Completamento reti di smaltimento acque ed altri impianti;
 - Ripristino sovrastruttura stradale;
- durante gli approfondimenti progettuali della fase esecutiva e considerato che, il progetto di fattibilità tecnica ed economica redatto ed approvato ai sensi del D.Lgs. 50/2016, prevedeva una stima sommaria dei costi, è emersa la necessità di avere maggiori risorse a disposizione rispetto a quanto previsto in detto progetto di fattibilità tecnica ed economia, sia a causa dell'aumento continuo dei costi, ma anche per ragioni di carattere tecnico e di programmazione, in quanto rimandare la realizzazione degli impianti di smaltimento delle acque e degli impianti elettrici ad un futuro intervento, avrebbe comportato una ulteriore chiusura al transito della galleria, con ulteriori costi per la messa in sicurezza della deviazione e montaggio e smontaggio della segnaletica, oltre ad affrontare nuovamente i costi per un ulteriore accantieramento. Progetto di fattibilità Tecnica ed Economica, approvato con Decreto del Presidente n. 202 del 23/10/2024 - avente ad oggetto: Approvazione Aggiornamento quadro economico del progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo all'intervento di manutenzione straordinaria della Galleria Casa Poggioli, a Lugo di Baiso, sulla SP486R;
- il progetto esecutivo di “Manutenzione straordinaria della galleria Casa Poggioli a Lugo di Baiso sulla SP486R”, redatto da SI.ME.TE. s.r.l., è stato depositato agli atti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio e risulta costituito dai seguenti elaborati progettuali:

DOCUMENTI:

1010	24	01	ESE	GE	ELE	_01	a	Elenco elaborati
1010	24	01	ESE	GE	RIL	_01	a	Relazione tecnica illustrativa

1010	24	01	ESE	GE	CME	_01	a	Computo metrico estimativo
1010	24	01	ESE	GE	EPU	_01	a	Elenco prezzi unitario
1010	24	01	ESE	GE	ANP	_01	a	Analisi prezzi
1010	24	01	ESE	GE	QIM	_01	a	Quadro di incidenza della manodopera
1010	24	01	ESE	GE	PMA	_01	a	Piano di manutenzione
1010	24	01	ESE	GE	PMA	_02	a	Piano di manutenzione impianti elettrici
1010	24	01	ESE	GE	QEC	_01	a	Quadro economico
1010	24	01	ESE	GE	CRO	_01	a	Cronoprogramma
1010	24	01	ESE	GE	CSP	_01	a	Capitolato speciale d'appalto - Parte tecnica
1010	24	01	ESE	GE	CSP	_02	a	Capitolato speciale d'appalto - Impianti Elettrici
1010	24	01	ESE	GE	RIN	_01	a	Relazione sull'incidentalità del by-pass
1010	24	01	ESE	ST	RDC	_01	a	Relazione di calcolo
1010	24	01	ESE	ST	RDC	_02	a	Relazione di calcolo strutture provvisoriale per vasca
1010	24	01	ESE	IE	RDC	_01	a	Relazione di calcolo condutture elettriche
1010	24	01	ESE	IE	RDC	_02	a	Relazione di calcolo illuminotecnica
1010	24	01	ESE	GE	PSC	_01	a	Piano di sicurezza e coordinamento
1010	24	01	ESE	GE	CAM	_01	a	Relazione sui criteri ambientali minimi CAM
1010	24	01	ESE	GE	GEO	_01	a	Relazione geologica

ELABORATI GRAFICI:

1010	24	01	ESE	GE	001	_01	a	Carta tecnica regionale
1010	24	01	ESE	GE	002	_01	a	Planimetria generale
1010	24	01	ESE	GE	003	_01	a	Profilo altimetrico galleria
1010	24	01	ESE	GE	004	_01	a	Sezione stato di fatto 1-9
1010	24	01	ESE	GE	004	_02	a	Sezione stato di fatto 10-18
1010	24	01	ESE	GE	004	_03	a	Sezione stato di fatto 19-26
1010	24	01	ESE	GE	005	_01	a	Progetto sezioni 1-9
1010	24	01	ESE	GE	005	_02	a	Progetto sezioni 10-18
1010	24	01	ESE	GE	005	_03	a	Progetto sezioni 19-26
1010	24	01	ESE	GE	006	_01	a	Sezioni di progetto - Lavorazioni e materiali 1-4
1010	24	01	ESE	GE	006	_02	a	Sezioni di progetto - Lavorazioni e materiali 5-8
1010	24	01	ESE	GE	006	_03	a	Sezioni di progetto - Lavorazioni e materiali 9-12
1010	24	01	ESE	GE	006	_04	a	Sezioni di progetto - Lavorazioni e materiali 13-16
1010	24	01	ESE	GE	006	_05	a	Sezioni di progetto - Lavorazioni e materiali 17-20
1010	24	01	ESE	GE	006	_06	a	Sezioni di progetto - Lavorazioni e materiali 21-24
1010	24	01	ESE	GE	006	_07	a	Sezioni di progetto - Lavorazioni e materiali 25-26
1010	24	01	ESE	GE	007	_01	a	Monitoraggio
1010	24	01	ESE	GE	008	_01	a	Interventi di sistemazione della viabilità alternativa

ELABORATI STRUTTURALI:

1010	24	01	ESE	ST	001	_01	a	Fasi esecutive - LOTTO 2
1010	24	01	ESE	ST	002	_01	a	Sezioni tipologiche di progetto e dettaglio
1010	24	01	ESE	ST	003	_01	a	Elaborati di dettaglio - Nuova Calotta - Armatura Calotta
1010	24	01	ESE	ST	004	_01	a	Elaborati di dettaglio - Cordolo Micropali - Armatura

ELABORATI IMPIANTISTICI:

1010	24	01	ESE	IM	001	_01	a	Inquadramento generale sistema di raccolta acque
1010	24	01	ESE	IM	002	_01	a	Carpenteria e armatura sistema di raccolta acque
1010	24	01	ESE	IM	003	_01	a	Planimetria raccolta acque vasche - Stralcio 1-2
1010	24	01	ESE	IM	003	_02	a	Planimetria raccolta acque vasche - Stralcio 3-4
1010	24	01	ESE	IM	004	_01	a	Profilo idraulico SX
1010	24	01	ESE	IM	004	_02	a	Profilo idraulico DX

ELABORATI IMPIANTI ELETTRICI:

1010	24	01	ESE	IE	B01	_01	a	Schema a blocchi impianti elettrici
1010	24	01	ESE	IE	G01	_01	a	Planimetria imbocchi - stato di fatto e stato di progetto
1010	24	01	ESE	IE	G02	_01	a	Planimetria piazzola tecnica - Impianti di servizio e layout apparecchiature
1010	24	01	ESE	IE	L01	_01	a	Planimetria illuminazione - distribuzione apparecchi e

								sezione tipologica
1010	24	01	ESE	IE	L02	_01	a	Planimetria illuminazione - installazione luminanzometri agli imbocchi
1010	24	01	ESE	IE	F01	_01	a	Planimetria cavidotti interni e sezione tipologica
1010	24	01	ESE	IE	Q01	_01	a	Schemi unifilari dei quadri elettrici

– il quadro economico dell'intervento è il seguente:

	IMPORTO €
LAVORI A MISURA (soggetti a ribasso)	5.638.656,24
ONERI SICUREZZA (non soggetti a ribasso)	58.380,96
TOTALE IN APPALTO	5.697.037,20
IVA Lavori (22%)	1.253.348,18
Progettazione esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione (oneri previdenziali e IVA compresa)	120.536,00
Incarico per verifica progettazione esecutiva (oneri previdenziali e IVA compresa)	68.570,51
Direzione dei lavori e coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione (oneri previdenziali e IVA compresa)	416.630,18
Incarico per Collaudo statico (oneri previdenziali e IVA compresa)	116.042,39
Spese per pubblicità gara	10.000,00
Contributo ANAC	880,00
Servizi complementari, Lavori in economia, Imprevisti, accordi bonari e arrotondamenti (IVA compresa)	703.014,79
Fondo (art. 45 comma 3 D.Lgs. 36/2023) pari all'80% di € 113.940,75	91.152,60
Fondo (art. 45 comma 5 D.Lgs. 36/2023) pari al 20% di € 113.940,75	22.788,15
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	2.802.962,80
TOTALE COMPLESSIVO	8.500.000,00

Preso atto che:

- l'art. 42, del D.Lgs. 36/2023:
 - al comma 1 recita: *“Nei contratti relativi ai lavori la stazione appaltante e l'ente concedente verificano la rispondenza del progetto alle esigenze espresse nel documento d'indirizzo e la sua conformità alla normativa vigente. La verifica ha luogo durante lo sviluppo della progettazione in relazione allo specifico livello previsto per l'appalto. In caso di affidamento congiunto di progettazione ed esecuzione, nonché nei contratti di partenariato pubblico-privato, la verifica del*

progetto di fattibilità tecnico-economica è completata prima dell'avvio della procedura di affidamento e la verifica del progetto esecutivo redatto dall'aggiudicatario è effettuata prima dell'inizio dei lavori"; pertanto la verifica del progetto esecutivo può essere rimandata ad un secondo momento e non è cogente in questa fase di approvazione del progetto in linea tecnica;

- al comma 3 recita: *"La verifica accerta la conformità del progetto alle prescrizioni eventualmente impartite dalle amministrazioni competenti prima dell'avvio della fase di affidamento e, se ha esito positivo, assolve a tutti gli obblighi di deposito e di autorizzazione per le costruzioni in zone sismiche, nonché di denuncia dei lavori all'ufficio del genio civile. I progetti, corredati della attestazione dell'avvenuta positiva verifica, sono depositati con modalità telematica interoperabile presso l'Archivio informatico nazionale delle opere pubbliche del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti"*; pertanto la norma impone al verificatore l'onere di accertare la conformità del progetto alle prescrizioni dell'ente e la verifica positiva esclude il deposito e/o autorizzazione sismica, questo a favore del criterio di valutazione di cantierabilità dell'opera, di cui alla delibera di Giunta Regionale n. 1167 del 24/06/2024;
- al comma 4 recita: *"La validazione del progetto posto a base di gara è l'atto formale che riporta gli esiti della verifica. La validazione è sottoscritta dal responsabile del relativo procedimento e fa preciso riferimento al rapporto conclusivo del soggetto preposto alla verifica e alle eventuali controdeduzioni del progettista. Il bando e la lettera di invito per l'affidamento dei lavori devono contenere gli estremi dell'avvenuta validazione del progetto posto a base di gara"*; pertanto la validazione, ovvero l'atto formale successivo alla verifica, è comunque necessario prima della fase di gara e non indispensabile per la presente approvazione in linea tecnica;

Dato atto che:

- il progetto risulta completo degli elaborati previsti dall'art. 22, c. 4, dell'Allegato I.7 al D.Lgs. 36/2023, elencati in premessa e conservati agli atti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio;
- il progetto, ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., è corredato dal Piano di sicurezza e coordinamento, redatto dall'Ing. Umberto Siniscalco Direttore Tecnico della società SI.ME.TE srl, coordinatore della sicurezza in fase di progettazione;
- il Responsabile Unico del Progetto di cui all'art. 15 del D.Lgs. 36/2023 è l'Ing. Giuseppe Tummino;

Ritenuto di:

- approvare, in linea tecnica, il progetto esecutivo dell'intervento di *"Manutenzione straordinaria della Galleria Casa Poggioli a Lugo di Baiso sulla SP486R"*, completo degli elaborati sopra elencati, concludente nell'importo complessivo di € 8.500.000,00 e articolato come indicato nel quadro economico sopra riportato;
- procedere alla richiesta di finanziamento come da indicazioni riportate deliberazione di Giunta Regionale n. 1167 del 24/06/2024 sopra richiamata;

Dato atto che:

- gli elaborati afferenti al Capitolato Speciale d'appalto - parte tecnica e alla Relazione tecnica illustrativa sono allegati in copia al presente atto, quali parti integranti e sostanziali;
- l'approvazione del capitolato amministrativo contenente le indicazioni per l'espletamento della gara, verrà redatto solo ed esclusivamente in caso di finanziamento dell'opera e pertanto si rimanda la sua eventuale approvazione;
- la spesa complessiva di € 8.500.000,00 è prevista alla Missione 10, Programma 05 del Bilancio di Previsione 2025-2027, quanto a € 120.536,00 sulla gestione residui 2024 e quanto a € 8.379.464,00 sull'annualità 2026 ed al corrispondente Cap. 5117 che verrà inserito nel PEG 2026, codice Piano dei Conti 2020109012;
- l'intervento è previsto nel Programma Triennale delle Opere Pubbliche 2025-2027, annualità 2026, codice CUI L00209290352202400087;

Richiamato ai sensi della Legge 136/2010, per l'intervento in argomento il Codice Unico di Progetto (CUP) n. C57H23002580001;

Visto l'obiettivo di 1° livello 1005/0008 del PEG 2025;

Accertata, ai sensi dell'art.147-bis del D.Lgs. 267/2000, la regolarità amministrativa del presente atto;

D E T E R M I N A

- di approvare, in linea tecnica, il progetto esecutivo dell'intervento di "*Manutenzione straordinaria della Galleria Casa Poggioli a Lugo di Baiso sulla SP486R*", completo degli elaborati conservato agli atti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio, concludente nell'importo complessivo di € 8.500.000,00 e articolato come indicato nel quadro economico di cui a seguire:

	IMPORTO €
LAVORI A MISURA (soggetti a ribasso)	5.638.656,24
ONERI SICUREZZA (non soggetti a ribasso)	58.380,96
TOTALE IN APPALTO	5.697.037,20
IVA Lavori (22%)	1.253.348,18
Progettazione esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione (oneri previdenziali e IVA compresa)	120.536,00

Incarico per verifica progettazione esecutiva (oneri previdenziali e IVA compresa)	68.570,51
Direzione dei lavori e coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione (oneri previdenziali e IVA compresa)	416.630,18
Incarico per Collaudo statico (oneri previdenziali e IVA compresa)	116.042,39
Spese per pubblicità gara	10.000,00
Contributo ANAC	880,00
Servizi complementari, Lavori in economia, Imprevisti, accordi bonari e arrotondamenti (IVA compresa)	703.014,79
Fondo (art. 45 comma 3 D.Lgs. 36/2023) pari all'80% di € 113.940,75	91.152,60
Fondo (art. 45 comma 5 D.Lgs. 36/2023) pari al 20% di € 113.940,75	22.788,15
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	2.802.962,80
TOTALE COMPLESSIVO	8.500.000,00

- di procedere alla richiesta di finanziamento come da indicazioni riportate deliberazione di Giunta Regionale n. 1167 del 24/06/2024, richiamata in premessa;
- di dare atto che:
 - la spesa complessiva di € 8.500.000,00 è prevista alla Missione 10, Programma 05 del Bilancio di Previsione 2025-2027, quanto a € 120.536,00 sulla gestione residui 2024 e quanto a € 8.379.464,00 sull'annualità 2026 ed al corrispondente Cap. 5117 che verrà inserito nel PEG 2026, codice Piano dei Conti 2020109012;
 - l'intervento è previsto nel Programma Triennale delle Opere Pubbliche 2025-2027, annualità 2026, codice CUI L00209290352202400087;
 - il progetto risulta completo degli elaborati previsti dall'art. 22, c. 4, dell'Allegato I.7 al D.Lgs. 36/2023, elencati in premessa e conservati agli atti del Servizio Infrastrutture, Mobilità sostenibile e Patrimonio;
 - il progetto, ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., è corredato dal Piano di sicurezza e coordinamento, redatto dall'Ing. Umberto Siniscalco Direttore Tecnico della società SI.ME.TE srl, coordinatore della sicurezza in fase di progettazione;
 - gli elaborati afferenti al Capitolato Speciale d'appalto - parte tecnica e alla Relazione tecnica illustrativa sono allegati in copia al presente atto, quali parti integranti e sostanziali;

- l'approvazione del capitolato amministrativo contenente le indicazioni per l'espletamento della gara, verrà redatto solo ed esclusivamente in caso di finanziamento dell'opera e pertanto si rimanda la sua eventuale approvazione;
- il Responsabile Unico del Progetto di cui all'art. 15 del D.Lgs. 36/2023 è l'Ing. Giuseppe Tummino;
- ai sensi della Legge 136/2010, per la gestione del contratto in argomento il Codice Unico di Progetto (CUP) è C57H23002580001.

Allegati:

- Capitolato speciale d'appalto parte tecnica;
- Relazione tecnica illustrativa.

Reggio Emilia, lì 29/01/2025

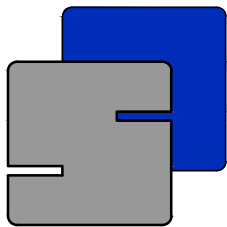
IL DIRIGENTE DEL
Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile
e Patrimonio
F.to BUSSEI VALERIO

Documento sottoscritto con modalità digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005.

(da sottoscrivere in caso di stampa)

Si attesta che la presente copia, composta di n. ... fogli, è conforme in tutte le sue componenti al corrispondente atto originale firmato digitalmente conservato agli atti con n del

Reggio Emilia, lì.....Qualifica e firma



SOCIETA' DI
INGEGNERIA

SI. ME. TE. s.r.l.

Via Treviso n. 12 - 10144 Torino
Tel. 011/7714685 r.a. - Telefax e Modem: 011/745 176
e-mail: info@simete.com
P. IVA: 05060100012



PROPRIETÀ :

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
Servizio infrastrutture U.O. Gestione Manufatti
Corso Garibaldi 26 - 42121 Reggio Emilia

**LAVORI DI MANUTENZIONE
STRAORDINARIA DELLA GALLERIA DELLA
SP486R NEL COMUNE DI BAISO**

CUP C57H23002580001

**PROGETTO ESECUTIVO
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

PROGETTISTA
ing. arch. **Roberto MELLANO**
A302 Dott. Ing. Roberto Mellano

RUP Lavori

ing. Giuseppe TUMMINO

a	20-09-2024	EMISSIONE	AK	R.ME.	R.ME.
REV.	DATA	OGGETTO EDIZIONE	DIS.	VERIF.	RIESAME

FILE :	TAVOLA N.	REV:	SCALA :
10102401ESEgeCSA_01a .dwg	10102401 ESE ge CSA 01	a	VARIE

Sommarario

1	PREMESSA.....	6
2	ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI.....	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
4	SCAVI E DEMOLIZIONI	11
4.1	PIANO DELLA DEMOLIZIONE	11
4.2	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE DEMOLIZIONI INTEGRALI O PARZIALI DI STRUTTURE COMPLESSE	12
4.3	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE IDRODEMOLIZIONI	13
4.4	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	13
4.5	MODALITA' ESECUTIVE	14
5	VIABILITA' DI ACCESSO AL CANTIERE.....	16
6	ANCORAGGI (BULLONI) RADIALI IN VETRORESINA.....	17
6.1	MALTE E MISCELE DI INIEZIONE	19
7	MICROPALI DI FONDAZIONE.....	22
7.1	Oneri compresi nell'appalto.....	22
7.2	Tracciamenti.....	23
7.3	Esecuzione dei micropali.....	23
7.3.1	Preparazione del piano di lavoro.....	23
7.3.2	Tipologie esecutive.....	24
7.3.3	Tolleranze geometriche	24
7.3.4	Armatura tubolare.....	24
7.3.5	Malte cementizie	24
7.3.6	Micropali con iniezione ad alta pressione.....	26
7.3.6.1	Formazione del fusto del micropalo.....	26
7.3.7	Micropali con riempimento a bassa pressione o gravità	28

7.3.7.1	Formazione del fusto del micropalo.....	28
7.3.8	Prove di carico.....	29
8	RIVESTIMENTO PROVVISORIO.....	31
8.1	Centine metalliche.....	31
8.1.1	RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PROIETTATO 31	
8.1.2	RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PROIETTATO FIBRORINFORZATO.....	32
8.1.2.1	Fibre polimeriche.....	33
8.1.2.2	Controlli sui calcestruzzi fibro-rinforzati.....	34
9	RIVESTIMENTO DEFINITIVO.....	35
9.1	CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	35
9.1.1	Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo.....	36
9.1.2	Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi.....	37
9.1.2.1	Cemento.....	37
9.1.2.2	Aggiunte minerali.....	38
9.1.2.3	Ceneri volanti.....	39
9.1.2.4	Fumo di silice.....	40
9.1.2.5	Loppa d'altoforno macinata.....	41
9.1.2.6	Altri tipi di aggiunta minerale ad attività pozzolanica.....	41
9.1.2.7	Aggregati.....	41
9.1.2.8	Acqua di impasto.....	42
9.1.2.9	Additivi.....	42
9.1.3	Caratteristiche dei conglomerati cementizi.....	43
9.1.3.1	Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati.....	43
9.1.3.2	Lavorabilità.....	44
9.1.3.3	Rapporto acqua/cemento.....	44

9.1.3.4	Massa volumica	45
9.1.3.5	Acqua di bleeding	45
9.1.3.6	Misura della temperatura del calcestruzzo al getto	46
9.1.3.7	Contenuto di cloruri nel calcestruzzo	46
9.1.3.8	Grado di compattazione.	46
9.1.3.9	Tempo di presa	46
9.2	ACCIAIO	46
9.3	CASSEFORME	47
9.4	ACCETTAZIONE E CONTROLLI	48
9.4.1	Controllo delle certificazioni per materie prime e prodotti	48
9.4.2	Prequalifica e qualifica	48
9.4.2.1	Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi	48
9.4.2.2	Qualifica degli acciai	50
9.4.3	Controlli in corso d'opera	51
9.4.3.1	Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi	51
9.4.3.2	Controlli sugli acciai	55
9.4.3.3	Laboratori accreditati e autorizzati	55
9.5	MODALITÀ DI ESECUZIONE	56
9.5.1	Confezionamento dei conglomerati cementizi	56
9.5.2	Trasporto dei conglomerati cementizi	57
9.5.3	Posa in opera dei conglomerati cementizi	58
9.5.3.1	Operazioni preliminari	58
9.5.3.2	Getto del calcestruzzo	58
9.5.3.3	Posa in opera in climi freddi	60
9.5.3.4	Posa in opera in climi caldi	61
9.5.3.5	Riprese di getto	62
9.5.3.6	Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco	62

9.5.3.7	Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito.....	62
9.5.3.8	Casseforme	63
9.5.4	Stagionatura e disarmo	64
9.5.4.1	Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non casserate.....	64
9.5.4.2	Rimozione dei casseri e maturazione umida.....	65
9.5.4.3	Regolarità delle superfici caserate.....	66
9.5.4.4	Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio	67
9.5.4.5	Materiali per giunti	67
9.6	ARMATURE PER C.A.	68
10	PAVIMENTAZIONE STRADALE – STRATO DI USURA E DI COLLEGAMENTO	69
10.1	Generalità.....	69
10.1.1	Inerti	69
10.1.2	Legante	71
10.1.3	Miscele	71
10.1.4	Controllo dei requisiti di accettazione.....	75
10.1.5	Formazione e confezione degli impasti	75
10.1.6	Attivanti l'adesione.....	75
10.2	Scarifica di pavimentazioni esistenti.....	76
10.3	Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature	77
10.4	Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile	78
10.4.1	Generalità.....	78
10.4.2	Inerti	78
10.4.3	Legante	78
10.4.4	Miscela	79
10.4.5	Formazione e confezione delle miscele	81
10.4.6	Posa in opera delle miscele.....	82

11	IMPERMEABILIZZAZIONI	83
11.1	IMPERMEABILIZZAZIONE CON GUAINA IN PVC	83
11.2	CONDOTTE DI RACCOLTA	84
12	MONITORAGGIO	86
12.1	MISURE DALL'INTERNO DEL CAVO	87
12.2	INTERPRETAZIONE E VERIFICA IN CORSO D'OPERA	87
13	PROVE E CONTROLLI	89
13.1	DISPOSIZIONI GENERALI	89
13.2	ANCORAGGI	89
13.3	CONGLOMERATO CEMENTIZIO GETTATO IN OPERA	90
13.4	ACCIAIO	90
13.5	IMPERMEABILIZZAZIONE	90

1 PREMESSA

Il presente documento è redatto nell'ambito della progettazione esecutiva degli interventi di risanamento della galleria Case Poggioli in località Lugo di Baiso (RE).

La galleria in esame presenta una lunghezza di 400 m circa, una copertura massima pari a 67 m e sarà sottoposta a interventi di ripristino attuati mediante fresatura o demolizione di una parte del rivestimento definitivo esistente, posa di impermeabilizzazione e messa in opera di nuovo rivestimento in calcestruzzo armato. Data la presenza dubbia di una soletta di base, si prevede di realizzare micropali.

Di seguito sono riportate le prescrizioni, gli oneri di carattere generale e i controlli da eseguire relativamente alle opere da realizzare.

Le tipologie di intervento previste sono:

- fresature;
- scavi;
- consolidamenti;
- impermeabilizzazioni;
- rivestimenti.

Per quanto non indicato nel presente documento, far riferimento al Progetto.

Per le specifiche sui materiali fare riferimento anche alla relazione CAM allegata al progetto.

2 ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI

L'impresa dovrà attenersi ai seguenti oneri generali:

- Prima di cominciare i lavori l'impresa dovrà inviare alla DL gli elaborati di dettaglio del progetto che dovranno includere anche:
 - La dettagliata descrizione dei metodi, delle fasi e delle sequenze di scavo che verranno adottate per ciascuna sezione tipo prevista nel progetto in accordo con le prescrizioni del progetto stesso;
 - L'organizzazione dei cantieri di lavoro e le misure di sicurezza;
- La pianificazione delle prove da effettuare in corso d'opera in accordo alle eventuali prescrizioni di progetto. L'impresa dovrà provvedere, con il procedere dei lavori, alla redazione del progetto "as built" che dovrà riportare tutti i dettagli relativi agli interventi effettivamente posti in opera e tutte le caratteristiche della galleria nella sua configurazione finale; esso si comporrà di elaborati grafici e relazioni al pari del progetto esecutivo.
- La realizzazione delle opere (scavi, consolidamenti, opere di sostegno, rivestimenti, etc) dovrà avvenire in conformità al progetto. Ove le condizioni riscontrate in sito risultassero difformi da quella ipotizzata in sede di progetto, l'Impresa dovrà fornire al progettista, tramite la DL, tutti i dati necessari affinché il progetto possa essere verificato ed eventualmente modificato a cura del progettista stesso;
- L'Impresa dovrà provvedere all'esecuzione di tutte le prove ed i rilievi previsti dal progetto o dalle presenti prescrizioni ed eventualmente richiesti dalla DL. Avrà inoltre l'onere di provvedere alla registrazione e archiviazione di tutti i dati e alla segnalazione tempestiva, alla DL di tutte le anomalie riscontrate;
- Per gli interventi di miglioramento, rinforzo e stabilizzazione la DL potrà richiedere la realizzazione di adeguati campi prova per valutare la fattibilità e l'efficacia degli interventi stessi e per consentire il loro corretto dimensionamento. Le prove preliminari, ove previste, non costituiscono certificazione di qualità dei lavori, ma hanno soltanto lo scopo di provare la fattibilità e l'efficacia degli interventi previsti nel progetto. Gli oneri diretti e indiretti, connessi con la realizzazione dei campi prova sono compresi e compensati nei prezzi delle opere; solo nel caso in cui a seguito delle risultanze delle prove eseguite si ritenesse di non adottare gli interventi provati, all'Impresa saranno compensati, a misura, i soli interventi eseguiti e sottoposti a prove di verifica;

- Rientrano tra gli oneri dell'impresa i ritardi e, in generale, i condizionamenti di qualunque natura sui cicli di lavoro e sulla produzione legati alla posa in opera dell'impermeabilizzazione sulla calotta sia questa prevista dal progetto o richiesta dalla DL;
- L'Impresa dovrà provvedere alla realizzazione e manutenzione di strade di accesso alle opere in costruzione adeguate al transito dei mezzi di lavoro e dei mezzi di locomozione per il personale operativo e direttivo;
- L'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari, sia definitivi che provvisori, atti ad evitare il prosciugamento di pozzi e sorgenti, nonché danni ai fabbricati, alle sedi stradali e alle opere interferenti con i lavori;
- In mancanza di diverse indicazioni di progetto, l'Impresa, con almeno trenta giorni di anticipo rispetto all'utilizzo di ogni discarica, dovrà comunicare formalmente al Direttore dei Lavori l'ubicazione della stessa. Tale comunicazione dovrà essere corredata da una planimetria dell'area interessata nonché da sezioni trasversali rilevate sul terreno almeno ogni 10 m al fine di consentire la valutazione dei volumi depositabili. Il Direttore dei Lavori comunicherà l'accettazione o meno di tali discariche senza che per l'eventuale diniego l'Impresa possa sollevare eccezioni o riserve. Di norma non sarà ammesso che siano attive più di due discariche contemporaneamente per ciascun fronte di avanzamento. I relativi oneri sono a carico dell'Impresa.
- L'Impresa dovrà garantire la presenza continua del personale necessario alla conduzione, manutenzione e guardiania degli impianti di servizio necessari per la sicurezza e operabilità dei cantieri in sotterraneo;
- Gli oneri relativi alla realizzazione di discenderie, finestre o pozzi per eventuali attacchi intermedi non previsti dal progetto che si rendessero necessari per il rispetto dei tempi di costruzione, sono a carico dell'Impresa;
- È a carico dell'Impresa l'installazione e la gestione dei cantieri necessari a realizzare l'opera per la parte di sua competenza. L'Impresa è inoltre tenuta al controllo delle aree di cantiere e alla regolamentazione degli accessi;
- È a carico dell'Impresa, quando necessario, il trattamento delle acque provenienti dalla galleria prima del loro scarico all'esterno;

È onere dell'Impresa mettere a disposizione della DL tutte le attrezzature ed il personale da questa richiesti per l'esecuzione di prove o controlli in opera inclusa l'adeguata illuminazione e ventilazione dei luoghi.

L'Impresa è tenuta ad adottare a propria cura e spese tutti gli accorgimenti e le cautele necessarie

per garantire la sicurezza dei lavori e l'incolumità delle persone. A tal fine dovrà osservare e far osservare le prescrizioni delle leggi vigenti e, in particolare, le prescrizioni del piano di sicurezza; in particolare:

- I cantieri in sotterraneo dovranno essere adeguatamente illuminati al fine di consentire la sicurezza e il regolare svolgimento dei lavori; dovranno essere previsti adeguati sistemi di emergenza;
- L'Impresa dovrà provvedere alla installazione e all'esercizio di idonei sistemi atti a garantire la ventilazione e il ricambio d'aria all'interno delle aree di lavoro in sotterraneo. Tali sistemi dovranno essere opportunamente dimensionati e dotati di adeguati automatismi che consentano l'entrata in servizio delle riserve in caso di avaria o inefficienza del sistema;
- Il piano di transito dei mezzi dovrà essere mantenuto regolare provvedendo alle necessarie ricariche e sistemazioni con materiale arido, in modo da rendere sicura la circolazione;
- Le squadre di personale operanti in sotterraneo dovranno essere dotate di idonei sistemi di comunicazione coordinati da una postazione fissa all'esterno della galleria;
- Dovrà essere predisposto un servizio di salvataggio e pronto soccorso provvisto dei necessari mezzi di emergenza e formato da personale adeguatamente addestrato.
- All'Impresa faranno carico i maggiori costi eventualmente derivanti dal fermo dei mezzi e del personale conseguenti a motivi di sicurezza o derivanti dalla necessità di modificare le metodologie di lavoro;
- L'Impresa, nell'eseguire i lavori conformemente al progetto, è tenuta ad utilizzare le sue capacità e la sua esperienza al fine di individuare in tempo utile situazioni potenzialmente pericolose;
- Quando al fine di garantire il sostegno degli scavi, il regolare svolgimento dei lavori e l'incolumità delle persone, siano necessarie opere provvisorie aggiuntive non previste esplicitamente nel progetto, queste dovranno essere tempestivamente definite e realizzate sotto la diretta responsabilità dell'Impresa, la quale informerà la DL prima di proseguire nello scavo;
- Ogni qualvolta l'avanzamento venga sospeso, anche per un giorno, l'Impresa dovrà assicurarsi che, la posa di tutti i sostegni sia stata completata e che ci siano le condizioni di protezione.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018) e Circolare Applicativa.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzione per l'applicazione dell' Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzione" » di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2019.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione giugno 2012.
- Altre norme UNI-CNR ove pertinenti.

4 SCAVI E DEMOLIZIONI

Il presente Capitolato è relativo alle demolizioni di pavimentazioni stradali, fabbricati, murature di qualsiasi genere e strutture in acciaio.

Le demolizioni di opere d'arte, di fabbricati e di strutture di qualsiasi genere (anche in c.a.p. o in carpenteria metallica) potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

L'Appaltatore dovrà eseguire le demolizioni nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, nella Normativa richiamata di seguito e nel presente capitolato. Particolare attenzione dovrà essere posta nel rispetto delle prescrizioni di cui agli articoli dal 150 al 156 del DM81/08.

4.1 PIANO DELLA DEMOLIZIONE

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali e dei macchinari, all'esame ed all'approvazione della direzione Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione il Piano della demolizione.

Il Piano della demolizione descrive:

- l'estensione dell'intervento.
- il tipo di macchine e materiali da utilizzate.
- le procedure che devono essere attuate per la rimozione e demolizione dei vari elementi costruttivi dell'opera.
- le valutazioni dei rischi inerenti sostanze pericolose presenti nel sito ed i relativi metodi di bonifica.
- la valutazione dei rischi ambientali, in particolare polvere e rumore, e le misure di controllo ed attenuazione.
- le misure di sicurezza, collettiva ed individuale degli operatori, con l'individuazione e prescrizione degli appropriati DPI.

I punti da trattare nel Piano della demolizione sono:

- Descrizione del sito e delle condizioni al contorno (vincoli fisici, recettori sensibili ecc).
- Individuazione dei vincoli normativi (presenza materiali inquinanti, gestione dei residui di demolizione ecc.).
- Pianificazione delle operazioni (sequenza operazioni, tipologie di macchine e tecnica di demolizione
- ecc.).
- Individuazione di apposite misure di protezione collettiva.

- Verifiche sulla stabilità delle strutture nelle fasi transitorie.
- Progetto (calcoli e disegni) delle opere provvisorie di rinforzo e puntellamento.
- Individuazione di apposite misure di protezione ambientale (polveri, vibrazioni, rumore ecc.).
- Individuazione di apposite misure di sicurezza in cantiere.
- Valutazione dei rischi.
- Redazione di apposite procedure di informazione e comunicazione.
- Redazione di apposite procedure di emergenza.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione dei progetti e dei certificati ricevuti non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Le operazioni di demolizione potranno iniziare soltanto dopo il benestare della D.L.

4.2 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE DEMOLIZIONI INTEGRALI O PARZIALI DI STRUTTURE COMPLESSE

L'Appaltatore dovrà effettuare i lavori di demolizione procedendo in maniera da non compromettere la stabilità delle strutture interessate e di quelle di collegamento, impiegando eventuali opere provvisorie di rafforzamento e puntellamento delle zone interessate, in caso di demolizione parziale, o della struttura nel suo complesso, in caso di demolizione totale. Di regola questo tipo di demolizioni, più propriamente dette decostruzioni, avvengono con procedimenti inversi alla costruzione.

Per esse potrà essere previsto anche l'impiego di esplosivi, nel rispetto della vigente normativa in materia.

L'Appaltatore dovrà prevedere ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture residuali e le proprietà di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali, o in qualunque altro caso ritenuto opportuno dalla D.L., potrà essere

richiesto: l'impiego di attrezzature speciali quali seghe circolari, fili diamantati, pinze idrauliche o qualsiasi altra tecnica, in modo da realizzare tagli netti e puliti e contestualmente evitare l'insorgere di vibrazioni e conseguenti danni alle strutture eventualmente da conservare.

Il trattamento con getto di vapore e pressione tale da ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali. Il tutto senza alcuna maggiorazione del prezzo in quanto già compreso negli oneri da tenere in considerazione a carico dell'Appaltatore.

Per le demolizioni da eseguirsi su sede stradale in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la D.L., coerentemente con i piani di sicurezza, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione di travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su sede stradale in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni integrali.

4.3 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE IDRODEMOLIZIONI

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione e portata modulabile.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e alla pulizia finale del sito.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L., coerentemente con i piani di sicurezza; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo. Le attività in parola dovranno prevedere idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

4.4 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso, per l'intero spessore o per parte di esso, dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L. relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto, o prescritti dalla D.L., e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

4.5 MODALITA' ESECUTIVE

L'Impresa eseguirà tutte le lavorazioni necessarie alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Le lavorazioni saranno eseguite in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali attività eseguite dall'Impresa non rientranti nell'onere dell'Appalto, per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

All'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione di eventuali installazioni impiantistiche e la loro conservazione in un luogo idoneo per la loro re installazione a lavori terminati.

Le perforazioni dovranno essere condotte in modo da non sconnettere e danneggiare il rivestimento definitivo della galleria. L'Impresa prenderà inoltre tutte le precauzioni necessarie per evitare il danneggiamento del rivestimento definito della galleria e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico

alla rimozione delle eventuali porzioni di rivestimento in precaria stabilità per effetto delle lavorazioni condotte. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti del rivestimento.

Lo sgombero dei materiali sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'inizio e ultimazione dei lavori, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Le materie provenienti dalle perforazioni dovranno essere portate a rifiuto; tali materie non dovranno costituire danno o ostruzione alle lavorazioni, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Impresa dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione.

5 VIABILITA' DI ACCESSO AL CANTIERE

L'accesso alle aree di cantiere è previsto dalla strada provinciale SP 486R esistente che consente l'accesso all'area di cantiere senza necessità di nuova viabilità.

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per la realizzazione di accessi alternativi a quello previsto in progetto, comprese le opere di successivo ripristino; tali eventuali accessi dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

6 ANCORAGGI (BULLONI) RADIALI IN VETRORESINA

La bullonatura propedeutica alla parziale fresatura del rivestimento esistente verrà eseguita mediante elementi strutturali in vetroresina rivestite da guaina espandibile per confinare la boiaccia in fase di iniezione. Lo stato fluido delle boiacche, durante la fase di iniezione confinata della calza di rivestimento del profilo, genera la ricompressione del terreno. In questo modo viene garantita una più elevata resistenza allo sfilamento tra boiaccia e terreno consentendo peraltro il controllo dei volumi di iniezione.

Precedentemente alla perforazione vanno eseguite delle tasche sul rivestimento definitivo esistente. Le tasche dovranno essere eseguite con carotiere diamantato o altri mezzi in modo da apportare il minimo disturbo al rivestimento esistente. Eventuali rotture del rivestimento esistente causati dal carotaggio dovranno essere ripristinati a cura dall'Appaltatore al fine di garantire le condizioni di sicurezza per le maestranze e l'esercizio dell'infrastruttura.

A seguito della perforazione va installato l'ancoraggio, iniettato con miscela cementizia, installata la piastra ed il sistema di bloccaggio ed infine va eseguito il riempimento delle tasche con resine bicomponenti espandenti.

La distribuzione degli ancoraggi in calotta, il loro orientamento e la loro lunghezza dovranno essere conformi alle previsioni di progetto ed alle ulteriori prescrizioni della Direzione Lavori, tenendo conto delle fasi operative.

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico degli elementi strutturali sono le seguenti:

- la posizione della testa di ciascun elemento strutturale non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse dell'elemento strutturale rispetto all'asse di progetto non dovrà superare l'1%;
- la lunghezza dell'elemento strutturale non dovrà differire di ± 15 cm da quella di progetto.

Ogni ancoraggio che risultasse non conforme alle tolleranze di cui sopra dovrà essere idoneamente sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà preliminarmente individuare sul contorno di scavo le posizioni degli elementi strutturali da contrassegnare con marche od altro per renderle facilmente individuabili.

La perforazione dovrà essere eseguita a secco con idonea attrezzatura, avrà andamento verticale o sub-verticale a seconda dell'elemento, comunque radiale rispetto alla galleria; il diametro sarà di 90mm e dovrà essere spinta a qualsiasi profondità oltre il contorno della galleria, ovvero il diametro minimo di 90mm deve essere garantito su tutta la lunghezza della perforazione. La perforazione

comprende l'attraversamento del rivestimento definitivo esistente, limitatamente alla porzione che non è demolita per la realizzazione delle tasche, lo strato roccioso presente a tergo, nonché l'allontanamento dei materiali di risulta secondo quanto disposto dalle Leggi vigenti.

L'elemento strutturale in vetroresina viniletere rinforzata con fibre di vetro; il contenuto in peso della fibra di vetro non dovrà essere inferiore al 70%.

L'elemento sarà composto da: un tubo in PVC di diametro pari a 0,5" di mandata dell'iniezione, un secondo tubo di sfiato; 2 piatti in vetroresina 40x9 mm (o di resistenza equivalente) ad aderenza migliorata mediante riporto di sabbia quarzosa o resinata; un distanziatore in materiale plastico ad interasse di circa 1m e guaina espandibile in geo tessuto.

La lunghezza dell'ancoraggio dovrà essere, conforme a quella di progetto, ottenuto preferibilmente con piatti di lunghezza pari a quella dell'ancoraggio; ove si dovessero effettuare giunzioni, resta a carico dell'Appaltatore la fornitura dei necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio.

Il sistema di bloccaggio tra la piastra e gli elementi piatti facente parte dell'elemento resistente in VTR saranno resi solidali mediante un sistema di cunei che dovranno garantire la medesima resistenza a trazione e taglio dell'elemento resistente in VTR.

I requisiti minimi (resistenza, deformabilità etc.) degli elementi strutturali in vetroresina, indicati di seguito e negli elaborati progettuali, andranno rispettati anche a seguito di eventuali variazioni geometriche delle barre che l'Appaltatore volesse apportare, ed andranno comunque sottoposte all'approvazione della Direzioni Lavori e del Progettista con congruo anticipo.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche minime degli elementi:

- densità (ISO 10406): 2,0 g/cm³
- resistenza a trazione (ISO 10406): 900 MPa
- contenuto in vetro: 70 %
- resistenza a taglio (ISO 10406): 150 MPa.

Ogni elemento strutturale dovrà essere corredato dei dispositivi per le iniezioni ed in particolare: tappo di fondo, tubo di sfogo aria, cianfrinatura a bocca preforo.

Per quanto riguarda la guaina espandibile in tessuto geotessile di polipropilene ad alta tenacità di seguito le specifiche minime:

materiale: Tessuto non tessuto in polipropilene

- Peso: 450 ± 10% g/m²
- Resistenza a trazione: > 12 kN/m
- Allungamento a rottura: > 50%

- Coefficiente di permeabilità: 2×10^{-3} m/s.

Gli ancoraggi dovranno essere introdotti nel perforo mediante apposita attrezzatura; si procederà quindi al suo fissaggio per poi avviare l'iniezione.

L'introduzione dell'elemento e l'iniezione devono essere effettuate in una fase immediatamente successiva a quella di perforazione. Non dovrà trascorrere più di 1 ora tra le due fasi.

L'iniezione dovrà essere effettuata a pressione di 10÷15bar e garantire il completo riempimento del foro verificabile tramite la fuoriuscita della miscela dal tubo di sfogo dell'aria.

L'esecuzione del singolo ancoraggio sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- identificazione ancoraggio (progressiva, posizione)
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- informazione sull'ammasso perforato (eventuali vuoti vanno segnalati)
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

In corso d'opera, prima dell'avvio dei lavori, si dovranno eseguire una serie di prove preliminari, atte a verificare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché le ipotesi assunte in sede di progettazione.

È lasciata alla Direzione Lavori la possibilità di valutare se effettuare delle prove di collaudo che potranno in tal caso, previo giudizio positivo della D.L., essere effettuate in conformità a quanto previsto dalla norma UNI EN14490-2010.

6.1 MALTE E MISCELE DI INIEZIONE

In generale le miscele di iniezione hanno lo scopo di solidarizzare la fondazione dell'ancoraggio al terreno e di proteggere l'armatura dalla corrosione.

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979. Gli additivi non dovranno essere aeranti.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altiforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

È ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Appaltatore propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per essere accuratamente esaminate.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a: $R_{ck} \geq 25$ MPa con resistenza cubica a 2 giorni ≥ 5 MPa.

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua: 600 kg

cemento: 1200 kg

additivi: 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$$\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m³ di prodotto finito:

acqua: 300 kg, cemento: 600 kg, additivi: 5 ÷ 10 kg

inerti: 1100 ÷ 1300 kg

Il controllo di fluidità, essudazione (bleeding), ritiro e resistenza va eseguito nella fase di messa a punto della miscela di iniezione. Una volta stabilita la miscela idonea e formalizzata alla DL, la stessa dovrà essere impiegata senza modifiche, ed in tal caso sarà sufficiente controllare il peso specifico, fluidità, essudazione e resistenza ad ogni impasto e la essudazione all'inizio di ogni giornata lavorativa o comunque ogni raggiata di ancoraggi.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento 2.65 g/cm^3 quello degli aggregati.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume. Il valore di fluidità potrà al massimo discostarsi di ± 5 secondi rispetto da quello misurato sulla miscela iniziale ed infine la resistenza misurata dovrà essere corrispondente alle prescrizioni progettuali.

7 MICROPALI DI FONDAZIONE

Nel progetto è prevista la realizzazione di micropali in due contesti:

- Realizzazione micropali inclinati di 20° rispetto alla verticale per il rinforzo della sezione della galleria
- Realizzazione micropali per posa vasca interata di raccolta acque

Nel prezzo offerto si considerano compresi e compensati gli oneri derivanti da eventuali inattività delle attrezzature e delle maestranze, dovute a cause derivanti dal cantiere stesso.

7.1 Oneri compresi nell'appalto

Per la realizzazione dei pali di fondazione previsti in appalto, si intende compreso e compensato nel prezzo offerto:

- l'installazione di cantiere;
- il tracciamento degli allineamenti e dei pali;
- la perforazione mediante carotatrice in strutture di fondazione in calcestruzzo armato esistenti
- l'onere per il sollevamento del materiale di scarto mediante secchione e/o nastro;
- il carico, il trasporto all'interno dello stabilimento dei materiali di scarto (terreno di risulta della perforazione)
- gli oneri per eventuali inattività delle attrezzature e delle maestranze impiegate, dovute a cause derivanti dal cantiere;
- l'onere per la realizzazione dei micropali per fasi successive, dovute a cause derivanti dal cantiere stesso;
- tutte le prove di verifica richieste dalla Direzione dei Lavori ai sensi delle N.T.C. del 2008;
- comunque ogni altra operazione atta all'esecuzione a opera d'arte della lavorazione.

Sono esclusi dall'appalto le sotto elencate opere, forniture, servizi ed oneri:

- i consumi di acqua ed energia elettrica.

Restano a carico dell'Appaltatore gli allacciamenti ai punti di presa predisposti dall'Appaltante e la rete di distribuzione alle proprie utenze

La modalità di realizzazione delle opere, in termini di fasi e sottofasi delle attività dovrà essere preventivamente approvata dalla committenza e dalla direzione lavori.

7.2 Tracciamenti

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare il tracciamento completo del lavoro sulla scorta dei disegni di progetto (allineamenti), mettendo a disposizione materiali, uomini e strumenti necessari, restando al Direttore dei Lavori il solo compito del controllo sull'esecuzione.

Nel tracciamento deve rientrare anche la messa in opera di capisaldi di riferimento di lunghezze e quote, reperibili anche a lavori ultimati, ed il consolidamento di quelli di progetto.

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

7.3 Esecuzione dei micropali

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali

La realizzazione dei micropali dovrà avvenire mediante tecnica a rotazione.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

7.3.1 Preparazione del piano di lavoro

L'Appaltatore dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei micropali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

7.3.2 Tipologie esecutive

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Appaltatore, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla D.L. prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

7.3.3 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della D.L.;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

7.3.4 Armatura tubolare

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Si useranno tubi di acciaio S355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 2.5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

7.3.5 Malte cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altiforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Appaltatore si proporrà di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione ed accettazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a:

- $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

- $a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

- $\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un'efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si potrà fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m³ di prodotto finito:

- acqua: 300 kg
- cemento: 600 kg
- additivi: 5 ÷ 10 kg

- inerti: 1100 ÷ 1300 kg

7.3.6 Micropali con iniezione ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

7.3.6.1 *Formazione del fusto del micropalo*

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 3.3.3.4.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocit , aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m³/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60 .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

7.3.7 Micropali con riempimento a bassa pressione o gravit 

Ci si attiene alle prescrizioni del par. 7.3.6

7.3.7.1 *Formazione del fusto del micropalo*

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 3.3.4.1, si provveder  ad inserire entro il foro l'armatura, che dovr  essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potr  avvenire con riempimento a gravit  o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovr  avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sar  dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potr  anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ≥ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potr  usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovr  ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sar  proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovr  accertare la necessit  o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione ($0.5 \div 0.6$ MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

7.3.8 Prove di carico

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico

massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a $2.5 \div 3$ volte il carico di esercizio (P_{es});

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

Per pali e micropali l'Impresa dovrà effettuare prove a carico limite sull'1% dei pali, con un minimo di almeno due pali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

8 RIVESTIMENTO PROVVISORIO

8.1 Centine metalliche

Le centine metalliche dovranno avere caratteristiche definite nel progetto esecutivo ovvero essere profilati in acciaio S275 HEA160 posizionate con interasse pari a 1m.

Le centine metalliche saranno sagomate e collegate nei punti di giunzione tramite piastre saldate e bullonate, nonché dotate di elementi di unione, distanziatori, piastre di base, collegamenti e quanto altro occorrente per assicurare una perfetta continuità strutturale delle centine stesse.

Particolarmente curato sarà il dimensionamento dell'eventuale piastra di appoggio al piede, l'allettamento e la stabilità della superficie di appoggio, e la messa in contatto della centina con la superficie di scavo.

Eventuali vuoti presenti a tergo delle centine dovranno essere riempiti con conglomerato cementizio spruzzato o altri accorgimenti opportuni al fine di garantire la completa aderenza con la superficie di scavo.

Tutte queste lavorazioni saranno a cura e spese dell'Impresa.

In senso longitudinale, le centine saranno collegate tra loro mediante catene, realizzate mediante tondino di acciaio opportunamente sagomato avente caratteristiche non inferiore a quello costituente il profilato delle centine.

Le centine realizzate mediante l'impiego di profilati a doppio T, dovranno risultare all'esterno dell'estradosso di progetto del rivestimento definitivo.

I profilati costituenti le centine metalliche dovranno essere in acciaio S275, i bulloni dovranno essere di classe non inferiore alla 8.8 – UNI EN ISO 898-1:200.

8.1.1 RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PROIETTATO

Il rivestimento di prima fase delle pareti sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato, con idonee macchine spruzzatrici, negli spessori indicati in progetto.

Si dovrà curare in particolare l'aderenza del getto alle pareti dello scavo onde evitare vuoti a tergo del getto.

Nel caso invece di cavità naturali non previste negli elaborati progettuali o di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, a negligenza dell'Impresa, si potrà proporre alla Committente la contabilizzazione dei riempimenti di conglomerato o di iniezione d'intasamento.

La proiezione dovrà avvenire ad umido, cioè con procedimento in cui la pompa spinge la miscela composta da aggregati, cemento, acqua senza accelerante, in sospensione in un getto d'aria compressa nel condotto, ovvero per mezzo di una pompa a pistoncini, mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.

Il dosaggio dell'accelerante dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di dosatori sincronizzati con la pompa e regolati con il flusso di miscela cementizia in modo da mantenere sempre costante il dosaggio di additivo.

Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile in relazione alla tecnica di proiezione prevista e dal tipo di accelerante impiegato.

Tutte le venute d'acqua concentrate dovranno essere regimate e canalizzate superficialmente per evitare sottopressioni sulla superficie trattata e danneggiamenti al conglomerato proiettato.

La distanza fra l'armatura e la parete da rivestire dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 centimetri.

La superficie in vista del conglomerato cementizio, sulla quale sarà applicata l'impermeabilizzazione, dovrà presentarsi regolare, priva di asperità e sporgenze che possano danneggiare l'impermeabilizzazione.

Eventuali irregolarità, che a giudizio insindacabile della Direzione Lavori potrebbero danneggiare l'impermeabilizzazione, dovranno essere congruagliate a cura e spese dell'Impresa mediante apporto di conglomerato cementizio.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. Il conglomerato dovrà presentare una resistenza caratteristica conforme al progetto esecutivo.

8.1.2 RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PROIETTATO FIBRORINFORZATO

Per le prescrizioni e gli oneri di una corretta posa in opera valgono le indicazioni precedentemente riportate riguardante il calcestruzzo proiettato.

La quantità di fibre polimeriche da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato è essere definita negli elaborati di progetto ed è pari a **3kg/mc**.

In corso d'opera la Direzione Lavori procederà al controllo della quantità di fibra immessa mediante prelievo alla bocca della betoniera di tre campioni di conglomerato di volume predeterminato da cui estrarre le fibre rapportandone il peso effettivo a quello teorico.

Lo strato superficiale del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere steso senza in maniera tale da non arrecare danno alcuno all'impermeabilizzazione.

I calcestruzzi proiettati fibrorinforzati sono classificati in base ai seguenti parametri:

- classe di resistenza residua (UNI EN 14487-1 § 4.5.2);
- capacità di assorbimento di energia ((UNI EN 14487-1 § 4.5.3).

Gli additivi per la proiezione, che sono delle sostanze, liquide e solide, aggiunte alla miscela base, per consentirne la proiezione e la posa in opera senza centine e cassature, si distinguono in:

- acceleranti di presa e additivi acceleranti di presa non alcalini;
- regolatori di consistenza;
- miglioratori dell'aderenza.

Essi devono risultare conformi alla UNI EN 934-5

Per quanto riguarda i requisiti composizionali ed i limiti di dosaggio degli additivi, in aggiunta a quanto riportato nella UNI EN 934-5, valgono le seguenti limitazioni:

1) contenuto di solfati (espressi come SO_3) $\leq 1\%$;

2) per acceleranti a base di silicati di sodio:

- rapporto in peso $SiO_2 / Na_2O \geq 3,4$;
- contenuto di cloruri $< 0,1\%$;
- $pH \leq 11,5$;

3) per conglomerati proiettati esposti ad attacco solfatico:

- contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) $\leq 0,6\%$ in peso sul cemento per additivi contenenti alcali;
- contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) $\leq 1,0\%$ in peso sul cemento per additivi non alcalini.

I componenti del calcestruzzo proiettato di riferimento (cemento, acqua, eventuali aggiunte, aggregati, additivi, fibre, ecc.) dovranno risultare conformi a quanto riportato nel prospetto 4 della UNI EN 14487-1.

8.1.2.1 Fibre polimeriche

Per il confezionamento del calcestruzzo proiettato fibro rinforzato saranno impiegate fibre polimeriche conformi alla UNI EN 14889-2.

Le fibre polimeriche in polipropilene ad alto modulo elastico, oltre a contrastare il fenomeno fessurativo della matrice cementizia, garantiscono un aumento della resistenza a trazione del calcestruzzo. Possono avere diverse forme, oltre a quella semplicemente rettilinea. Le fibre per uso strutturale comunemente impiegate nei materiali cementizi, hanno una lunghezza variabile tra 1 e 80 mm e un rapporto d'aspetto compreso tra 50 e 400.

Relativamente alle fibre metalliche e polimeriche la Direzione Lavori, oltre a verificare la presenza dell'attestato di conformità CE e della scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali dei prodotti - in fase di accettazione - potrà richiedere la verifica delle caratteristiche assicurandosi della conformità delle fibre alla normativa UNI EN 14889-1.

8.1.2.2 Controlli sui calcestruzzi fibro-rinforzati

I calcestruzzi fibro-rinforzati dovranno essere sottoposti a prove di accettazione in cantiere, secondo quanto previsto nella Tabella 8.1 delle Istruzioni CNR DT 204/2006, di seguito sintetizzata.

Tabella 8.1 - Prove durante la produzione di calcestruzzi fibrorinforzati (DT 204/2006).

Oggetto	Proprietà	Metodo	Frequenza
FRC fresco	Corretta miscelazione e distribuzione omogenea fibre	UNI EN 206	Ogni giorno di getto di miscela omogenea
FRC fresco	Contenuto delle fibre	Peso dopo separazione fibre-matrice UNI EN 14721 (*)	Ogni 50 m ³ di getto di miscela omogenea o almeno 2 controlli al giorno
FRC indurito	Resistenza di prima fessurazione	Appendice A DT 104 → UNI 11039 o UNI EN 12390/7 a 4 punti per FRC incrudente	Appendice B DT 104
FRC indurito	Resistenze equivalenti	Appendice A DT 104	Appendice B DT 104

9 RIVESTIMENTO DEFINITIVO

Tale rivestimento consiste in un getto di spessore pari a 30cm di conglomerato cementizio armato, contro le pareti della galleria, mediante apposita cassaforma.

Il conglomerato cementizio impiegato per il rivestimento dovrà essere conforme al progetto esecutivo, lo spessore del rivestimento dovrà essere conforme alle previsioni di progetto, restando a carico dell'Impresa i maggiori spessori realizzati.

Nel caso di sottospessori localizzati o estesi sarà onere dell'impresa la demolizione del pre-rivestimento e del rivestimento definitivo non conforme oltre che la ribattitura del profilo di scavo e il ripristino del rivestimento secondo le indicazioni di progetto esecutivo. Saranno predisposti a cura e spese dell'impresa controlli preventivi dello spessore del rivestimento, mediante PCQ, corredati di rilievi topografici del profilo d'estradosso del rivestimento definitivo, il passo delle sezioni di controllo sarà indicato dalla D.L.

Per i rivestimenti in calcestruzzo armato, si dovranno seguire le indicazioni fornite dalla normativa vigente.

Dovrà essere particolarmente curata la ripresa con i getti precedenti e la preparazione e pulitura delle superfici con le quali i getti stessi dovranno venire a contatto.

La superficie in vista dei getti di rivestimento dovrà risultare perfettamente regolare e profilata secondo i disegni di progetto, curata in modo particolare nei tratti in curva.

Si prevedrà l'eventuale posa di un telo di geotessile, con impregnazione eseguita con legante bituminoso tipo 180 - 200 spruzzato a caldo in ragione di almeno 2 kg/m². Dovrà essere posto in opera sovrapponendo i teli longitudinalmente e trasversalmente per almeno 30 cm.

Il getto dei cordoli dovrà essere eseguito per campioni alla distanza dal fronte indicata in progetto.

In presenza di particolari fenomeni deformativi la lunghezza dei campioni dovrà essere opportunamente ridotta, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e in accordo con il progettista.

9.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

I conglomerati cementizi sono confezionati a prestazione garantita forniti a piè d'opera, con classi di esposizione indicati negli elaborati progettuali secondo norma UNI EN 206 e UNI 11104 in conformità al D.M. 17/01/2018 per qualsiasi classe di resistenza e confezionati a norma di legge anche se debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg per m³) confezionati con cemento, inerti acqua ed eventuale aggiunta di additivi, aggiunte minerali e fibre.

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda, al momento della consegna in cantiere, la lavorabilità prescritta in progetto.

Le caratteristiche del conglomerato sono le seguenti:

- Classe di resistenza: C30/37,
- Classe di consistenza: SCC
- Classe di esposizione: XC3
- Rapporto $a/c \leq 0.45$
- Ritiro compensato
- Diametro massimo inerti: 20 mm

9.1.1 Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo

Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali, occorrerà fare riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI 11104 e, in particolare, alle classi di esposizione riportate nella EN 206/1 ed ai valori limite per la composizione e per le prestazioni riportate nella UNI 11104. Inoltre, ai fini di preservare le armature metalliche da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, lo spessore di copriferro da prevedere in progetto, cioè la misura tra la parete interna del cassero e la parte più esterna della circonferenza della barra più vicina, dovrà rispettare allo stesso tempo le indicazioni della UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 4.4.1 ed al § C4.1.6.1.3 della Circolare esplicativa 617, garantire l'aderenza e la trasmissione degli sforzi tra acciaio e calcestruzzo e, se del caso, assicurare la resistenza al fuoco della struttura o dei singoli elementi interessati.

In caso di formazioni di fessure nel copriferro, la massima apertura superficiale ammessa senza dover ricorrere alle operazioni di ripristino, sarà funzione della classe di esposizione della struttura. Salvo diversa indicazione del progettista, potranno prendersi come riferimento i limiti riportati:

per armature poco sensibili (acciai per c.a. non precompresso, inossidabili, zincati o rivestiti con specifici prodotti tipo UNI EN 1504-7):

- < 0,4 + 0,1 mm: per classi di esposizione X0, XC1, XC2, XC3, XF1;
- < 0,3 + 0,1 mm: per classi di esposizione XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3;
- < 0,2 + 0,1 mm per classi di esposizione XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4;

per armature sensibili, ovvero acciai per c.a.p.:

- < 0,3 + 0,1mm: per classi di esposizione X0, XC1, XC2, XC3, XF1;

< 0,2 + 0,1 mm: per classi di esposizione XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3;

< 0 + 0,1 mm: per classi di esposizione XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4.

Qualora si rilevino in superficie fessure di apertura superiori ai limiti sopra indicati, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura a:

- per aperture < 0,1mm: nessun intervento;
- per aperture superiori a 0,1 mm ma < 0,4 mm: rivestimenti impermeabili ad acqua e CO₂ conformi a UNI EN 1504/2;
- per aperture > 0,4 mm: sigillatura delle fessure mediante prodotti da iniezione conformi a UNI EN 1504-5 ed eventuali rivestimenti impermeabili ad acqua e CO₂ conformi a UNI EN 1504/2.

9.1.2 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

9.1.2.1 Cemento

Il cemento deve essere scelto tra quelli considerati più idonei, tenendo in considerazione:

- le condizioni stagionatura influenti sui tempi di presa ed indurimento;
- le dimensioni della struttura ed i relativi gradienti termici derivanti dallo sviluppo di calore di idratazione;
- l'esposizione agli specifici agenti aggressivi;
- la potenziale reattività degli aggregati nel cemento

Controlli sul cemento

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche del cemento.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai Documenti di Trasporto dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato; in particolare, la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto per la realizzazione dei calcestruzzi.

La Direzione dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere; in particolare, nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna, in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'Impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; il campionamento sarà effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento. Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla Direzione dei Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove. Nel caso di specifici requisiti composizionali, potrà essere richiesta la verifica di alcuni parametri, quali ad esempio il contenuto di alcali, il calore d'idratazione, il contenuto di C3A.

9.1.2.2 Aggiunte minerali

Le aggiunte di tipo I (praticamente inerti), sia di origine naturale che artificiale, dovranno essere conformi ai requisiti previsti nella UNI EN 12620 per i filler.

Per le aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente), si farà riferimento alla UNI 11104 ed alla UNI EN 206.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele di cui al successivo precedente 6 e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione dei Lavori ne faccia richiesta.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali delle aggiunte.

Le aggiunte di tipo II indicate nella UNI EN 206 possono essere prese in conto nella composizione del calcestruzzo introducendo il coefficiente k, definito nella UNI-EN 206.

Utilizzando un adeguato valore del coefficiente k, funzione del tipo di aggiunta e del tipo di cemento con il quale essa viene combinata, nella valutazione del rispetto dei limiti composizionali contenuti nel Prospetto F.1 della UNI EN 206 e nel prospetto 4 della UNI 11104, sarà possibile:

- sostituire il rapporto "a/c" del calcestruzzo con il rapporto " $a/(c + k \times \text{aggiunta})$ ";
- sostituire il dosaggio di cemento del calcestruzzo "c" con la quantità " $c + k \times \text{aggiunta}$ "

9.1.2.3 Ceneri volanti

Le ceneri volanti (cv) provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi ai requisiti della UNI EN 450/1,2 e provviste di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620, possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Nella seguente Tabella sono riportati i valori del coefficiente k per le ceneri volanti, distinti in funzione del tipo di cemento.

Tabella 9.1 Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (Prosp. 3, UNI 11104)

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N,R	0.2
	42.5 N/R	0.4
	52.5 N/R	
CEM II/A	32.5 N,R	0.2
	42.5 N,R	
CEM III/A	32.5 N,R	0.2
	42.5 N,R	
CEM IV/A	32.5 N,R	0.2
	42.5 N,R	
CEM V/A	32.5 N,R	0.2
	42.5 N,R	

Valgono le seguenti limitazioni:

- in caso di utilizzo con CEM I, il rapporto in massa cv/c non deve essere superiore a 0,33;
- in caso di utilizzo con CEM II/A, il rapporto in massa cv/c non deve essere superiore a 0,25;
- la quantità $(c + k \times cv)$ non deve essere inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto per la specifica classe di esposizione;
- il rapporto $a/(c + k \times cv)$ non deve essere inferiore al valore massimo del rapporto a/c richiesto per la specifica classe di esposizione.

In attesa di ulteriori sviluppi normativi, si prescrive un valore limite pari a 0,20 del rapporto in massa cv/c nel caso di utilizzo in combinazione con CEM III/A, CEM IV/A e CEM V/A.

Nel caso di utilizzo di quantitativi di cenere superiori a quelli sopra indicati, il quantitativo in eccesso non potrà essere utilizzato nel calcolo della quantità $(c + k \times cv)$ e del rapporto $a/(c + k \times cv)$.

Nel caso vengano impiegate ceneri di classe B o C, con tenore di incombusto > 5%, particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica della costanza dei risultati nel raggiungimento della lavorabilità, delle prestazioni meccaniche, del contenuto di aria inglobata e, ove richiesto, anche di aspetti estetici legati alla risalita dell'incombusto in superficie.

9.1.2.4 Fumo di silice

Il fumo di silice (fs) proveniente dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferrosilicio, al fine dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunta di tipo II, deve essere conforme ai requisiti della UNI EN 13263 parti 1 e 2 per fumi di silice di classe 1, e provvisto di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), addensato in particelle di maggiori dimensioni, o come sospensione liquida (c.d. 'slurry')

di particelle con contenuto secco del 50% in massa, oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice ed additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry, il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente e del dosaggio di cemento equivalente, il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente, che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi, impiegando esclusivamente cementi tipo I e CEM II-A di classe 42, 5N e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ (eccetto $k = 1,0$ in presenza delle classi di esposizione XC e XF)

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopra menzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione dei Lavori.

Valgono le seguenti limitazioni:

- la quantità (cemento + $k \times fs$) non deve essere inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto per la specifica classe di esposizione;
- il dosaggio minimo di cemento non deve essere diminuito più di 30 kg/m³ per calcestruzzi in classi di esposizione per le quali il dosaggio minimo di cemento è ≤ 300 kg/m³;
- il rapporto $a/(c + k \times fs)$ non deve essere inferiore al valore massimo del rapporto a/c richiesto per la specifica classe di esposizione;

- la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del calcolo della quantità $(c + k \times fs)$ e del rapporto $a/(c + k \times fs)$ deve soddisfare il requisito: $fs/c \leq 0.11$

9.1.2.5 Loppa d'altoforno macinata

La loppa d'altoforno macinata (ggbs), ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunta di tipo II, deve essere conforme ai requisiti della UNI EN 15167 parti 1 e 2 e provvista di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Per la loppa d'altoforno macinata conformi alla UNI EN 15167, impiegata in combinazione con cementi tipo CEM I e CEM II/A conformi alla UNI EN 197-1, si potrà assumere un valore di $k = 0,60$.

La quantità massima di loppa d'altoforno macinata che può essere considerata agli effetti del calcolo della quantità $(c + k \times ggbs)$ e del rapporto $a/(c + k \times ggbs)$ deve soddisfare il requisito:

- $ggbs/c \leq 1$

9.1.2.6 Altri tipi di aggiunta minerale ad attività pozzolanica

Altri tipi di aggiunte minerali ad attività pozzolanica, diversi da quelli sopra menzionati, possono essere impiegati se in possesso di specifico Benestare Tecnico Europeo o di Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego in ambito nazionale rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

In assenza di tali certificazioni, questi tipi di aggiunta potranno essere considerati solo come aggiunte di tipo I con relativo obbligo di conformità ai requisiti previsti nella UNI EN 12620 per i filler.

9.1.2.7 Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere marcatura CE secondo il D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. Copia della documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa. In assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori ad ogni eventuale cambiamento di cava.

Gli aggregati saranno conformi ai requisiti delle norme UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo (§ 4.8 della UNI 8520-2).

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2.300 kg/m³.

Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2.300 kg/mc.

Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore di C(50/60) dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2.600 kg/m³.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo anch'essi con obbligo di marcatura CE, nel rispetto delle limitazioni imposte dal § 11.2.9.2 del D.M. 17/01/2018, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito.

Per diametri massimi fino a 12mm, è consentita la combinazione di sole due classi granulometriche. Oltre tale limite, dovrà essere invece prevista la combinazione di almeno 3 classi.

9.1.2.8 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

9.1.2.9 Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono (riduttori d'acqua/fluidificanti, riduttori d'acqua ad alta efficacia/superfluidificanti, ritardanti, acceleranti, aeranti, modificatori di viscosità, ecc.), ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4 e 5). I prodotti filmogeni antievaporanti dovranno essere conformi alla norma UNI CEN/TS 14754-1. Il loro utilizzo deve anche prevedere la verifica che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio, con primer di adesione). In caso contrario, prima di eseguire il successivo getto, si deve procedere a ravvivare la superficie.

È onere dell'Impresa verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche, fisiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, è opportuno che vi sia un impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia, per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità delle opere.

La percentuale d'acqua contenuta negli additivi dovrà essere computata nel calcolo del rapporto acqua-cemento, qualora il dosaggio degli additivi superi i 3 litri /m³.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto; in ogni caso, dovrà essere evitata qualsiasi soluzione di continuità degli elementi strutturali. Nel periodo invernale, al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5 °C, oltre che agli additivi superfluidificanti, si farà ricorso all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per le strutture sottoposte all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104. Particolare attenzione andrà posta, in questo caso, alla stabilità dell'aria sviluppata nella miscelazione durante il trasporto e nel caso di impiego di ceneri volanti. La percentuale di aria inglobata andrà comunque verificata al momento del getto, mediante misura sia della massa volumica allo stato fresco, secondo UNI EN 12350/6, sia del volume di aria inglobata, secondo UNI EN 12350/7.

Nel caso di impiego di calcestruzzi auto compattanti (SCC), potrà essere previsto l'impiego di modificatori della viscosità conformi alla UNI EN 934-2 e caratterizzati secondo la UNI EN 480-15. Tutte le forniture degli additivi dovranno essere accompagnate dall'attestato di conformità CE o, in assenza di norma armonizzata con obbligo di marcatura CE, da altra certificazione del produttore secondo le norme volontarie in vigore e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimicofisiche e prestazionali dei prodotti.

9.1.3 Caratteristiche dei conglomerati cementizi

9.1.3.1 *Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati*

Gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo, oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate, dovranno appartenere a non meno di tre classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire la massima densità dell'impasto, garantendo i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione.

La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, il pompaggio), quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione nominale massima dell'aggregato (D_{MAX}) è funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera. Essa sarà definita dalle prescrizioni di progetto per ciascuna tipologia di calcestruzzo. In assenza di altro specifico riferimento, si considerino le seguenti limitazioni:

- $D_{MAX} < \text{copriferro}$
- $D_{MAX} < \text{interferro minimo} - 5 \text{ mm}$
- $D_{MAX} < . \text{ della sezione minima della struttura}$

9.1.3.2 Lavorabilità

La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206 e UNI EN 206-9 (Regole complementari per il calcestruzzo autocompattante), dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m³ di calcestruzzo, ovvero a 1/5 dello scarico, e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

In particolare, la lavorabilità del calcestruzzo dovrà essere definita mediante:

- tempo di vibrazione Vebe (UNI EN 12350-3), in caso di calcestruzzi a consistenza asciutta soprattutto se con comportamento tixotropico;
- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2), che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 230 mm;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 230 mm; la ripetizione della misura di spandimento dopo 60' dal confezionamento potrà essere indicata per il controllo della segregazione della miscela;
- per i calcestruzzi autocompattanti (SCC), la misura dello spandimento (slump-flow) e del tempo di spandimento (UNI-EN 12350-8) e della segregazione mediante setacciatura (UNI EN 12350-11). In relazione alla severità delle condizioni di getto (funzione, ad esempio, della densità delle armature, della geometria della struttura, della distanza di scorrimento), una eventuale caratterizzazione reologica più completa potrà essere richiesta secondo le procedure delle UNI-EN 12350 - 9, 10 e 12.

I limiti e le tolleranze per le varie classi di consistenza sono quelli definiti nella UNI EN 206 e nella UNI EN 206-9 per i calcestruzzi auto compattanti.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore della lavorabilità dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

9.1.3.3 Rapporto acqua/cemento

Le modalità per la verifica del rapporto acqua-cemento in corso d'opera si articolano in tre fasi:

- in fase di carico della miscela all'impianto di betonaggio, attraverso il controllo della taratura delle sonde di lettura dell'umidità degli aggregati mediante essiccazione diretta degli stessi prima del carico

e della verifica dei dosaggi effettivi e della resa dei vari componenti risultanti dai tabulati di carico tenendo conto dell'umidità degli aggregati, del loro assorbimento d'acqua e della misura diretta della massa volumica a fresco;

- in cantiere o all'impianto di betonaggio, attraverso la misura della densità di un campione di calcestruzzo e della sua essiccazione secondo la procedura UNI 11201. Secondo questo metodo di misura l'acqua efficace viene calcolata sottraendo a quella totale direttamente misurata la quantità di acqua assorbita dagli aggregati desunta dalle percentuali calcolate nella rese delle pesate dell'impianto. Anche il rapporto acqua-cemento viene calcolato sulla base del dosaggio di cemento risultante dalla resa volumetrica del calcestruzzo campionato rilevata nella prima fase di verifica;
- in fase di controllo di accettazione della resistenza caratteristica, verificando che il valore della resistenza media corrisponda al valore ottenuto durante la fase di qualifica della miscela e che il valore caratteristico, calcolato secondo il tipo di controllo di accettazione prescelto, sia comunque superiore al valore minimo prescritto. Il valore del rapporto a/c registrato nelle prove di prequalifica con tutte le tre fasi di verifica non deve discostarsi di ± 0.02 da quello nominale.

Nelle fasi qualifica e di accettazione in cantiere, il rapporto a/c non deve discostarsi di ± 0.03 da quello verificato in fase di prequalifica della miscela.

9.1.3.4 *Massa volumica*

La misura della massa volumica a fresco dovrà essere misurata secondo UNI EN 12350-6. I valori rilevati in qualifica non si dovranno discostare di più del 3% da quelli nominali definiti nel dossier di prequalifica.

La massa volumica allo stato indurito dovrà essere misurata secondo UNI EN 12390-7. Secondo quanto definito dalla UNI EN 206, per i calcestruzzi di massa volumica ordinaria (non leggeri o pesanti), la massa volumica a secco dovrà essere compresa tra 2.000 kg/m³ e 2.600 kg/m³.

Nelle varie fasi di controllo, la massa volumica dovrà essere misurata su tutti i provini stagionati UR>95% o in acqua sottoposti alle prove meccaniche di cui ai punti successivi.

Il valore rilevato non si dovrà discostare di oltre +50 kg/mc rispetto a valore nominale a fresco definito nel dossier di prequalifica.

9.1.3.5 *Acqua di bleeding*

L'essudazione di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1%, in conformità alla norma UNI 7122, ovvero alla UNI EN 480/4.

9.1.3.6 *Misura della temperatura del calcestruzzo al getto*

La temperatura dell'aria e del calcestruzzo, al momento del getto, dovranno essere verificate con l'approssimazione di almeno 1°C e dovranno essere rispettare i limiti specificati nei successivi par. 9.5.3.3 e 9.5.3.4

9.1.3.7 *Contenuto di cloruri nel calcestruzzo*

Il contenuto di cloruri nel calcestruzzo, espresso come percentuale sul dosaggio del cemento, dovrà essere verificato sulla base della ricetta nominale e qualificata come sommatoria dei contributi derivanti dai singoli componenti (§ 5.2.7 UNI EN 206).

Il totale dovrà essere conforme ai limiti definiti nel prospetto 10 della UNI EN 206.

9.1.3.8 *Grado di compattazione.*

Il grado di compattazione g_c e il rapporto tra la massa volumica misurata secondo UNI EN 12390/7 su un campione estratto dalla struttura e quello misurato sul provino confezionato conformemente alla UNI 12390/1.

Dovrà essere garantito un $g_c > 0,97$ riferito a campioni di calcestruzzo saturi a superficie asciutta.

9.1.3.9 *Tempo di presa*

Qualora richiesto, i tempi di inizio e fine presa verranno valutati su calcestruzzo vagliato a 5 mm con apparecchio proctor, secondo la UNI 7123.

I limiti di accettazione saranno definiti in base alle esigenze di scassero e/o di lavorazioni dello specifico progetto.

9.2 ACCIAIO

Le diverse tipologie di acciaio ordinario per c.a. ad aderenza migliorata impiegabili, secondo quanto previsto al § 11 del D.M. 17/01/2018, sono:

- acciaio tipo B450C
 - barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
 - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$;
 - reti elettrosaldate: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$;
 - tralicci elettrosaldati $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$
- acciaio tipo B450A
 - barre d'acciaio ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$), rotoli ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
 - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 10 \text{ mm}$;

- reti elettrosaldate: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$;
- tralicci elettrosaldati $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal D.M. 17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova.

Tabella 9.2 - Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento $f_{y,nom}$ e rottura $f_{t,nom}$ degli acciai B450C e B450A

$f_{y,nom}$	450 MPa
$f_{t,nom}$	540 MPa

9.3 CASSEFORME

Per le caratteristiche e l'utilizzo delle casseforme si farà riferimento a quanto indicato nelle “Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo” pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

È prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibro-compresi o compensati; in ogni caso, esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate, per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, l'Impresa dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

I prodotti disarmanti dovranno essere conformi alla normativa vigente (fino a nuova pubblicazione fare riferimento alla UNI 8866, ritirata senza sostituzione).

9.4 ACCETTAZIONE E CONTROLLI

9.4.1 Controllo delle certificazioni per materie prime e prodotti

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati per la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. devono rispondere ai requisiti indicati nel D.M. 17/01/2018.

In particolare, per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE, sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato, ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà, inoltre, onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego, rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

9.4.2 Prequalifica e qualifica

9.4.2.1 Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi

6.2.1.2 Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato

Tale situazione è contemplata dal D.M. 17/01/2018, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia all'interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza, in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo, vale a dire:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi esterni al cantiere (impianti di preconfezionamento o di prefabbricazione);

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei)

In questi casi, gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate al confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal D.M. 17/01/2018 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo, chiamato “controllo della produzione in fabbrica” (FPC), deve essere riferito a ciascun impianto ed è sostanzialmente differente dall'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale al quale, tuttavia, può essere affiancato.

Il sistema di controllo dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e che operi in coerenza con la UNI EN 45012. Quale riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche reologiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, procederà a verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno.

In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione, le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle di prequalifica effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

L'Impresa dovrà comunque consegnare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei getti, copia del dossier di prequalifica (basato sulle prove di autocontrollo di produzione) della miscela o delle miscele di calcestruzzo che verranno impiegate e dell'attestato di certificazione del sistema di controllo di produzione in fabbrica; qualora le forniture provengano da impianti di preconfezionamento esterni al cantiere ed estranei all'Impresa, quest'ultima sarà tenuta a richiedere copia dei documenti di cui sopra al produttore di calcestruzzo.

La Direzione Lavori verificherà, quindi, che i documenti accompagnatori di ciascuna fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Salvo specifica deroga da parte della Direzione dei Lavori, è richiesta, in contraddittorio con l'impresa, la qualifica delle miscele presso l'impianto di confezionamento con prove descritte nel presente documento certificate da parte dei laboratori accreditati.

Oltre alle prove di qualifica, saranno obbligatorie anche prove di prequalifica certificate da laboratorio accreditato.

9.4.2.2 Qualifica degli acciai

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Si precisa che per tutte le forniture dichiarate non idonee (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad aderenza migliorata qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 17/01/2018 e controllati con le modalità riportate nel suddetto decreto.

Tutte le forniture di acciaio provenienti dai centri di trasformazione devono essere accompagnate da copia dell' "Attestato di Qualificazione", rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale.

I centri di trasformazione sono impianti esterni alla fabbrica ed al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, ferri piegati, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri devono possedere i requisiti ed operare in conformità alle disposizioni del D.M. 17/01/2018.

Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione, è necessaria la documentazione atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 17/01/2018.

Inoltre, dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico;
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso, per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati, in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione", dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

9.4.3 Controlli in corso d'opera

9.4.3.1 Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate dal D.M. 17/01/2018, su miscele omogenee di conglomerato come definite dal citato Decreto.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori il quale, prima di accettare la fornitura e di procedere con i prelievi, dovrà:

- verificare, dal documento di consegna, l'ora di carico e di prevista consegna del calcestruzzo ed accertarsi che l'organizzazione data allo scarico ed alla messa in opera consenta il rispetto dei tempi indicati al paragrafo 9.5.2
- verificare che gli elementi contenuti nel documento di consegna di cui al paragrafo 9.5.2 siano conformi alle prescrizioni richieste e respingere il carico in caso di loro mancata corrispondenza;
- controllare che il tipo ed il diametro massimo dell'aggregato corrispondano a quanto richiesto e, in caso di difformità, respingere il carico;
- controllare che la consistenza del calcestruzzo consegnato sia corrispondente a quanto richiesto e specificato sul documento di consegna, ovvero respingere il carico ove essa risultasse di classe diversa.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m³ di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel D.M. 17/01/2018 e nella norma UNI-EN 206.

Il numero e la tipologia dei controlli di accettazione relativi alla classe di resistenza sarà conforme

alle due tipologie previste dal D.M. 17/01/2018.

In particolare, i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati e stagionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale (autorizzato dal Min. dei LL.PP: per prove secondo legge 106 secondo L. 1086/'71 - DPR 380/'01 - circ. 7617/STC '10), secondo la UNI EN 12390-3. Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi; al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti. La geometria delle casseforme deve essere cubica, di lato pari a 150 mm, ovvero cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

Sulla superficie dei provini sarà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido, sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini. Inoltre, la superficie dei provini dovrà essere protetta con apposito coperchio o pellicola plastica, per evitare l'evaporazione dell'acqua fino al momento dello scasso e del trasferimento in ambiente con UR > 95%.

L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo, che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo e relative classi di consistenza, durabilità, resistenza, cloruri e D_{max} ;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (ad esempio: muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.)

2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice

3. Data e ora di confezionamento dei provini

4. Firma della Direzione Lavori

Al termine del prelievo, si procederà alla conservazione dei provini in adeguate strutture predisposte dall'Impresa; gli stessi saranno appoggiati al di sopra di una superficie orizzontale piana in posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 ore (in ogni caso non oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine, i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio Ufficiale incaricato di effettuare le prove di schiacciamento, ove si provvederà alla loro conservazione, una volta rimossi dalle casseforme, in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C, oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (e consentito l'impiego di reti elettrosaldate), per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

Le medesime condizioni dovranno essere garantite dall'impresa nel caso i provini vengano scassati secondo i tempi sopramenzionati e non inviati immediatamente al laboratorio di prova.

L'Impresa sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio, nonché del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo presso detto Laboratorio, unitamente ad una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dalla Direzione Lavori, la quale alleggerà a tale richiesta, copia del verbale di prelievo.

I certificati emessi dal Laboratorio Ufficiale dovranno contenere tutte le informazioni richieste dal D.M. 17/01/2018.

Controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera

Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza ai valori di resistenza prescritti del calcestruzzo già messo in opera, la Direzione Lavori procederà al controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove, in ogni caso, non devono intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Il valor medio (e quello caratteristico) della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) e, in genere, inferiore al valor medio (ed a quello caratteristico) della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore caratteristico della resistenza strutturale ($R_{ck, STRUTT}$), misurata con le tecniche distruttive e/o non distruttive ritenute più opportune da parte della D.L. e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore caratteristico definito in fase di progetto.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005, nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP e dalla Circolare esplicativa alle norme tecniche per le costruzioni.

Le aree di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove non distruttive, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine.

Le aree ed i punti di prova debbono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi; pertanto, si farà riferimento al giornale dei lavori ed eventualmente al registro di contabilità, per identificare correttamente le strutture o porzioni di esse interessate dalle non conformità.

La definizione e la divisione in regioni di prova, di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme di cui sopra, contestualmente alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive sia di evidenti difetti (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.) che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse, sia di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), sia di polvere ed impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie non rimovibili deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

L'assenza di armatura in corrispondenza dei punti di prova dovrà essere verificata mediante preliminare indagine pacometrica (riferimento norma BS 1881).

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

9.4.3.2 Controlli sugli acciai

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute per l'acciaio per c.a. nel D.M. 17/01/2018.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovranno essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato e per tre differenti diametri delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione, la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dal D.M. 17/01/2018, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, le modalità di controllo sono definite per l'acciaio per c.a. dal D.M. 17/01/2018.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (quali, ad esempio indice di aderenza e saldabilità).

Nel caso di forniture giudicate non conformi dalla Direzione Lavori, queste saranno immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa, alla quale sarà altresì imputato l'onere delle nuove forniture.

9.4.3.3 Laboratori accreditati e autorizzati

Le prove di qualifica eseguite in integrazione alla Marcatura CE, nonché le prove di collaudo o verifica eseguite sui materiali o sui singoli componenti dei sistemi di protezione acustica, dovranno essere effettuate da laboratori accreditati secondo la Norma ISO 17025 da Ente ACCREDIA, da Enti equivalenti europei affiliati all'associazione degli organismi di accreditamento europei EA (<http://www.european-accreditation.org>), ovvero dai Laboratori Ufficiali di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (autorizzati dal Min. dei LL.PP: per prove secondo legge 106 secondo L. 1086/71 - DPR 380/01 - circ. 7617/STC '10).

Le prove di accettazione principali, complementari o integrative possono essere eseguite per legge solo dai laboratori Ufficiali di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

9.5 MODALITÀ DI ESECUZIONE

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al D.M. 17/01/2018, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1 “Esecuzione di strutture in calcestruzzo: requisiti comuni” ed alle “Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo” pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

L'Impresa esecutrice è tenuta a presentare, nei modi e nei tempi previsti dal Contratto, un programma dei getti che saranno eseguiti nella settimana lavorativa successiva, con indicazione di:

- data e ora di esecuzione del getto;
- ubicazione del getto (opera e parte d'opera);
- classe di resistenza del conglomerato cementizio, in accordo a quanto previsto dal progetto;
- metri cubi di calcestruzzo previsti;
- impianto di betonaggio di provenienza

Ogni variazione al programma deve essere comunicata (salvo casi dovuti a motivi di sicurezza), in forma scritta, con un preavviso minimo di 1 giorno.

Inoltre, l'Impresa esecutrice deve verificare l'esistenza della documentazione di qualifica, con particolare riferimento alla rispondenza della miscela prevista per il getto alle condizioni di aggressività dell'ambiente, nonché deve prevedere l'elaborazione di una specifica di stagionatura delle opere/parti d'opera da realizzare.

9.5.1 Confezionamento dei conglomerati cementizi

Qualora il calcestruzzo sia prodotto con processo industrializzato, non occorrerà alcun esame preventivo dell'impianto da parte della Direzione Lavori, la quale si limiterà ad acquisire la documentazione di prequalifica.

NOTA Ove opportuno, la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere, in contraddittorio con l'Impresa, una qualifica della miscela o delle miscele in impianto di confezionamento, con prove certificate da parte dei laboratori accreditati o autorizzati.

9.5.2 Trasporto dei conglomerati cementizi

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei, al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e, comunque, tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Per quanto non specificato nel seguito, si farà riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

NOTA Ciascuna fornitura di calcestruzzo dovrà essere accompagnata da un documento di trasporto (bolla) conforme alle specifiche della UNI EN 206, sul quale dovranno essere riportati almeno:

- data e ora di produzione;
- data e ora di arrivo in cantiere, di inizio scarico e di fine scarico;
- classe o classi di esposizione ambientale;
- classe di resistenza caratteristica del conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di consistenza o valore numerico di riferimento;
- classe di contenuto in cloruri;
- quantità di conglomerato trasportata;
- la struttura o l'elemento strutturale cui il carico è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

E facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali, quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dall'impianto al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza, si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione, purché esso possieda i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti.

9.5.3 Posa in opera dei conglomerati cementizi

9.5.3.1 Operazioni preliminari

Le operazioni di getto potranno essere avviate solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Al momento della messa in opera del conglomerato, è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione dei Lavori incaricato a norma di legge, oltre che di un responsabile tecnico dell'Impresa.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., occorre controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

9.5.3.2 Getto del calcestruzzo

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50-80 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Nel caso di getti verticali ed impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano e soprattutto con i calcestruzzi autocompattanti, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla

superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa.

E' anche raccomandabile che lo spessore degli starti orizzontali di getto, misurato dopo vibrazione non sia maggiore di 30 cm.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente per l'intero spessore del getto fresco, per 5-10 cm in quello sottostante se ancora lavorabile e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo, come dettagliato nella seguente Tabella.

Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato.

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i>

Nel caso di un calcestruzzo autocompattante senza vibrazione, è possibile raggiungere una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 metri; tale distanza, comunque, dipende anche dalla densità delle armature.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera ed assestato con ogni cura, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto è effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Deve essere garantita la continuità del funzionamento delle attrezzature, possibilmente anche mediante apparecchiature di riserva, allo scopo di evitare rallentamenti e/o interruzioni delle operazioni di costipamento.

Quando il calcestruzzo deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti, approvati dalla Direzione Lavori, necessari ad impedire che l'acqua ne dilavi le superfici e ne pregiudichi la normale maturazione.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele, tenendo conto che è assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo, sarà l'Impresa unica responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta.

9.5.3.3 Posa in opera in climi freddi

Al momento della consegna dovrà essere verificato che la temperatura dell'aria e del calcestruzzo fresco non siano minore di 5 °C.

In condizioni di temperatura ambientale inferiore, considerando che tra il termine della miscelazione e la messa in opera si deve prevedere un raffreddamento di 2÷5°C, il getto potrà essere eseguito solo nel caso vengano rispettate le seguenti prescrizioni:

- nel caso in cui la temperatura dell'aria sia compresa fra 0°C e 5°C, la produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio devono essere sospese, a meno che non sia garantita una temperatura dell'impasto durante la fase di getto non inferiore a 10°C, ad esempio mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e/o dell'acqua di impasto all'impianto di betonaggio, con l'avvertenza che la temperatura raggiunta dall'impasto non sia superiore a 25°C. In alternativa, è possibile utilizzare, sotto la responsabilità dell'Impresa, additivi acceleranti di presa conformi alla UNI EN 934-2 e, se autorizzati dalla D.L., opportuni additivi antigelo;
- per temperature comprese fra -4°C e 0°C, potranno essere eseguiti esclusivamente getti relativi a fondazioni, pali e diaframmi, ferme restando le condizioni dell'impasto di cui al punto precedente;

- salvo specifiche prescrizioni di progetto, da sottoporre comunque a preventiva approvazione, non si deve procedere all'esecuzione di getti quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a -4°C .

L'Impresa esecutrice deve inoltre adottare le seguenti ulteriori precauzioni:

eseguire opportune protezioni dei getti, per permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;

- eseguire una valutazione del tempo necessario al mantenimento delle casseforme in relazione all'effettivo valore di temperatura ambientale;
- scegliere, per il getto, le ore più calde della giornata;
- in caso di presenza di neve e/o ghiaccio, prima del getto si deve accertarne l'avvenuta rimozione dai casseri, dalle armature e dal sottofondo.

NOTA Al fine di poter mettere in atto correttamente e verificare le prescrizioni riguardanti le temperature di getto, occorre che in cantiere sia esposto un termometro in grado di indicare le temperature minime e massime giornaliere.

9.5.3.4 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 33°C , la temperatura dell'impasto dovrà essere mantenuta entro i 25°C . Per i getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente diminuito.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo, potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, avendo cura di computarne l'esatta quantità nel calcolo del rapporto a/c affinché il valore prescritto non subisca alcuna variazione.

La temperatura delle casseforme metalliche, se maggiore di 33°C , deve essere ricondotta a tale valore con tolleranza di 5°C , mediante preventivi getti esterni di acqua fredda.

Per realizzare una miscela di calcestruzzo entro i limiti di temperatura sopra indicati, si potrà procedere al raffreddamento degli aggregati stoccati con getti di acqua fredda, prevedendo un adeguato drenaggio per evitarne il ristagno ed un controllo dell'umidità aggiuntivo per asciugatura, oltre a quello effettuabile mediante le sonde.

Per ritardare la presa e garantire il mantenimento della lavorabilità al getto, per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa e preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

Per i getti in clima caldo e, soprattutto se asciutto e ventilato, dovranno essere adottate le seguenti precauzioni:

- esecuzione dei getti al mattino, alla sera o di notte;

- impiego di cementi a basso calore d'idratazione;
- impiego di additivi superfluidificanti per il mantenimento della lavorabilità;
- proteggere adeguatamente le superfici del getto, per evitare eccessive variazioni termiche tra l'interno e la parte corticale dei getti;
- a fine getto, mantenere umide le superfici del calcestruzzo.

Nel caso vengano utilizzati getti di acqua nebulizzata, la temperatura della stessa non dovrà essere inferiore di oltre 10°C rispetto a quella della superficie del calcestruzzo.

9.5.3.5 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che vengano eseguiti i getti senza soluzione di continuità, così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comportasse il protrarsi del lavoro in giornate festive e la conduzione a turni. In nessun caso, l'Impresa potrà avanzare richieste di maggiori compensi. Qualora debbano essere previste riprese di getto, sarà obbligo dell'Impresa procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

9.5.3.6 Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco

L'Impresa dovrà aver verificato, in fase di qualifica, che le caratteristiche della miscela possiedano requisiti tali da rendere compatibili i due getti, tenendo presente il tempo necessario per il ricoprimento del primo getto, il mantenimento della lavorabilità nel tempo, il tempo di presa del calcestruzzo già gettato. All'atto del getto dello strato successivo, la consistenza dello strato di primo getto deve essere almeno tale da permettere la penetrazione della vibrazione per uno spessore di qualche centimetro.

A tal fine, l'Impresa potrà fare uso di additivi ritardanti, in modo da garantire tempi massimi per le interruzioni, senza compromettere le caratteristiche di monoliticità.

9.5.3.7 Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito

L'impresa deve predisporre una superficie di ripresa, realizzando una scarifica meccanica del calcestruzzo indurito, procedendo, prima del nuovo getto, al lavaggio della superficie di ripresa con acqua in pressione, in modo da eliminare la malta e lasciare esposto l'aggregato grosso.

Tra le diverse riprese di getto non dovranno presentarsi distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore. In caso contrario, deve provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali. Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti tipo “water-stop” in materiale bentonitico idroespansivo. I profili “water-stop” saranno opportunamente fissati e disposti secondo le indicazioni progettuali e della Direzione Lavori, in maniera tale da non interagire con le armature.

9.5.3.8 Casseforme

L'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare per realizzare i casseri e le relative opere di sostegno, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisoriale e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Premesse le responsabilità dell'Impresa, per quanto attiene alla conformità delle attrezzature da impiegare per la realizzazione del progetto nonché per l'uso di tutti i prodotti idonei alle corrette operazioni di disarmo, si prescrive che per il contenimento del getto di conglomerato cementizio di rivestimento delle gallerie dovranno essere impiegate casseforme metalliche montate su carro portaforme, munite di sistema di movimentazione idraulico; la struttura dovrà essere opportunamente irrigidita e controventata, dimensionata per non subire deformazioni sotto carico, con la superficie a contatto del conglomerato liscia e conforme alla generatrice di progetto, tale da assicurare ai getti una rifinitura perfettamente regolare.

L'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare per realizzare i casseri e le relative opere di sostegno, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisoriale e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nel caso di calcestruzzi autocompattanti, la maggiore spinta sui casseri andrà valutata secondo quanto specificato dalle NTC2018.

Pulizia e trattamento delle casseforme

Prima del getto, le casseforme dovranno essere pulite, per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio, ecc.

In ogni caso, l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato il medesimo prodotto.

Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà avvenire contemporaneamente al getto.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre, in corso di esecuzione, quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc..

9.5.4 Stagionatura e disarmo

9.5.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non casserate

Le superfici in calcestruzzo non casserate, al termine della messa in opera e successiva compattazione, devono essere stagionate e protette dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).

Per consentire una corretta stagionatura, è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'Impresa è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- l'applicazione, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di *curing*);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata, con temperature della stessa non inferiori di oltre 10°C rispetto a quelle della superficie del getto;

- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido, in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie completamente ricoperta da un costante velo d'acqua.

La costanza della composizione degli agenti di curing dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate e/o ricoperte con altri materiali, a meno di non prevedere la loro rimozione prima delle altre applicazioni.

Sara obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per un periodo di tempo non inferiore a quello indicato al prospetto E.1 della UNI EN 13670-1.

Qualora dovessero insorgere esigenze particolari, per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Qualora sulle superfici orizzontali, quali solette di ogni genere o pavimentazioni, si rilevino fenomeni di ritiro plastico con formazione di fessure, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla protezione o alla sigillatura delle fessure.

Di norma, viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari, la Direzione Lavori potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto nel presente documento.

Resta inteso che, durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

9.5.4.2 Rimozione dei casseri e maturazione umida

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le resistenze minime prescritte in progetto per eseguire tale operazione. In assenza di specifiche prescrizioni, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

La rimozione dei casseri e dei relativi puntelli, comunque, dovrà essere effettuata non prima che il calcestruzzo, in funzione della classe di resistenza, del tipo di cemento impiegato e delle condizioni

ambientali, del tipo di manufatto, abbia raggiunto una resistenza meccanica adeguata a non subire danni durante e in conseguenza delle operazioni di disarmo.

Qualora la rimozione del cassero da una superficie avvenga prima che sia trascorso il tempo minimo di stagionatura definito nel prospetto E.1 della UNI EN 13670-1, dovranno essere predisposte azioni atte a garantire il completamento della stagionatura umida, utilizzando una o più precauzioni tra quelle di seguito elencate:

- l'applicazione, sulle superfici scassate, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di *curing*);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata, assicurandosi che la temperatura della stessa non si discosti di oltre 10°C rispetto a quella della superficie del calcestruzzo;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido, in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità.

9.5.4.3 *Regolarità delle superfici scassate*

Eventuali irregolarità o sbavature presenti sulle superfici gettate contro cassero, qualora ritenute non tollerabili dalla Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale e, i punti incidentalmente difettosi, dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo. Resta inteso, che gli oneri derivanti dalle suddette operazioni ricadranno totalmente a carico dell'Impresa. Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta reoplastica a ritiro compensato previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 20 mm.

Eventuali ferri (fili, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura, di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 5 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

9.5.4.4 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

È tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse, per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte, tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto e saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti faccia a vista, secondo linee rette continue o spezzate.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole tipologie di conglomerato.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra il progetto dovrà tenere conto, in numero sufficiente ed in posizione opportuna, dell'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione. Le indicazioni progettuali saranno il riferimento per l'Impresa, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione dei Lavori. I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

9.5.4.5 Materiali per giunti

È previsto, per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giunte e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri in PVC o in gomma o in lamierino di rame, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti.

Le dimensioni dei nastri e dei lamierini sono indicate sui disegni, i nastri ed i lamierini vanno giuntati incollando, vulcanizzando o saldando fra loro i vari elementi.

L'esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione sia a tenuta o meno delle strutture in c.a. dove indicato nei disegni o richiesto dalla Direzione Lavori verranno poste in opera lastre tipo Populit dello spessore di cm 2, protette sulle facce contro il getto da eseguire con un foglio di cartone bituminato,

oppure possono essere impiegati riempimenti con cartongfello bitumato o mastice di bitume o con polistirolo espanso od altri materiali plastici di vari spessori.

Le superfici di contratto dei materiali devono essere perfettamente asciutte e lisce.

9.6 ARMATURE PER C.A.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, è prescritto l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico, al fine di garantire gli spessori di copriferro previsti in progetto; lungo le pareti verticali, si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri, dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi, saranno eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. L'Impresa dovrà inoltre adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

Il diametro di piegatura deve essere tale da evitare sia fessure nella barra che la rottura del calcestruzzo all'interno della piegatura. Per i valori minimi da adottare, ci si riferisce alle prescrizioni contenute nella UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2).

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\varnothing \leq 16\text{mm}$	4 $\varnothing$
$\varnothing > 16\text{mm}$	7 $\varnothing$

è a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

10 PAVIMENTAZIONE STRADALE – STRATO DI USURA E DI COLLEGAMENTO

10.1 Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

10.1.1 Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

- Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);

- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

- Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel - Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il $6 \div 8\%$ di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

10.1.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nel punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** della presente Sezione.

10.1.3 Miscele

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I

Passante: % totale in peso

Crivello 25	100
Crivello 15	$65 \div 100$
Crivello 10	$50 \div 80$
Crivello 5	$30 \div 60$

Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso	Passante: % totale in peso
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	--
Crivello 15	90 – 100	100
	70 – 90	70 – 90
100	40 – 55	40 – 60

Crivello	10	25 – 38	25 – 38
	70	11 – 20	11 – 20
÷ 100		8 – 15	8 – 15
Crivello	5	6 – 10	6 – 10
	43		
÷ 67			
Setaccio	2		
	25		
÷ 45			
Setaccio	0,4		
	12		
÷ 24			
Setaccio	0,18		
	7		
÷ 15			
Setaccio	0,075		

Il legante bituminoso tipo “A” dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo “B” è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

Il fuso tipo “A” dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo “B” dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di “tipo spezzata”, utilizzando il fuso “A” di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al $10\% \pm 2\%$.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata :

resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

coefficiente di attrito radente su superficie lievemente bagnata rilevato con apparecchio SKID - TESTER secondo le norme ASTM E/303 non inferiore a 60 dopo un anno dall'ultimazione della stessa ed a collaudo;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8% ; nel calcolo di tali percentuali si dovrà fare l'uso del peso specifico dei grani di tutta la miscela degli inerti;

e) impermeabilità praticamente totale: il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall di controllo, il permeametro a carico costante di 50 cm. d'acqua, non dovrà risultare superiore a 10⁻⁶ cm/sec.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10⁻⁶ cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i

relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

10.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

10.1.5 Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

10.1.6 Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio

del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l' Appaltatore un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti.

10.2 Scarifica di pavimentazioni esistenti

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali si dovrà procedere a ricarichi o risagomature, l'Appaltatore dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

10.3 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

10.4 Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile

10.4.1 Generalità

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

10.4.2 Inerti

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

10.4.3 Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti - fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

10.4.4 Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm) .

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%.

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

f = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove P_{1n} è:

$$P_{1n} = Pt - (P_v \times P_r)$$

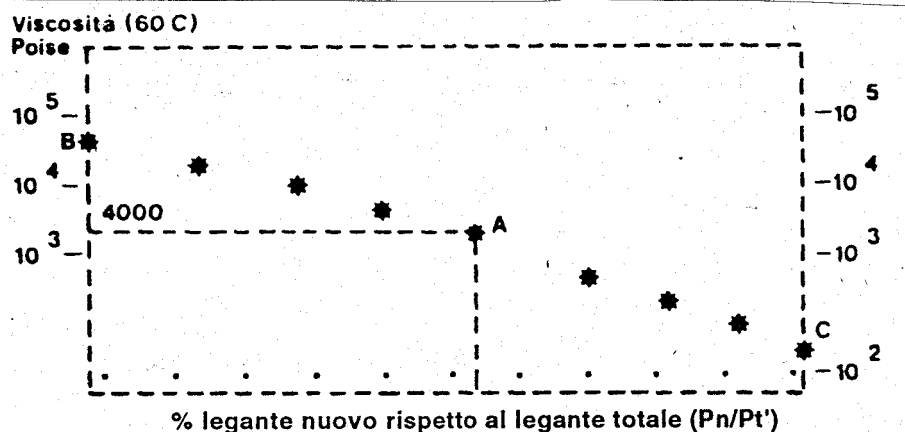
in cui:

P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

P_r = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri :

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di Pn/Pt ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume - rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2.000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussees" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di

$$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$$

da N.s.

10.4.5 Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore - mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C ÷ 140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi

(compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

10.4.6 Posa in opera delle miscele

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

11 IMPERMEABILIZZAZIONI

L'impermeabilizzazione delle pareti viene interposta tra i rivestimenti esistente e di nuova realizzazione.

La D.L. ha facoltà di ordinare, per determinati tratti o superfici di galleria, la impermeabilizzazione in conformità alle prescrizioni di seguito riportate.

Si dovranno adottare particolari accorgimenti e cautele quando le acque risultassero aggressive. Prima della posa in opera dell'impermeabilizzazione l'Impresa dovrà procedere alla preparazione delle pareti comprendente:

- captazione di eventuali forti venute d'acqua tali da intralciare la regolare stesa dell'impermeabilizzazione, mediante impiego di tubi e/o canalette in materiale termoplastico, protetti da uno strato in geotessile e fissati con malta di cemento additivata con accelerante;
- eventuali tubi e/o canalette saranno protetti con uno strato di conglomerato cementizio e saranno raccordati al drenaggio posto al piede dell'impermeabilizzazione;
- regolazione della superficie di applicazione con malta fina per raccordare eventuali asperità e per ricoprire eventuali parti metalliche sporgenti.

11.1 IMPERMEABILIZZAZIONE CON GUAINA IN PVC

Sul rivestimento esistente, dovrà essere steso uno strato di geotessile, come strato di compensazione con funzione antipunzonamento.

Il geotessile verrà steso procedendo in senso trasversale all'asse della galleria, sovrapponendo i bordi di 20 cm e fissandolo con bottoni e/o listoni in PVC semirigido, a loro volta ancorati al supporto con chiodi a sparo muniti di rondella o con tasselli ad espansione.

I bottoni in PVC, aventi speciale sagomatura per impedire il contatto dei chiodi di fissaggio con la guaina in PVC trasparente che ad essi sarà sovrapposta e saldata, saranno forniti e posti in opera in ragione di almeno quattro bottoni per metro quadrato di superficie da impermeabilizzare, oppure un listone/ml.

In corrispondenza dei giunti del sovrastante telo in PVC e alla base della stessa, in corrispondenza dei piedritti nell'impermeabilizzazione delle gallerie, saranno forniti e posti in opera listoni in PVC semirigido fissati con chiodi a sparo muniti di rondella.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura dell'Impresa, sotto il controllo

della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI vigente.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti previsti dalle norme UNI vigenti.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali già posti in opera, l'impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

La guaina in PVC verrà stesa in opera in senso trasversale all'asse della galleria con i lembi dei giunti sovrapposti per 10 cm e dovrà essere fissata ai bottoni ed ai listoni in PVC mediante termosaldatura. La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

Si procederà quindi alla saldatura dei giunti per termofusione con apposite saldatrici a controllo automatico di velocità, temperatura e pressione, predisposte per effettuare una doppia saldatura senza soluzione di continuità da un estremo all'altro del giunto, in modo da permettere la prova di tenuta del giunto ad aria compressa.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 0,4 bar; la eventuale perdita di pressione dopo 15-20 min non dovrà superare 0,1 bar.

Nel caso che qualche prova dia esito negativo, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse, mentre la Direzione Lavori potrà ordinare che vengano sottoposti a prove tutti i giunti senza che per questo l'impresa stessa possa reclamare alcun compenso.

In galleria la guaina in PVC dovrà essere risvoltata alla base dei piedritti per almeno 40 cm; i lembi estremi dovranno essere fissati alla parete mediante listelli metallici, previa applicazione di idoneo mastice sigillante; all'interno dei due risvolti dovranno essere forniti e posti in opera tubi microfessurati collegati ai pozzetti di raccolta mediante pezzi speciali e relative tubazioni di raccordo. I fori praticati nelle guaine per il passaggio di queste ultime dovranno essere sigillati mediante appositi elementi in PP termosaldati alla guaina ed ai tubi di raccordo.

11.2 CONDOTTE DI RACCOLTA

Al piede dell'impermeabilizzazione ogni 20 m circa saranno disposte delle condotte, dotate di pozzetti per l'ispezione e la manutenzione.

Particolare cura andrà posta in fase esecutiva per assicurare il corretto andamento planoaltimetrico

dei tubi di drenaggio e la loro funzionalità.

Il tubo microfessurato posto al piede dell'impermeabilizzazione è in PVC e con diametro pari a 200 mm. La Direzione Lavori potrà richiedere di far sottoporre a prove, presso laboratori qualificati e riconosciuti, dei campioni di tubo per accertare o meno la loro rispondenza alle norme vigenti.

12 MONITORAGGIO

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivanti dalle misure in corso d'opera ha lo scopo di verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico tra le stesse previsioni e le prestazioni/comportamento delle strutture di rivestimento e dell'ammasso al contorno.

Dovranno inoltre essere chiaramente indicate le ipotesi formulate per la valutazione delle componenti di spostamento e deformazioni indotte nel terreno e nelle strutture.

Dovrà infine essere indicato nel Piano di Monitoraggio il periodo di tempo nel quale devono essere eseguite le misure: prima, durante e dopo la realizzazione dell'Opera.

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivati dalle misure in corso d'opera dovranno essere condotti con particolare sistematicità e cura, secondo indicazioni che saranno date dalla D.L., in modo da consentire l'archiviazione e la conseguente creazione di un "data base" da utilizzare a beneficio delle opere che saranno costruite nel futuro.

In funzione dell'importanza dell'Opera si dovrà adottare un sistema di elaborazione, gestione e distribuzione dei dati che permetta a tutti i soggetti impegnati nella buona riuscita dell'Opera (Impresa, Committente, Direzione Lavori, Progettista, Responsabile della Sicurezza, ecc) di accedere ai dati in tempo reale e da qualsiasi postazione informatica, con modalità di password dedicata e personalizzata.

Tutto il sistema di monitoraggio durante la costruzione e sino alla data di emissione del certificato di collaudo finale, questa compresa, sarà eseguito a cura ed oneri dell'Impresa.

Le misure sono tra l'altro volte a determinare le deformazioni e le tensioni indotte nelle strutture di rivestimento e negli elementi di rinforzo e stabilizzazione.

Gli strumenti di misura e le sezioni strumentate da adottare dipendono dalla complessità della situazione geologico-geotecnica, con particolare riguardo alle specifiche condizioni geostrutturali, morfologiche ed idrogeologiche, nonché al previsto comportamento tenso-deformativo del terreno e delle strutture.

Il piano di monitoraggio deve tenere conto dell'affidabilità degli strumenti da utilizzare, della loro semplicità nell'installazione e nella relativa misura, della robustezza e, non ultimo, dei possibili disagi che l'allestimento delle sezioni strumentate comporta all'intera organizzazione di cantiere.

La strumentazione posta in opera dovrà inoltre avere alcuni requisiti funzionali che andranno verificati, certificati e documentati anche quando l'evoluzione tecnologica metterà a disposizione materiali più sofisticati e dispositivi più perfezionati:

- campo di misura o fondo scala ("range");
- massimo campo di misura sopportato dello strumento ("over range");
- ripetitività delle misure;
- precisione;
- Sensibilità;
- durabilità e/o affidabilità.

I sistemi di monitoraggio dovranno essere concepiti in modo da realizzare il massimo di modularità e interfacciabilità possibile al fine di poter effettuare la centralizzazione dei dati in punti diversi della galleria o all'esterno.

Per ciascuno strumento il Progettista dovrà definire in quale momento procedere alla lettura di zero, e cioè alla definizione della configurazione di riferimento rispetto alla quale confrontare tutti i valori che andranno determinati in seguito.

La lettura degli strumenti e l'interpretazione delle misure saranno eseguite il più rapidamente possibile da personale qualificato.

12.1 MISURE DALL'INTERNO DEL CAVO

Misure di convergenza con mire ottiche

Consistono nel determinare la variazione in valore assoluto della distanza di uno o più punti di misura posizionati sulle pareti (opposte) del cavo. I punti di misura sono costituiti da prismi ottici o da mire ottiche reticolate traggiate mediante un teodolite o distanziometro.

La misura si effettua come una normale triangolazione di precisione. La precisione della misura è pari a 1 mm.

L'elaborazione dei dati consente di risalire alla deformata del profilo, nonché di valutarne l'evoluzione nel tempo.

12.2 INTERPRETAZIONE E VERIFICA IN CORSO D'OPERA

L'elaborazione dei dati e la loro interpretazione dovranno condurre ad una verifica delle condizioni previste in progetto e ad una taratura degli interventi attribuiti alle singole sezioni di scavo.

A tal fine i monitoraggi dovranno consentire di:

- verificare che i livelli di deformazione, di luce libera di scavo, di gradiente di deformazione siano corrispondenti a quelli definiti in progetto;

- decidere, in tempi cantieristicamente accettabili, gli eventuali provvedimenti operativi da assumere in seguito alle misurazioni.

Gli obiettivi, la frequenza del posizionamento delle sezioni, la frequenza delle letture e la durata di installazione e lettura delle singole stazioni sono indicate negli specifici elaborati.

Per quanto riguarda i valori di deformazione attribuiti alle singole classi di scavo ed in relazione ai sistemi di misura adottati, si precisa che per le misure topografiche con mire ottiche removibili e le misure di convergenza vale quanto segue:

- le deformazioni attese si riferiscono ad una qualsiasi delle basi di misura;
- il gradiente di deformazione si riferisce alla velocità di deformazione di una qualsiasi delle basi di misura;
- la lettura di "zero" dovrà essere immediata;
- la frequenza delle letture sarà funzione delle fasi lavorative e delle tecniche adottate;
- le stazioni devono essere lette sino alla completa stabilizzazione dei valori.

13 PROVE E CONTROLLI

13.1 DISPOSIZIONI GENERALI

La seguente specifica si applica ai vari tipi di lavorazione connessa con la costruzione di gallerie. La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione della difficoltà e importanza dell'opera.

13.2 ANCORAGGI

Come da prescrizioni di Normativa (NTC2018 §6.6.4.1, Raccomandazioni AICAP), è necessario condurre prove di collaudo sui bulloni installati. Tali prove devono essere condotte su almeno il 3% degli ancoraggi realizzati. In accordo con quanto previsto nella UNI-EN 14490:2010, gli ancoraggi di prova devono essere distribuiti uniformemente sull'intero sviluppo dell'opera.

Il carico di collaudo (PC), secondo quanto riportato al paragrafo 8.2 delle Raccomandazioni AICAP, è pari a 1.2 volte il carico di progetto dell'ancoraggio (Pd).

La prova di collaudo sarà eseguita a carico costante.

L'ancoraggio di prova sarà tesato a partire da una forza di allineamento P_a pari al 10% di P_c , fino al valore della forza di collaudo P_c in almeno 5 incrementi di carico con sosta, a ciascun incremento, per il tempo necessario alla lettura del corrispondente allungamento. La velocità di applicazione del carico dovrà essere inferiore a 10kN/min. Gli incrementi di carico consigliati dalle Raccomandazioni AICAP e condivisi dagli scriventi, prevedono un primo incremento di carico fino a $0.4P_c$, un secondo incremento a $0.55P_c$, il terzo incremento fino a $0.7P_c$ e il quarto fino a $0.85P_c$. Il quinto ed ultimo incremento di carico corrisponde al 100% del carico di prova. il carico sarà mantenuto per 5minuti provvedendo alla lettura dei corrispondenti allungamenti al tempo di 1minuto, 2 minuti, 3minuti e 5minuti. Se la differenza tra gli allungamenti registrati tra il tempo 2minuti e 5minuti è inferiore a 0.5mm, è possibile proseguire con la prova mentre diversamente si prosegue a mantenere il carico ulteriori 30minuti e a leggere gli allungamenti a 5 minuti, 10 minuti, 20 minuti e 30 minuti. Sulla base dei dati registrati si valuterà il rapporto di creep (α) che dovrà essere inferiore a 2 mm per l'accettazione dell'ancoraggio.

Al termine del periodo di osservazione al carico PC, dopo aver rilevato l'allungamento permanente, l'ancoraggio viene scaricato al valore della forza di allineamento P_a in almeno 3 fasi con sosta ad ogni fase per la lettura del corrispondente allungamento.

Al termine della prova, l'ancoraggio sarà nuovamente allestito con i sistemi che permettono il collegamento con gli altri ancoraggi al fine di riportarlo nelle condizioni di carico presenti prima dell'esecuzione della prova.

13.3 CONGLOMERATO CEMENTIZIO GETTATO IN OPERA

Fare riferimento a quanto definito al paragrafo 9.4.

13.4 ACCIAIO

Fare riferimento a quanto definito al paragrafo 9.4.

13.5 IMPERMEABILIZZAZIONE

Per quanto riguarda i materiali questi dovranno soddisfare i requisiti che sono riportati al punto 10 , per ogni lotto di fornitura.

Nel caso che i materiali non soddisfacessero i predetti requisiti, questi dovranno essere allontanati dal cantiere e sostituiti con altri aventi i predetti requisiti.

Nel caso in cui questi siano già stati posti in opera, dovranno essere rimossi e sostituiti con altri idonei. Il tutto a cura e spese dell'Impresa.

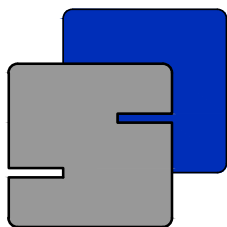
Si dovrà verificare che le venute d'acqua più consistenti siano opportunamente convogliate. Si dovrà verificare che le parti metalliche sporgenti, siano opportunamente ricoperte con betoncino proiettato. Si dovrà inoltre verificare che le guaine in PVC siano poste in opera correttamente e con le volute sovrapposizioni secondo le prescrizioni riportate nel punto 8.1 del presente Capitolato.

I giunti di saldatura, realizzati mediante termosaldatura, dovranno essere verificati in ragione di almeno una prova ogni 10 giunti, o frazione di 10 e ciascuna prova dovrà essere verbalizzata.

Nel caso in cui la prova dia esito negativo, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse.

Tuttavia, la D.L. potrà sottoporre a prove tutti i giunti, senza che per questo l'Impresa stessa possa reclamare alcun compenso.

La D.L. potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.



SOCIETÀ DI
INGEGNERIA

SI. ME. TE. s.r.l.

Via Treviso n. 12 - 10144 Torino
Tel. 011/7714685 r.a. - Telefax e Modem: 011/745 176
e-mail: info@simete.com
P. IVA: 05060100012



PROPRIETÀ :

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
Servizio infrastrutture U.O. Gestione Manufatti
Corso Garibaldi 26 - 42121 Reggio Emilia

**LAVORI DI MANUTENZIONE
STRAORDINARIA DELLA GALLERIA DELLA
SP486R NEL COMUNE DI BAISO**

CUP C57H23002580001

**PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

PROGETTISTA
ing. arch. **Roberto MELLANO**
A302 Dott. Ing. Roberto Mellano

RUP Lavori

ing. Giuseppe TUMMINO

a	20-09-2024	EMISSIONE	AK	R.ME.	R.ME.
REV.	DATA	OGGETTO EDIZIONE	DIS.	VERIF.	RIESAME

FILE :	TAVOLA N.	REV:	SCALA :
10102401ESEgeRIL_01a .dwg	10102401 ESE ge RIL 01	a	VARIE

Sommario

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
4	PIANO INDAGINI ANNO 2022.....	9
4.1	RISULTATI INDAGINI	9
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-GEOMECCANICA E SISMICA	12
5.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-GEOMECCANICA.....	12
5.2	PARAMETRI DI PROGETTO	13
5.3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	13
5.3.1	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>15</i>
5.3.2	<i>Risposta sismica al sito – Approccio semplificato.....</i>	<i>17</i>
6	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	19
7	CANTIERIZZAZIONE E FASI DI LAVORO	22
7.1	CANTIERIZZAZIONE	22
7.2	FASI DI LAVORO.....	24
7.2.1	<i>Fase 1.....</i>	<i>24</i>
7.2.2	<i>Fase 2.....</i>	<i>24</i>
7.2.3	<i>Fase 3.....</i>	<i>25</i>
7.2.4	<i>Fase 4.....</i>	<i>25</i>
7.2.5	<i>Fase 5.....</i>	<i>25</i>
7.2.6	<i>Fase 6.....</i>	<i>26</i>
8	IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE	27
8.1	GENERALITÀ.....	27
8.2	ALIMENTAZIONE E SORGENTI DI ENERGIA.....	27
8.3	DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	28
8.4	SGANCI DI EMERGENZA.....	29
8.5	DISTRIBUZIONE TERMINALE	29
8.6	IMPIANTO DI MONITORAGGIO	29
8.7	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE NORMALE	30
8.8	IMPIANTO DI TERRA	31
9	IMPIANTO DI RACCOLTA DELLE ACQUE	32

9.1 GENERALITÀ 32

9.2 PIOGGE DI PROGETTO CARATTERISTICHE 32

9.3 IMPIANTO DI DRENAGGIO ALL'INTERNO DELLA GALLERIA 33

9.4 VASCA DI ACCUMULO 34

10 SISTEMAZIONE STRADALE DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA 35

1 PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto la descrizione delle scelte progettuali effettuate nell'ambito della progettazione degli interventi di risanamento della galleria "Casa Poggioli" in località Lugo, nel comune di Baiso (RE) al fine di illustrare e dimensionare suddetti interventi.

Si riporta di seguito un estratto di mappa relativo all'ubicazione dell'intervento (44.435428470945396, 10.651045921401145)



Estratto Google Maps – Ubicazione intervento

La galleria in esame presenta una lunghezza di 400 m circa, una copertura massima pari a 67 m e sarà sottoposta a interventi di ripristino attuati mediante fresatura o demolizione di una parte del rivestimento definitivo esistente, posa di impermeabilizzazione e messa in opera di nuovo rivestimento in calcestruzzo armato. Data la incerta presenza di una soletta di base, si la realizzazione di nuovi cordoli rinforzati con micropali per incrementare la capacità strutturale della sezione.

Allo stato attuale, sono stati eseguiti gli interventi previsti nella prima fase progettuale definita "Lotto 1"; tale fase prevedeva l'installazione di ancoraggi in vetroresina in calotta ($\varnothing_{\text{perf}} \geq 90\text{mm}$) sulle tratte in cui il rivestimento è risultato maggiormente ammalorato.

Nella presente fase progettuale – definita "Lotto 2" – gli interventi da realizzare comprendono l'estensione della bullonatura su tutta la restante parte della galleria (settori non interessati dal Lotto1), fresatura (o idrodemolizione in presenza di armatura) del rivestimento esistente,

realizzazione dei micropali e cordoli in calcestruzzo armato, posa dell'impermeabilizzazione e getto del nuovo rivestimento della calotta in calcestruzzo armato su tutta la lunghezza della galleria.

Nelle tratte in prossimità degli imbocchi, dove la copertura è inferiore a 8m rendendo inapplicabile la bullonatura, durante le lavorazioni di fresatura e scavo alla base il cavo sarà sostenuto mediante centine e spritz-beton.

Nei paragrafi seguenti sono illustrate le fasi di esecuzione nonché le verifiche strutturali delle opere da realizzare tenendo conto sia delle condizioni statiche che delle condizioni sismiche.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le valutazioni e la redazione della presente relazione sono state eseguite in conformità alla seguente Normativa:

- **Decreto Ministero Infrastrutture 17 gennaio 2018:** Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- **Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019 n.7:** Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni.

Si è fatto altresì riferimento alla seguente documentazione:

- **Diagnostica della galleria Casa Poggioli** a cura dell'ing. M. Arduini (COFORCE) redatta nel dicembre 2021;
- **Risultati delle prove di laboratorio** effettuate sul materiale roccioso (Geotest, novembre 2022) e sul calcestruzzo del rivestimento attuale della galleria (EXPERIMENTATION S.r.l, novembre 2022).
- **Rapporto di prova N° R8838QA01** del 07/12/2022 (EXPERIMENTATION S.r.l.) – elaborazione risultati da prova con martinetti piatti
- **Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica – Relazione tecnica illustrativa – Comune di Baiso** redatta da CENTROGEO per conto della Regione Emilia-Romagna nel novembre 2020
- **Relazione geologica** redatta dal dott. Geol. Genovese nel febbraio 2023 e aggiornamento 2024

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali impiegati nella realizzazione dell'opera sono i seguenti:

CALCESTRUZZO

CALCESTRUZZO PER GETTI IN CLS (UNI EN 206-1:2014)

- Classe di resistenza: C30/37,
- Classe di consistenza: SCC
- Classe di esposizione: XC3
- Rapporto a/c ≤ 0.45
- Ritiro compensato
- Diametro massimo inerti: 20 mm

ACCIAIO

ACCIAIO PER ARMATURA

Barre $\varnothing \leq 40\text{mm}$

- Acciaio B450C
- Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk}): 450MPa
- Tensione caratteristica a rottura (f_{tk}): 540MPa
- Copriferro min: 50 mm

TELI PER IMPERMEABILIZZAZIONE IN PVC

- Spessore = 2 mm $\pm 5\%$, 0.27g/cm² $\pm 2\%$
- Resistenza a trazione 15 MPa

STRATO DI TESSUTO NON TESSUTO

- Massa unitaria: 500 gr/m²
- Resistenza a punzonamento ≥ 4 kN
- Resistenza a trazione ≥ 20 kN/m

BULLONATURA CALOTTA CON ELEMENTI IN VETRORESINA RIVESTITE DA GUAINA ESPANDIBILE IN GEOTESSUTO

- tipo DURGLASS FLAT BAR ED72
- 2 Flat 40x9 mm
- Carico di rottura 648 kN
- Resistenza a taglio $\tau \geq 150$ MPa
- Contenuto di fibre: $\geq 70\%$
- Diametro di perforazione ≥ 90 mm
- pressione di iniezione: 10-15bar
- sistema di bloccaggio Wedge 82P

MISCELE CEMENTIZIE PER CEMENTAZIONE ANCORAGGI

- Rapporto a/c < 0.50
- Classe cls: C20/25

PROFILATI METALLICI

- Acciaio S275
- Tensione caratteristica di snervamento: 275MPa

BULLONI CENTINE (UNI EN 15048, UNI EN ISO 898)

- Vite classe 8.8
- Dadi classe 8
- Rondelle: durezza 100HV min.

SPRITZ-BETON STRUTTURALE FIBRORINFORZATO

- Classe di resistenza: C25/30 (UNI 206-1:2006)
- Classe di consistenza: S5
- Rapporto a/c ≤ 0.60
- Additivo accelerante di presa
- Dosaggio fibre sintetiche: 3kg/mc

FIBRE SINTETICHE PER SPRITZ-BETON FIBRORINFORZATO

- Polipropilene
- Peso specifico: 910 kg/m³
- Lunghezza: >53mm
- Resistenza a trazione: >600MPa
- Rapporto di forma: 80
- Dosaggio: 3kg/mc

4 PIANO INDAGINI ANNO 2022

Nell'ambito dello studio per la progettazione degli interventi di risanamento della galleria "Case Poggioli", nel mese di Luglio 2022 è stato predisposto uno specifico piano indagini elaborato alla luce dei diversi rilievi e sopralluoghi eseguiti in galleria, nei quali sono stati riconosciuti e censiti i diversi settori ammalorati, caratterizzati da lesioni sul rivestimento più o meno rilevanti.

Il piano indagini ha avuto quindi la finalità di caratterizzare in dettaglio sia lo stato del rivestimento definitivo lungo i 400 m circa di galleria, sia l'ammasso roccioso presente a tergo del rivestimento.

Il piano delle indagini comprende sia una serie di indagini di tipo geotecniche finalizzate alla caratterizzazione dei litotipi costituenti le formazioni geologiche in posto, sia prove per caratterizzare lo stato tensionale del rivestimento definitivo in cls.

Le indagini di tipo geotecnico prevedono:

- indagini dirette rappresentate da sondaggi a carotaggio continuo,
- prove in sito rappresentate prove dilatometriche in foro,
- prove e analisi di laboratorio da realizzare sui campioni litoidi raccolti durante le perforazioni dei sondaggi.

Le indagini sul rivestimento definitivo prevedono:

- prove di martinetto piatto sul rivestimento definitivo
- prove di laboratorio di schiacciamento sui campioni di cls prelevati nei sondaggi.

4.1 Risultati indagini

Tra la fine di Novembre e la metà di Dicembre 2022 sono state eseguite delle indagini in corrispondenza del settore a circa la pk 175 m (da imbocco Sud) lungo cui sono presenti le maggiori lesioni e criticità sul rivestimento definitivo.

Nello specifico sono stati eseguiti:

- n.2 prove di martinetto piatto sui piedritti (destro e sinistro) della galleria
- n.2 sondaggi inclinati a carotaggio continuo entrambi lunghi 10 m eseguiti in corrispondenza di entrambi i reni della galleria;
- n.1 sondaggio verticale a carotaggio continuo lungo 5 m in corrispondenza dell'arco rovescio;
- su n.8 campioni di roccia e terreno sono stati eseguiti: n.3 prove di compressione uniassiale; n.4 prove di PLT; n.4 determinazioni del peso di volume
- su n.2 campioni di calcestruzzo sono state eseguite altrettante prove di schiacciamento.

In base alle risultanze dei sondaggi è stato possibile verificare che nel settore indagato l'ammasso roccioso a tergo del rivestimento, almeno nei primi 10 m, presenta qualità geomeccanica da scadente a molto scadente.

In particolare: i sondaggi alle reni (S1 e S2), hanno indagato uno spessore di 1.0-1.3 m di calcestruzzo di rivestimento definitivo, mentre il sondaggio verticale sul piano stradale (S3) ha intercettato circa 1.1 m di pacchetto stradale, nella stratigrafia i successivi 0.9 m sono riportati costituiti da cls+magrone; tuttavia, la reale presenza dell'arco rovescio risulta dubbia. L'ammasso roccioso in posto è risultato costituito da calcareniti, marne calcaree e argille marnose, da intensamente fratturato a completamente destrutturato, alterato e in taluni casi argillificato. L'indice RQD è compreso tra 0 e 10%.

Nella figura seguente si riportano a titolo di esempio alcune foto delle cassette dei sondaggi e del corrispondente materiale carotato. Per una descrizione più approfondita si rimanda anche alla documentazione e i certificati delle indagini.



Figura 4.1 Foto carote dei sondaggi a circa pk 175 m (dall'imbocco Sud). Sondaggio S1 eseguito sul rene di monte, tratto da 0 a 5 m (foto di sinistra); sondaggio S2 eseguito sul rene di valle, tratto da 5 a 10 m (foto al centro), sondaggio S3 eseguito verticalmente sul piano viario, tratto da 0 a 5 m (foto di destra). In tutti i sondaggi è ben evidente la scadente qualità dell'ammasso roccioso presente a tergo del rivestimento definitivo.

Nella tabella seguente è riportata la sintesi delle risultanze delle prove di laboratorio eseguite sui campioni.

Tabella 4.1: Sintesi risultati prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi

Sondaggio.	Campione	Prof. (m)	Peso di volume (kN/m ³)	Resistenza comp. uniax (MPa)	Litologia
S1	CL2	4,9-5,0	-	15,09	calcarenite
	CL3	5,7-6,0	25,1	27,66	calcarenite
	CL4	8,1-8,3	24,8	12,23	calcarenite
	CL5	8,7-9,0	-	28,63	calcarenite
	CL6	9,0-9,2	-	45,98	calcarenite
S2	CL2	4,6-4,7	24,5	1,98	calcarenite
	CL3	4,7-5,0	18,5	16,34	calcarenite
	CL4	6,0-6,3	-	-	argilla

I risultati delle prove di martinetto piatto, eseguite a circa pk 180-190 m dall'imbocco Sud, hanno restituito valori di tensione in sito sul rivestimento compresi tra **2.31 e 2.57 MPa**, rispettivamente sul piedritto di monte e di valle. I suddetti risultati sono stati utilizzati per la definizione del modello di calcolo della galleria descritto nel seguito.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA-GEOMECCANICA E SISMICA

Di seguito si riporta la descrizione della caratterizzazione e geomeccanica della formazione rocciosa entro cui è inserita la galleria oggetto degli interventi.

La sintesi dei parametri di progetto è riportata in Tabella 5.1, la parametrizzazione è stata ottenuta partendo dai dati acquisti nelle indagini e nelle prove descritte nel precedente capitolo.

5.1 Caratterizzazione geotecnica-geomeccanica

In base alle risultanze delle indagini, in particolare allo stato di fratturazione e alle condizioni delle discontinuità, è stato stimato per l'ammasso roccioso un valore di indice $GSI=20$, insieme al peso di volume naturale e a quello della resistenza alla compressione definiti dalle prove di laboratorio tali parametri hanno permesso di definire i parametri di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso attraverso il criterio di rottura di Hoek-Brown e Mohr-Coulomb.

Nella figura di eseguito si riporta l'analisi eseguita con l'utilizzo del software di calcolo RocLab 1.0. L'analisi è stata eseguita linearizzando i valori a una profondità di circa 50 m dalla superficie, equivalente alla copertura topografica agente sulla galleria nel tratto indagato.

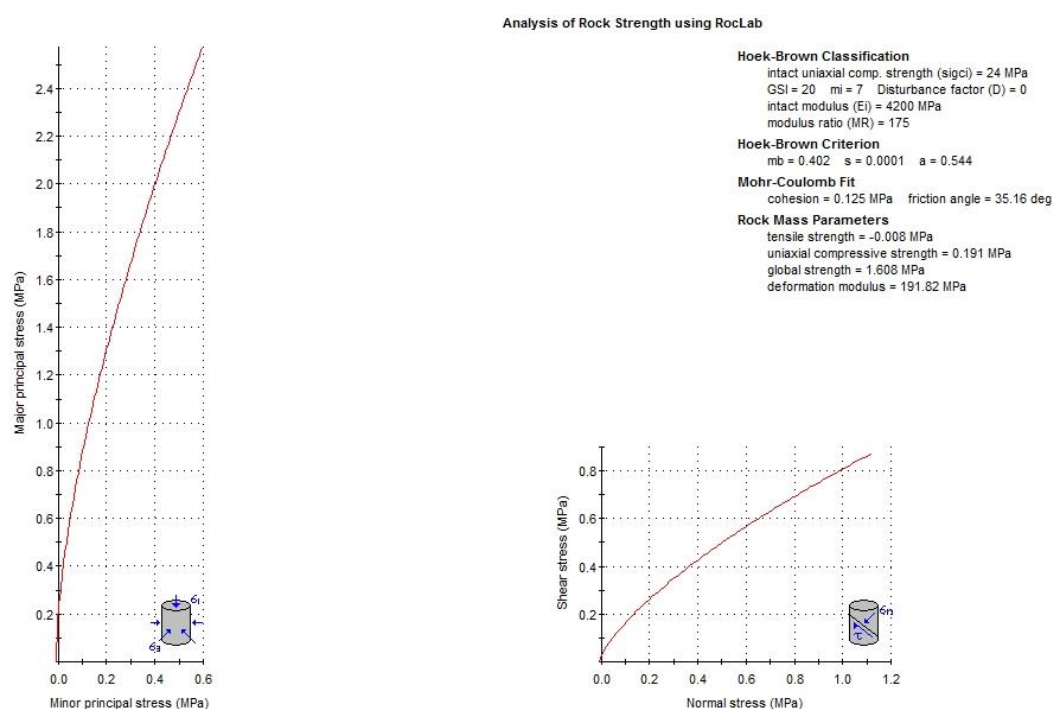


Figura 5.1 Definizione dei parametri di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso eseguita per mezzo del criterio di rottura di Hoek-Brown e Mohr-Coulomb.

5.2 Parametri di progetto

Dall'elaborazione dei risultati descritti nel precedente paragrafo si è pertanto giunti alla definizione dei diversi valori dei principali parametri di progetto, come illustrato nella tabella successiva. Tabella

5.1: Parametri dell'ammasso roccioso.

Unità	GSI	σ_c [MPa]	γ [kN/mc]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E [MPa]	ν [-]
UG1	20	24	22-25	100-125	30-35	200-300	0.3

dove:

γ : il peso di volume;

σ_c : resistenza alla compressione uniassiale;

c : la coesione efficace;

ϕ' : l'angolo di attrito;

E: il modulo elastico;

ν : coefficiente di Poisson.

5.3 Caratterizzazione sismica

Il D.M. 17/01/2018 prevede che le azioni sismiche di progetto siano definite a partire dalla risposta sismica locale (RSL): l'insieme delle modifiche che il segnale sismico di ingresso al sito subisce (in termini di ampiezza, contenuto, frequenza e durata) a causa delle condizioni morfologiche, geologiche e geotecniche locali, da determinare con le modalità di cui al par. 7.11.3. Tuttavia, i suddetti tratti stratigrafici e geotecnici sono riconducibili alle categorie elencate nella Tab. 3.2.II. Pertanto, come esplicitato dal par 3.2.2, le Norme consentono di procedere con un "approccio semplificato", basato sulla classificazione sismica del sottosuolo in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s). Questa è misurata per una sezione compresa tra il substrato sismico (roccia o terreno molto rigido, con $V_s > 800$ m/s) e il piano d'imposta di fondazioni superficiali o la testa dei pali nel caso di fondazioni profonde, e costituisce parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La classificazione del sottosuolo è stata effettuata in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{seq} (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{seq} = H / [(\sum_{i=1, N} h_i / V_{s_i})]$$

Dove:

H = profondità del substrato sismico ($V_s > 800$ m/s)

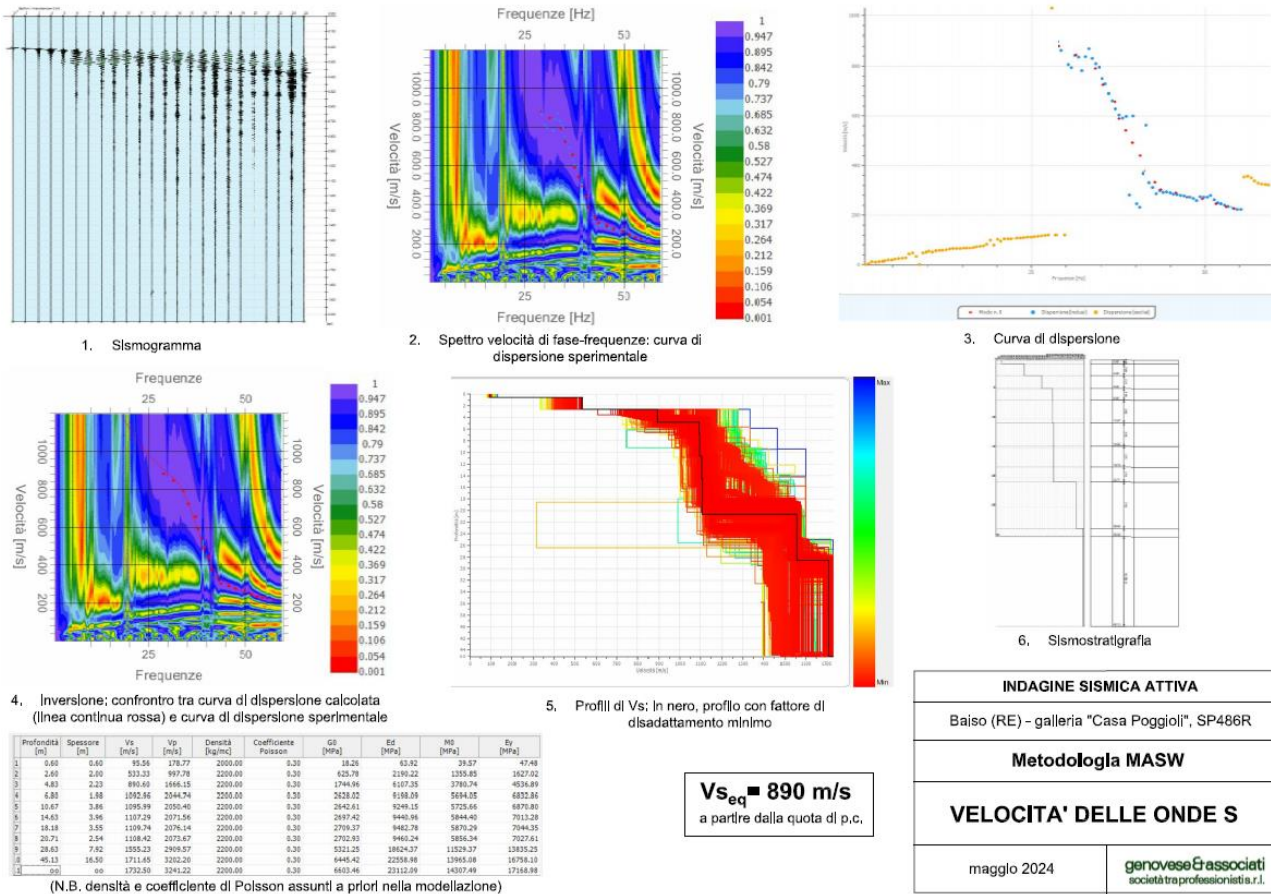
h_i = spessore dello strato i -esimo

V_{s_i} = velocità delle onde di taglio

N = numero di strati presenti fino al substrato sismico

Per depositi con profondità H del substrato sismico superiore a 30 m, la V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} ottenuto ponendo $H=30$ m nell'espressione generale. Per le categorie di sottosuolo di cui alla Tab. 3.1.II, le azioni sismiche (spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali) sono definibili come descritto al par. 3.2.3 del D.M. 17/01/2018. I successivi riferimenti a paragrafi o tabelle, dove non altrimenti specificato, non faranno riferimento all'indice della presente relazione ma saranno da ricondurre al DM 17/01/2018.

Si riporta un estratto dei risultati della prova MASW effettuata nel maggio 2024:



5.3.1 Categoria sottosuolo

In allegato a fondo testo sono riportati i risultati della prova MASW: nei riquadri in alto sono riportati, da sinistra verso destra, il sismogramma acquisito, lo spettro velocità di fase frequenze con rappresentazione della curva di dispersione sperimentale (punti rossi e azzurri) e il grafico di dettaglio della suddetta curva; nei riquadri in posizione mediana sono invece riportati, da sinistra verso destra, lo spettro di dispersione dell'energia sismica con confronto tra la curva di dispersione sperimentale e quella calcolata mediante il processo di inversione (linea continua rossa), il grafico riportante i diversi profili di velocità delle onde di taglio calcolati con individuazione di quello con fattore di disadattamento minimo (in nero) ed, infine, un grafico della sismostratigrafia ad esso correlata; in basso è invece riportata, a titolo indicativo, una tabella che riassume una stima dei principali moduli geotecnici dei diversi strati sismici di terreno individuati, effettuata sulla base delle Vs calcolate e dei parametri di densità (ρ) e coefficiente di Poisson (ν) – assunti a priori nella modellazione – mediante le seguenti correlazioni:

- Modulo di deformazione al taglio:

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

- Modulo edometrico:

$$E_d = \rho \cdot V_p^2$$

- Modulo di compressibilità volumetrica:

$$M_0 = \rho \cdot (V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2)$$

- Modulo di Young:

$$E = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 (1 + \nu)$$

I valori indicati nella tavola sono meramente illustrativi e indicativi di moduli dinamici, ovvero validi per basse deformazioni e non sostitutivi dei parametri caratteristici statici indicati nel relativo paragrafo della presente relazione. Dal profilo di velocità delle onde di taglio si può dunque ricavare il valore di Vs10, Vs20 e così via, e quindi anche il valore di Vs30, quest'ultimo ovviamente alla profondità di 30 m. In basso a destra è riportato il valore del parametro V_{seq} calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula riportata al par. 5.3 della presente relazione:

$$V_{seq} = H / [(\sum_{i=1, N} h_i / V_{s_i})]$$

Dove:

H = profondità del substrato sismico (Vs>800 m/s)

h_i = spessore dello strato i-esimo

V_{s_i} = velocità delle onde di taglio

N = numero di strati presenti fino al substrato sismico

Dove H è la profondità del substrato sismico (Vs>800 m/s), h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti fino al substrato sismico. Per depositi, tuttavia, con profondità H del substrato superiore a 30 m, la V_{seq} è definita dal parametro Vs30 ottenuto ponendo H=30 m nell'espressione

generale. Come illustrato nella tavola a fondo testo, il valore di V_{seq} ottenuto tramite la prova MASW effettuata è risultato pari a **890 m/s** a partire dal sedime stradale interno alla galleria. In riferimento al D.M. 17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, è possibile inquadrare il sedime nell’ambito della **categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione di tipo A** “*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.*”

5.3.2 Risposta sismica al sito – Approccio semplificato

Si riportano nel seguito i valori di riferimento e i coefficienti sismici, considerato che l’area in esame è posta in Zona 3 dalla D.G.R. n. 6-887 del 30/12/2019, con categoria topografica T2, sottosuolo di categoria A, classe d’uso III e Vita Nominale 50 anni come indicato dalla relazione geotecnica redatta da SI.ME.TE Srl.

VALORI DI RIFERIMENTO

	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
Probabilità di superamento [%]	81	63	10	5
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0,065	0,080	0,180	0,223
Fo	2,493	2,502	2,506	2,534
Tc* [s]	0,260	0,270	0,294	0,304

COEFFICIENTI SISMICI

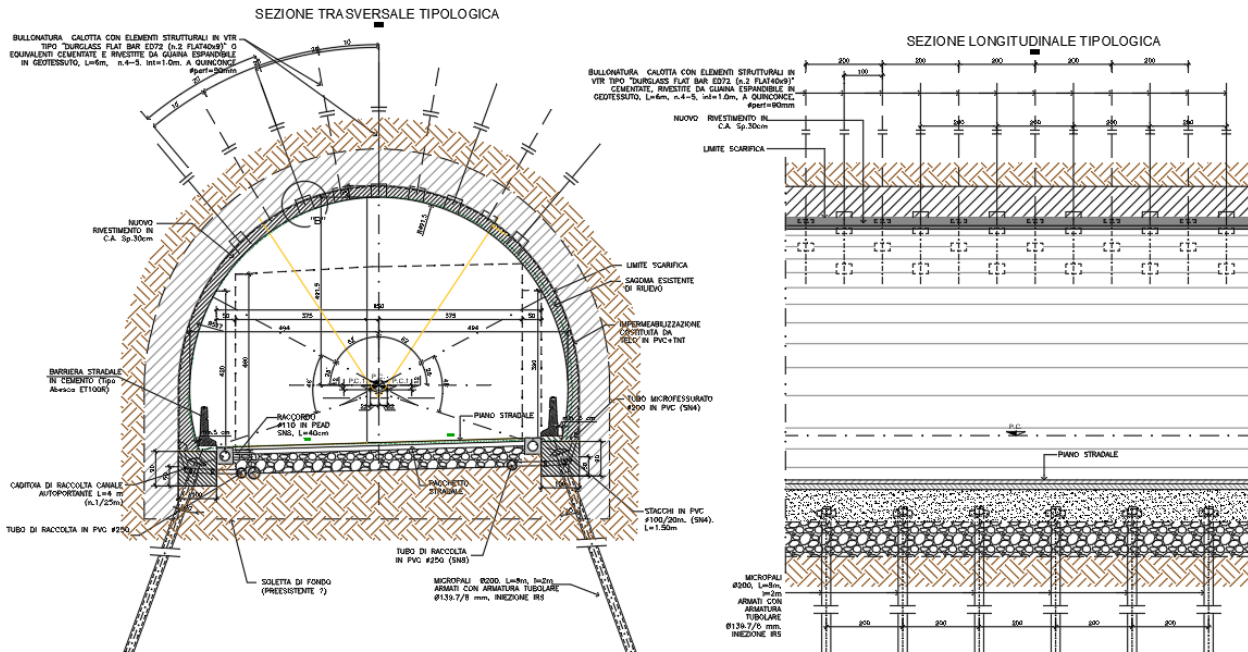
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,000	1,000	1,000	1,000
Cc	1,000	1,000	1,000	1,000
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	0,016	0,019	0,058	0,080
Kv	0,008	0,010	0,029	0,040
Amax	0,769	0,941	2,121	2,625
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento di ripristino mediante getto di un nuovo rivestimento è da eseguirsi secondo le fasi esecutive descritte di seguito:

1. Realizzazione di fori per alloggiamento dei bulloni a quinconce;
2. Installazione dei bulloni radiali in calotta, con perforazione di diametro ≥ 90 mm, lunghezza 6m;
3. Demolizione banchina e porzione di sovrastruttura stradale esistente;
4. Fresatura o idrodemolizione – ove presente armatura – del rivestimento definitivo per uno spessore di circa 30 cm nelle zone di calotta piedritti e murette;
5. Demolizione localizzata della sede stradale per permettere la demolizione dei cordoli esistenti;
6. Demolizione cordoli esistenti, realizzazione micropali, armatura e getto nuovi cordoli
7. Rinterro porzioni stradali scavate;
8. Posa dello strato di impermeabilizzazione con tessuto non tessuto (TNT) e guaina in PVC;
9. Getto del rivestimento definitivo in c.a. di calotta;
10. Completamento reti di smaltimento acque ed altri impianti;
11. Ripristino sovrastruttura stradale.

Si riporta di seguito una sezione tipologica dell'intervento previsto.



Sezione tipologica dell'intervento – copertura >8m.

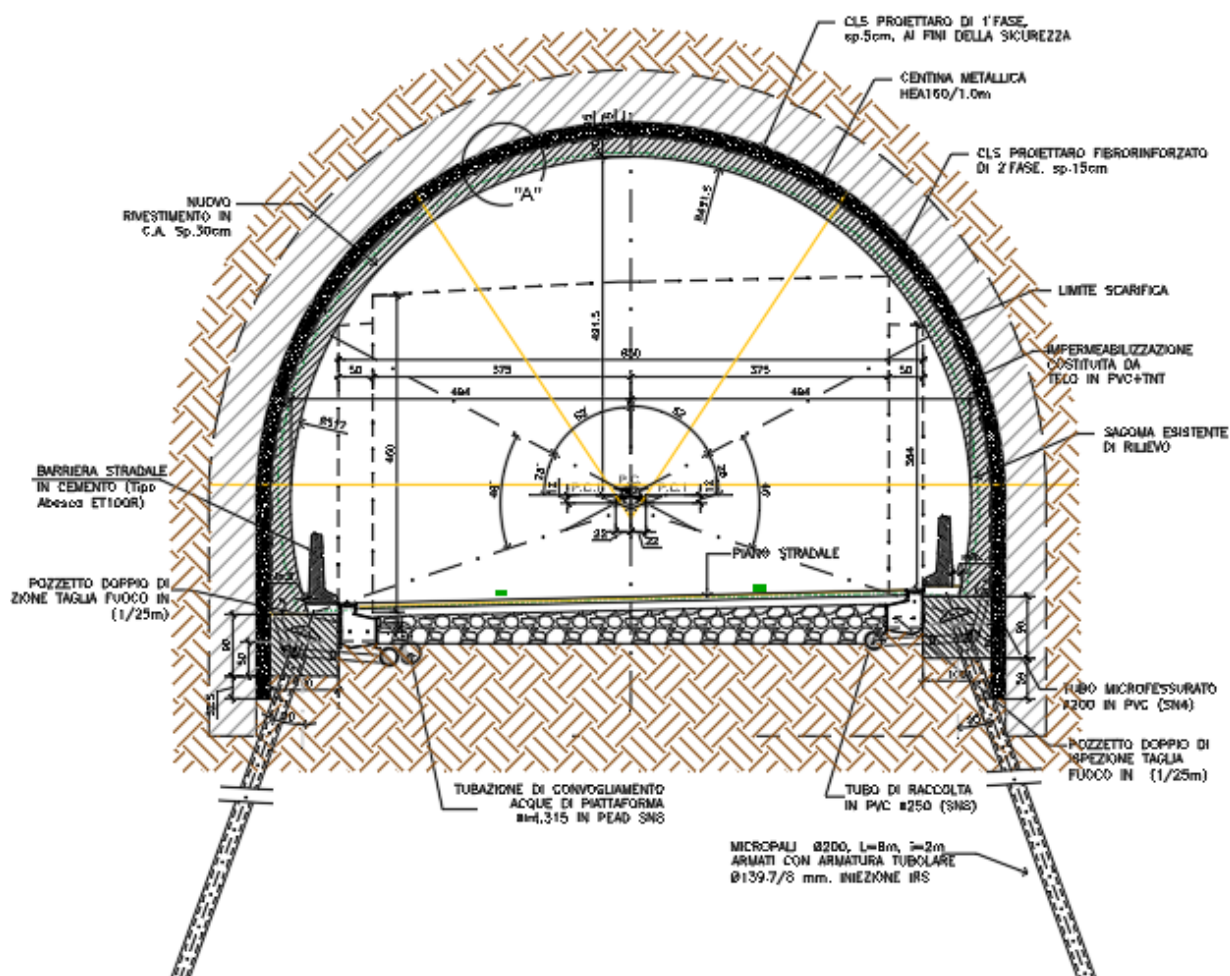
Nelle tratte in prossimità degli imbocchi, data la ridotta copertura (≤ 8 m), non è applicabile la bullonatura a sostegno del rivestimento esistente, pertanto, per garantire il sostegno di quest'ultimo nonché la sicurezza delle maestranze, il sistema di sostegno provvisorio durante le fasi di fresatura sarà costituito centine metalliche e spritz-beton. Si evidenzia che nelle tratte di applicazione di tale intervento la fresatura del rivestimento esistente è prevista pari a circa 50 cm.

Le fasi esecutive di tale intervento sono:

- Fresatura del rivestimento definitivo per campi di 2 m;
- Installazione sostegno temporaneo mediante centine metalliche HEA160 passo 1m e cls proiettato spessore 5+15 cm;
- Demolizione dei cordoli esistenti per 6 m in direzione longitudinale e successiva realizzazione dei micropali
- Armatura e getto dei nuovi cordoli per estensioni longitudinali da 6 m;
- Rinterro della sezione stradale scavata
- Posa dello strato di impermeabilizzazione con tessuto non tessuto (TNT) e guaina in PVC;
- Getto del rivestimento definitivo in c.a. di calotta;
- Completamento reti di smaltimento acque ed altri impianti;
- Ripristino sovrastruttura stradale.

Di seguito si riporta una sezione tipologica dell'intervento suddetto in corrispondenza delle zone a bassa copertura.

SEZIONE TRASVERSALE TIPOLOGICA TRATTE A BASSA COPERTURA (<8.0m)



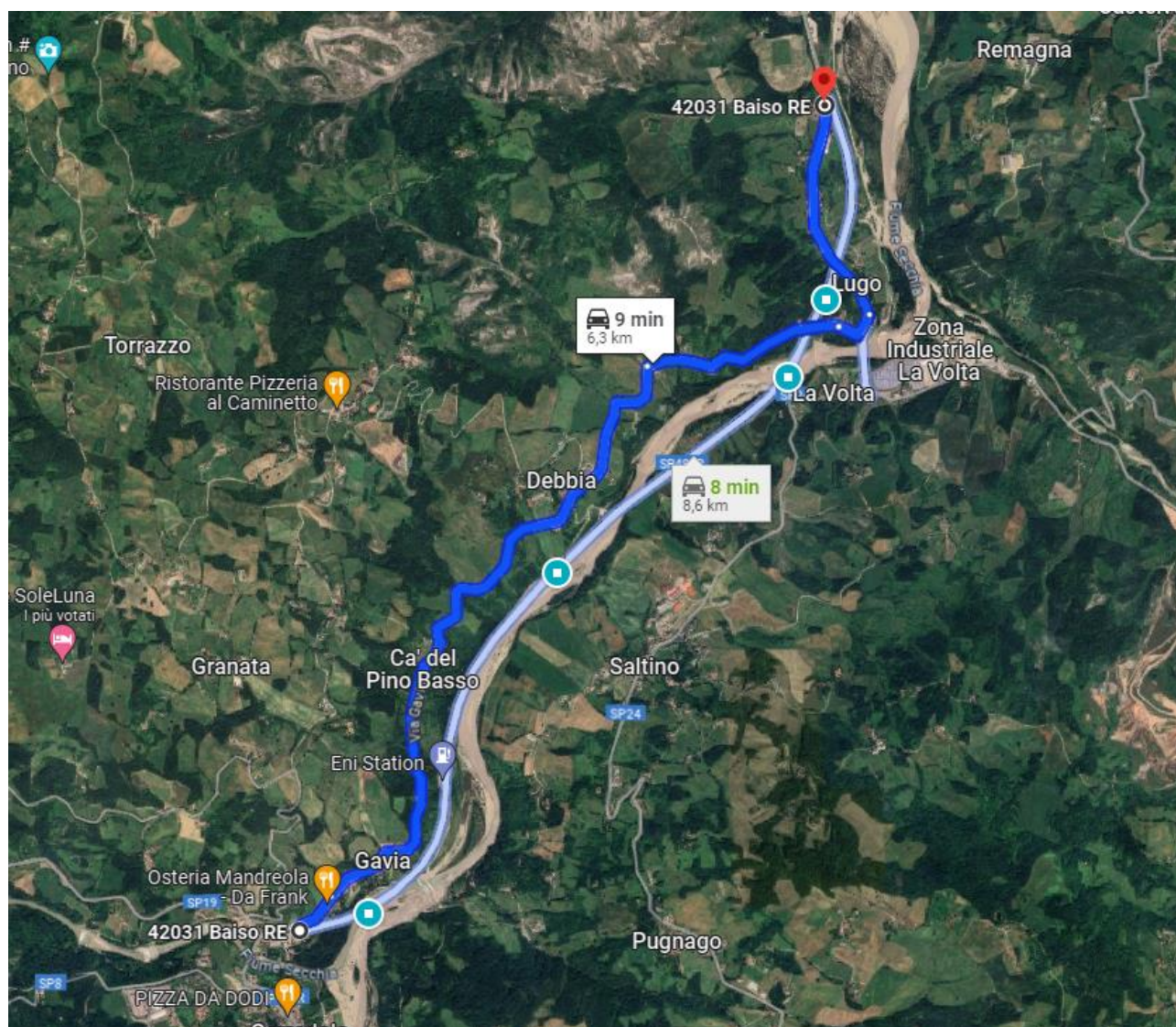
Sezione tipologica dell'intervento – copertura $\leq 8m$.

7 CANTIERIZZAZIONE E FASI DI LAVORO

Nel seguente paragrafo verranno descritte le fasi di lavorazione e le modalità di organizzazione del cantiere.

7.1 Cantierizzazione

I lavori in oggetto verranno svolti con la chiusura della strada al traffico, come avvenuto durante le lavorazioni del lotto I. La chiusura al traffico della galleria comporterà la deviazione del traffico su una strada secondaria, il cui tracciato viene riportato di seguito:

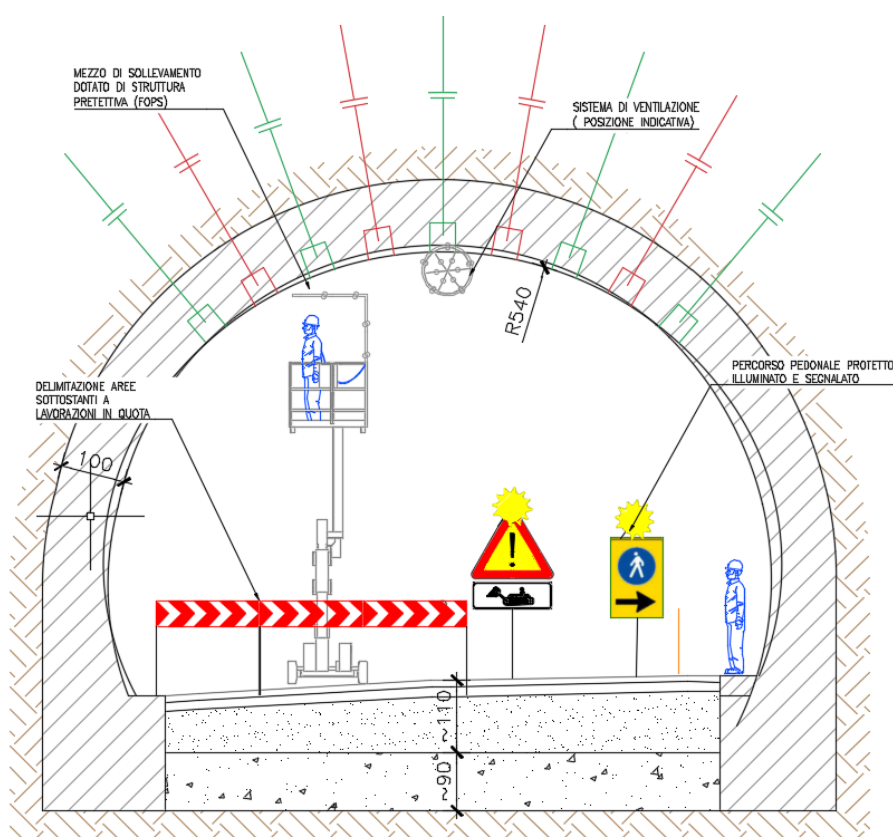


Tragitto by pass per deviazione traffico

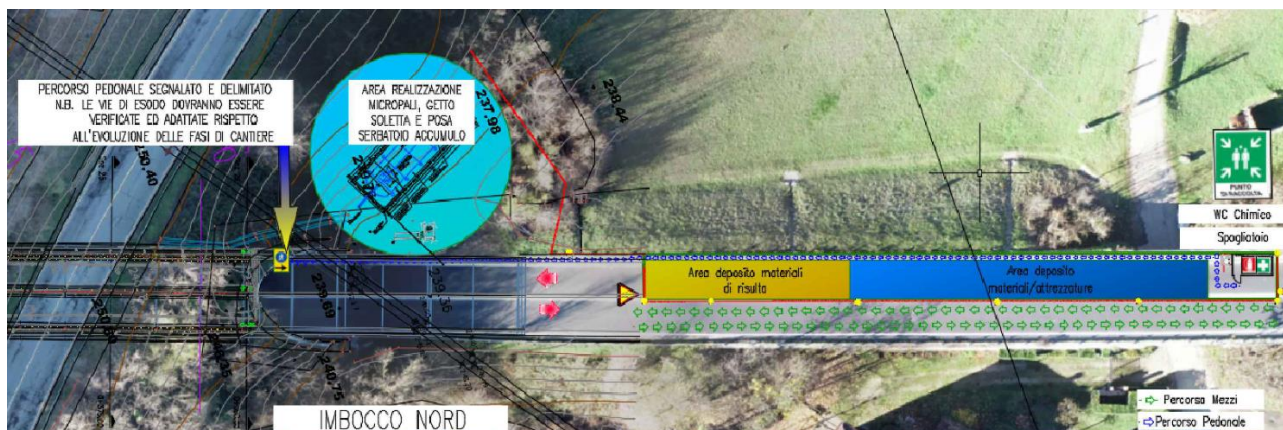
La deviazione prevede un tragitto di circa 8 km; questo tratto essendo secondario, e poiché durante le lavorazioni il volume di traffico a cui sarà sottoposto risulterà notevole (circa 300 mila veicoli al

mezzo di cui un 10% composto da traffico pesante), in progetto sono previsti una serie di interventi volti a mettere in sicurezza il tratto stradale interessato.

Il cantiere per la realizzazione delle opere in Galleria si prevede si sviluppi in avanzamento, partendo dall'imbocco Sud (lato Cerredolo) e procedendo verso Nord (lato Sassuolo). Tale organizzazione è stata predisposta per poter permettere la contemporaneità delle lavorazioni sfruttando la lunghezza della Galleria e suddividendo il cantiere in fasi di lavorazioni da eseguirsi in maniera propedeutica; ogni fase, affinché possa essere svolta in sicurezza, si prevede venga separata dalla successiva di 60m. Si riporta di seguito uno schema rappresentativo di gestione dell'interferenza:



Il campo base, comprensivo di baracche spogliatoio, bagni e aree stoccaggio materiali/attrezzature, si prevede di posizionarlo lungo il tratto stradale chiuso al traffico che va dal punto di deviazione del traffico all'imbocco lato Nord.

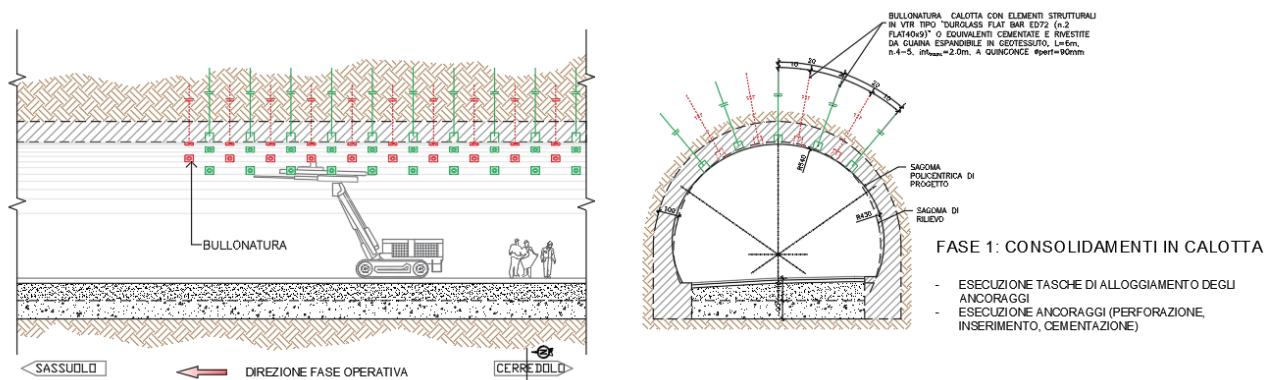


La predisposizione del campo base nella suddetta area permetterà di poter smaltire i rifiuti provenienti dalle attività di fresatura e demolizione dall'imbocco Nord e i di smaltire i rifiuti provenienti dalle attività di scavo dall'imbocco sud.

7.2 Fasi di lavoro

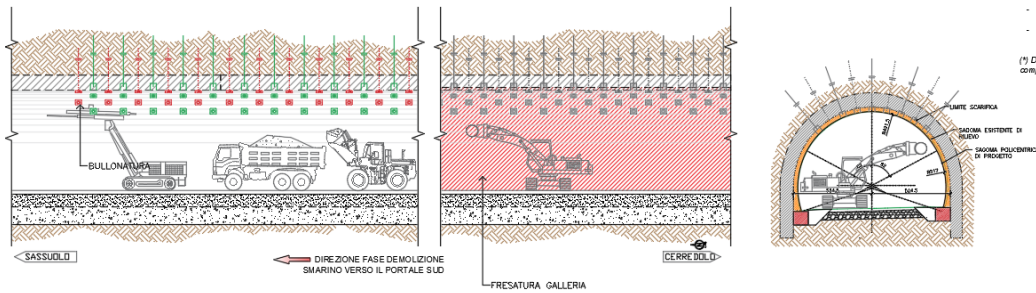
7.2.1 Fase 1

Nella fase 1 è prevista la chiodatura della galleria per tutta la sua lunghezza ad esclusione dei tratti già oggetto di lavorazione nel lotto 1. Si riporta di seguito uno schema rappresentativo.



7.2.2 Fase 2

Nella fase 2 una squadra di lavoratori seguirà la squadra della fase 1 che esegue le chiodature in calotta. L'attività prevede la fresatura della calotta secondo le specifiche di progetto e la demolizione dei cordoli di base esistenti.



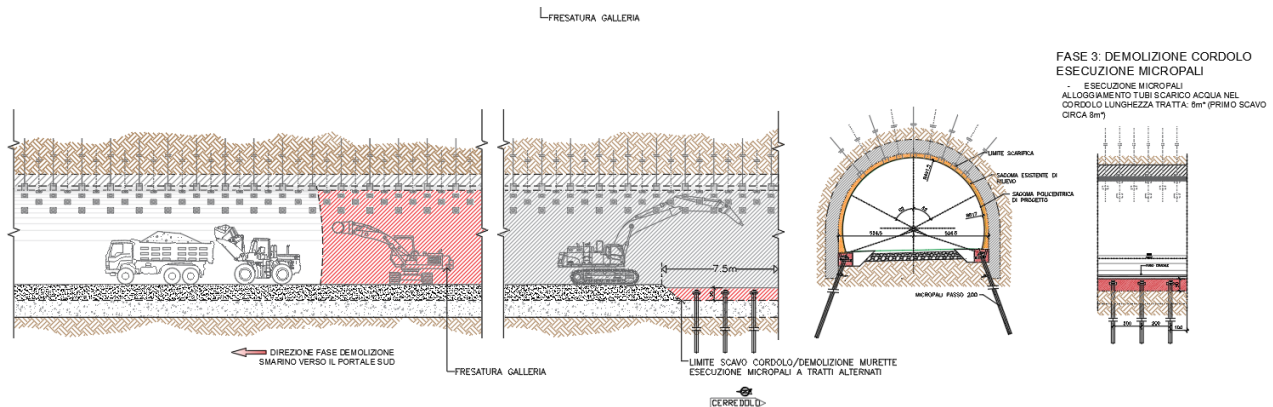
FASE 2: FRESATURA-DEMOLIZIONE

- ESECUZIONE FRESATURA MECCANICA (IDRODEMOLIZIONE OVE PRESENTE ARMATURA)
- DEMOLIZIONE PER ALLOGGIAMENTO CORDOLO (LUNGHEZZA TRATTA: 6m* (PRIMO SCAVO CIRCA 8m*))

(*) Distanza limite che potrebbe aumentare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo della galleria.

7.2.3 Fase 3

Durante la fase 3 si procederà alla realizzazione dei micropali per sviluppi longitudinali massimi di 6 m.

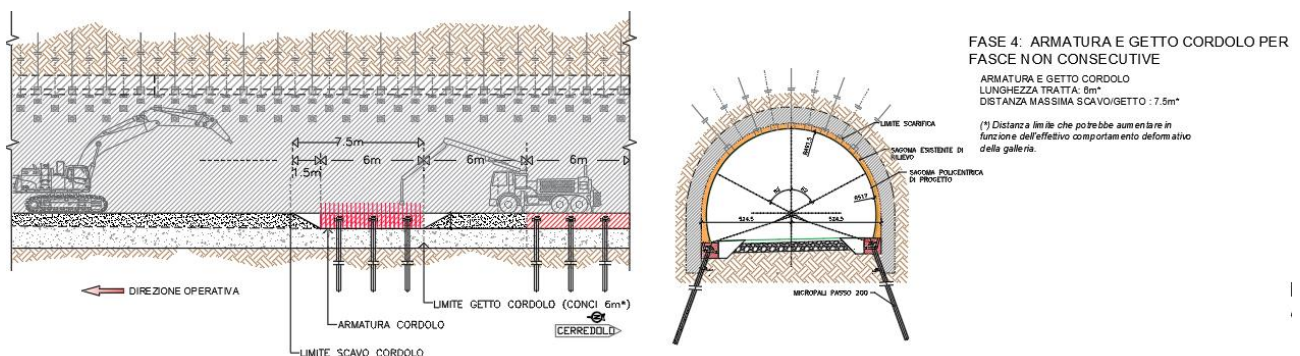


FASE 3: DEMOLIZIONE CORDOLO ESECUZIONE MICROPALI

- ESECUZIONE MICROPALI ALLOGGIAMENTO TUBI SCARICO ACQUA NEL CORDOLO (LUNGHEZZA TRATTA: 6m* (PRIMO SCAVO CIRCA 8m*))

7.2.4 Fase 4

Nella fase 4 si procede con la posa dell'armatura ed il getto dei cordoli. Lo sviluppo longitudinale del getto sarà di 6 m e si procederà a blocchi alternati.



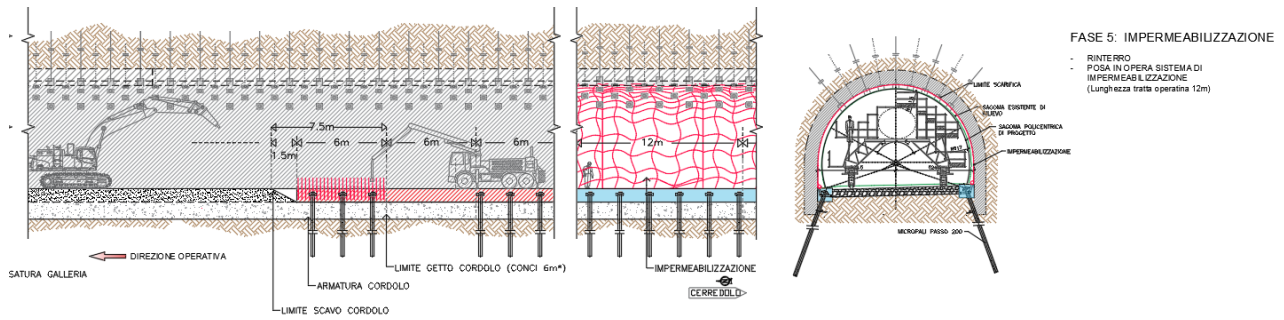
FASE 4: ARMATURA E GETTO CORDOLO PER FASE NON CONSECUTIVE

- ARMATURA E GETTO CORDOLO (LUNGHEZZA TRATTA: 6m*)
- DISTANZA MASSIMA SCAVO/GETTO: 7.5m*

(*) Distanza limite che potrebbe aumentare in funzione dell'effettivo comportamento deformativo della galleria.

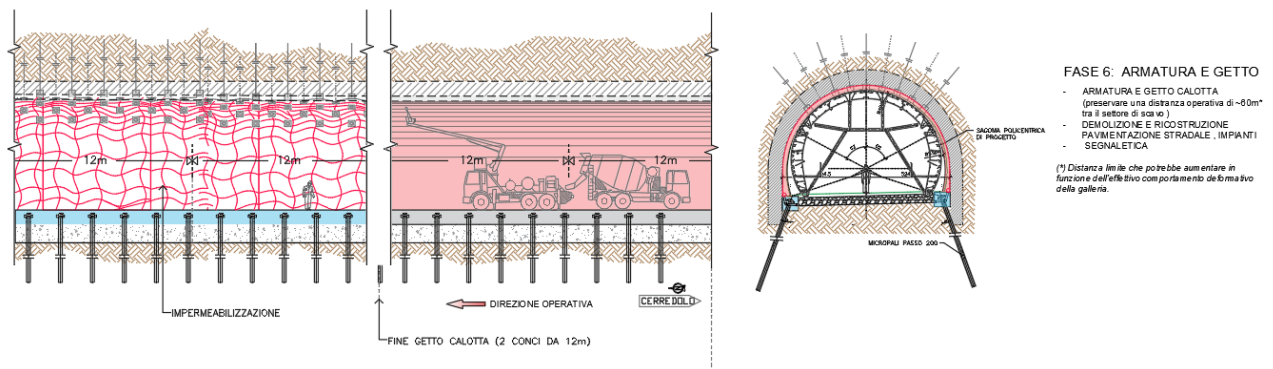
7.2.5 Fase 5

Nella fase 5 i mezzi procederanno con la posa della impermeabilizzazione.



7.2.6 Fase 6

L'ultima attività prevede l'armatura ed il getto della calotta superiore.



8 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE

Nel seguente paragrafo si riportano le caratteristiche principali del nuovo impianto di illuminazione. In particolare, poiché il progetto prevede un intervento strutturale importante sulla calotta (comprensivo di fresatura e nuovo getto) sarà opportuno prevedere lo smontaggio ed il rifacimento dell'impianto esistente.

8.1 Generalità

In conformità a quanto indicato negli elaborati progettuali nel seguito si riporta la descrizione delle opere elettriche da eseguire in fornitura e opera compresi i collegamenti, suddivise sia sotto l'aspetto funzionale che operativo, dei seguenti principali corpi d'opera:

- Alimentazioni, sorgenti di energia e allacciamento al contatore;
- impianto di distribuzione primaria e quadri elettrici;
- impianto di illuminazione e distribuzione terminale;
- Impianto di monitoraggio della vasca di accumulo degli sversamenti in galleria;
- impianto di terra.

Per il dettaglio delle lavorazioni si rimanda altresì al computo metrico e gli elaborati grafici.

Il computo metrico integra quanto riportato nel presente Capitolato anche qualora la Stazione Appaltante decida di non inserirlo fra i documenti contrattuali.

Le lavorazioni dovranno pertanto essere eseguite recependo sia quanto riportato nel presente Capitolato sia quanto riportato nella descrizione dei prezzi unitari contenuti nel computo metrico.

Si ricorda comunque che l'appalto è a corpo e pertanto le quantità presenti nel computo metrico non sono vincolanti per l'Appaltatore, che dovrà comunque realizzare l'opera come descritta compiutamente e perfettamente funzionante.

Gli impianti sotto descritti sono da intendersi completi di tutti gli accessori e la componentistica necessaria alla loro corretta posa in opera, in modo da rendere il tutto montato, finito, perfettamente funzionante. Sono da ritenersi incluse nel prezzo a corpo gli oneri derivanti da eventuali lavorazioni notturne o in giorni festivi. Tutti i lavori dovranno procedere secondo un cronoprogramma generale con riportata la successione cronologica degli interventi ed i tempi previsti.

In merito agli elaborati grafici si precisa che sono validi esclusivamente ai fini impiantistici.

8.2 Alimentazione e sorgenti di energia

L'alimentazione dell'impianto della galleria sarà prelevata da un allacciamento in bassa tensione realizzato nella piazzola tecnica adiacente l'imbocco nord.

L'attività di riorganizzazione della piazzola comporterà lo spostamento dell'attuale contatore, operazione da concordare con l'ente fornitore dell'energia elettrica.

La galleria è dotata esclusivamente di illuminazione ordinaria, non sono previste sorgenti atte a gestire l'assenza di alimentazione da parte dell'ente fornitore (art 7.6 UNI 11095).

Saranno realizzati un quadro sotto contatore QSC ed un quadro generale di galleria QGG dal quale saranno alimentati gli impianti previsti dal presente appalto.

8.3 Distribuzione principale

Dal quadro elettrico QGG la distribuzione elettrica sarà composta da cavidotti interrati sino all'imbocco della galleria.

La posa dei cavidotti avverrà i scavo a sezione obbligata con profondità di interramento di 0,8 m per i percorsi in aree verdi o in piazzola tecnica, e profondità di 1 m per gli attraversamenti stradali.

Tutti i pozzetti esterni saranno di tipo carrabili in classe D400.

In corrispondenza dell'imbocco avverrà il passaggio dal cavidotto interrato alle canaline in galleria.

Le dimensioni, le caratteristiche delle condutture e dei letti di posa dovranno rispettare le specifiche tecniche e quanto indicato negli elaborati progettuali.

La distribuzione in galleria si comporrà di canaline in acciaio inox AISI 304 la cui posizione (altezza e allineamento all'interno delle corsie) sarà vincolato alla posizione degli apparecchi illuminanti.

All'interno della galleria saranno predisposte, per eventuali necessità future, due vie cavi sotto le banchine destra e sinistra, composte da due tubi del diametro di 200 mm; tali vie cavi saranno terminate in corrispondenza degli imbocchi con pozzetti di raccordo con l'esterno della galleria.

Al fine dell'installazione degli impianti di distribuzione principale (canalizzazioni), si esplicita che:

- le sospensioni dovranno essere fissate direttamente alla calotta con piastra snodata;
- tutte le canalizzazioni dovranno essere staffate mediante ancoranti/tasselli aventi durata minima specifica di resistenza al fuoco data dalla classe del corrispondente compartimento, e per i quali dovranno essere prodotte anche le relative certificazioni.

In particolare dovrà essere prevista la fornitura e posa in opera di:

- canali metallici in acciaio INOX AISI 304, chiusi con coperchio, nei percorsi esterni;
- cartellonistica di segnalazione (targhette serigrafate) relativa agli impianti e servizi contenuti nelle canalizzazioni con identificazione delle derivazioni;
- tubazioni interrate, nei percorsi esterni al piano terreno, del tipo a doppio strato in polietilene ad alta densità, corrugate esternamente e con parete liscia interna, aventi resistenza allo schiacciamento minima 450N;
- Canalizzazioni zincate con coperchio installate a bordo ponte per l'alimentazione della segnaletica all'imbocco sud
- cavi e/o conduttori del tipo per locali a basso rischio FG16(O)M16 rispondenti al regolamento europeo CPR UE 305/11 ed alla norma EN 50575:2014 + EN50575/A1:2016 per i collegamenti di energia ai quadri elettrici di piano/zona/alloggio ed alle utenze in campo;

Le dimensioni, le caratteristiche delle condutture (canalizzazioni, polifore e cavi) e dei letti di posa dovranno rispettare quanto sopra indicato e quanto indicato negli elaborati progettuali.

Dovranno essere completi, ove indicato e/o necessario, di scomparto di risalita cavi, e possedere le caratteristiche indicate nelle specifiche tecniche e negli elaborati di progetto.

Ove indicato, gli interruttori/sezionatori (compresi i generali di quadro) dovranno essere dotati di contatti di segnalazione per il riporto degli stati ed allarmi sul sistema di monitoraggio.

Detti quadri elettrici dovranno altresì permettere un ampliamento del 20%.

Per la protezione contro le sovratensioni dovute a fulminazione indiretta, dovranno essere installati degli scaricatori di tensione all'ingresso delle linee nei quadri elettrici suddetti e, ove richiesto, dovranno essere completi di contatto di segnalazione di intervento/fine vita per il riporto sul sistema di monitoraggio.

8.4 Sganci di emergenza

All'esterno dell'armadio contenente il QGG sarà presente un pulsante di sgancio d'emergenza a lancio di corrente atto a togliere tensione agli impianti in galleria.

8.5 Distribuzione terminale

La distribuzione terminale consisterà di fatto nell'alimentazione degli apparecchi di illuminazione.

Le dorsali dedicate all'impianto di illuminazione saranno realizzate in cavo unipolare, e le derivazioni ai singoli apparecchi avverranno per mezzo di connessioni a giunto termorestringente a cerniera.

Ogni derivazione sarà terminata con una presa volante CEE 2P+T per mezzo della quale potrà essere connesso l'apparecchio di illuminazione.

All'esterno della galleria saranno alimentati i roto PMF per la segnalazione del malfunzionamento della luce in galleria; essi, posizionati alla distanza di riferimento dall'imbocco, saranno raggiunti da; un cavidotto nel caso dell'imbocco nord e da una canalina a bordo ponte nel caso dell'imbocco sud.

Nella piazzola tecnica gli impianti saranno composti dai servizi accessori della vasca di raccolta delle acque di piattaforma e dal palo luce al servizio della stessa.

La distribuzione verso questi utilizzatori sarà realizzata in tubazione interrata del diametro di 63 mm come indicato negli elaborati grafici.

Per maggiori indicazioni si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

8.6 Impianto di monitoraggio

Le apparecchiature preposte al controllo e alla regolazione dell'impianto di illuminazione sono predisposte per il telecontrollo e la comunicazione remota dello stato di funzionamento.

Il progetto prevede che venga eseguito il monitoraggio dello stato di funzionamento dell'intero impianto, pertanto saranno prelevati gli stati di:

- Interruttore generale del QSC
- Cumulativo degli interruttori presenti nel QGG

- Livello troppo pieno della vasca di accumulo degli sversamenti accidentali.

All'interno del quadro QGG saranno alloggiati, oltre alle apparecchiature di regolazione e controllo dell'impianti di illuminazione, anche un modem GSM, e l'unità I/O necessaria ad acquisire le informazioni sopra descritte.

8.7 Impianto di illuminazione normale

L'impianto di illuminazione della galleria si compone delle due funzioni:

- Illuminazione permanente: che fornisce un livello di illuminazione uniforme su tutta la lunghezza della galleria
- Illuminazione di rinforzo: che fornisce l'illuminazione necessaria a contrastare l'effetto debilitante dal passaggio dall'esterno all'interno del tunnel.

L'impianto sarà distribuito su due file parallele, lungo le quali gli apparecchi saranno staffati alle stesse canaline che veicolano i cavi di distribuzione.

Ciascun apparecchio sarà dotato di staffa con aggancio rapido alla canalina in modo da facilitare tanto la posa in fase di realizzazione quanto lo smontaggio in fase manutentiva.

La modalità di esecuzione delle derivazioni, mediante giunto e presa volante, consentirà il cablaggio in officina dell'intera dorsale, limitando in questo modo l'attività da svolgere in quota per l'esecuzione dei cablaggi e per la connessione degli apparecchi di illuminazione.

Gli elaborati grafici di progetto illustrano il tracciamento degli apparecchi, sia rispetto alla sezione corrente sia rispetto allo sviluppo longitudinale, tanto per la funzione permanente, quanto per la sezione rinforzo.

Si raccomanda, in caso di sovrapposizione totale o parziale di due apparecchi nella stessa posizione, **di privilegiare l'apparecchio di rinforzo rispetto al permanente**

Per ciascun apparecchio sono inoltre indicati il circuito di riferimento e la fase dal quale dovranno essere derivati.

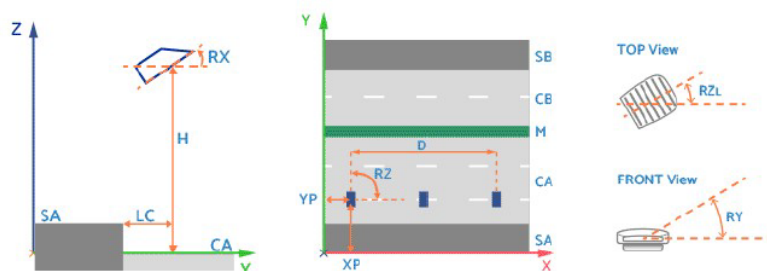
L'impianto di illuminazione di rinforzo è calcolato in contro flusso pertanto l'impresa dovrà porre particolare attenzione nel rispettare orientamento degli apparecchi indicato nei calcoli illuminotecnici.

Analoga cura andrà riservata alla posa degli apparecchi dell'illuminazione permanente.

Di seguito è riportato in maniera esemplificativa l'indicazione dell'orientamento degli apparecchi contenuta nei file di calcolo.

1.4 Dati Installazione Apparecchi

Nome Fila	Rif.	Circuito	Pos.X (XP) [m]	Pos.Y (YP) [m]	Altez.App. [m] (H)	Num. Apparecchi	Interd. [m] (D)	Incr.%	Tratto [m]	Ang.Incl. [°] (RX)	Ang.Rot.App. [°] (RZ)	Ang.Incl.Lat. [°] (RY)
Row	A	Layer 0	-28.00	6.62	5.50	8	14.00	0.00	98.00	0	90	0
Row	A	Layer 0	-21.00	2.88	5.50	8	14.00	0.00	98.00	0	90	0



Per quanto concerne la modalità di distribuzione delle dorsali si rinvia al paragrafo relativo alla distribuzione principale.

8.8 Impianto di terra

In base a quanto previsto negli elaborati di progetto, sarà realizzato un impianto di terra unico utilizzando sia dispersori normali (puntazze in acciaio ramato posate entro pozzetti ispezionabili, corda nuda, ecc.), sia gli organi di dispersione naturali delle strutture (ferri di armatura di centina).

Gli elementi di connessione previsti saranno costituiti da corda di rame nudo di sezione 50mmq e da nodi/collettori equipotenziali ubicati nel quadro elettrico QGG.

Per quanto riguarda la distribuzione del conduttore di protezione, si opta per la posa di una corda in rame nuda da 10 mmq all'interno di ciascuna canalina.

Al termine delle lavorazioni, l'impresa dovrà garantire e verificare la continuità dei collegamenti di terra, verificarne la relativa resistenza generale e rilasciare i modelli di dichiarazione previsti per legge.

9 IMPIANTO DI RACCOLTA DELLE ACQUE

9.1 Generalità

Il progetto relativo al raccoglimento delle acque in galleria è redatto con riferimento all'allegato III del D. Lgs. N. 264 del 5 ottobre 2006 *"Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete autostradale transeuropea"* ed alle Linee Guida ANAS 2009 inerenti alla progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali.

Il progetto ha il fine di adeguare la galleria ai requisiti previsti dal D. Lgs. 264/06 e comprende: l'integrazione dell'impianto di drenaggio delle acque di piattaforma con pozzetti sifonati tagliafuoco, la posa di una nuova tubazione di drenaggio sotto la carreggiata all'interno della galleria, la realizzazione di una vasca di accumulo per sversamenti accidentali dotata di un sistema di elettrovalvole deviatrici e di un disoleatore e la posa di una nuova tubazione di drenaggio per le acque di percolazione.

9.2 Piogge di progetto caratteristiche

A fine di valutare l'apporto meteorico generato dalla precipitazione e riversato all'interno della galleria sono stati considerati i dati dalla durata di possibilità pluviometrica per eventi intensi resi disponibili dal PAI. Il tempo di ritorno da considerare per la progettazione delle opere di drenaggio è pari a 50 anni. Analizzando i dati disponibili all'interno del PAI non si sono riscontrati i valori caratteristici della LSPP per il tempo di ritorno sopra ipotato. Si è così deciso di adottare come parametri caratteristici quelli che descrivono la LSPP con tempo di ritorno pari a 100 anni in via altamente cautelativa. Questa scelta è stata compiuta dato che l'area dove si genererà la precipitazione risulta molto limitata con apporti minimi al sistema di drenaggio.

I parametri delle LSPP validi per durate della pioggia maggiori o uguali a 1 con Tr100, sono i seguenti:

Wkt_geo m - Point (631000 4921000) – cella FJ140 Tr100	
a	n
46,85	0,34

Piogge caratteristiche del sito, per le piogge brevi (tempo inferiore ad 1 ore) è stata utilizzata la formula di Bell.

Wkt_geo m - Point (631000 4921000) – cella FJ140 Tr100				
t	h	i	q	
(ore)	(min)	(mm)	(mm/ora)	(l/s/m2)
0,033	2	6.66	199.8	0.055506
0,083	5	14.41	172.9	0.048019

Wkt_geo m - Point (631000 4921000) – cella FJ140 Tr100				
t		h	i	q
(ore)	(min)	(mm)	(mm/ora)	(l/s/m2)
0,167	10	21.56	129.4	0.035939
0,250	15	26.36	105.5	0.029292
0,500	30	35.78	71.6	0.019880
1		46.85	46.850	0.013014
3		68.07	22.689	0.006302
6		86.16	14.359	0.003989
12		109.05	9.088	0.002524
24		138.03	5.751	0.001598

Piogge caratteristiche del sito, per le piogge brevi (tempo inferiore ad 1 ore) è stata utilizzata la formula di Bell.

Analizzando i dati sopra riportati si è deciso di adottare un coefficiente udometrico pari a 0,0359 l/s m² ha ottenuto attraverso una precipitazione intensa con tempo di pioggia di 10 minuti, evento breve ma molto intenso il quale potrebbe mettere in crisi l'apparato ricettore e drenante.

9.3 Impianto di drenaggio all'interno della galleria

Il drenaggio delle acque di piattaforma risulta un requisito di sicurezza (punto 2.6.1 dell'Allegato 2 del D. Lgs. 264/06) per le gallerie in cui è autorizzato il trasporto delle merci pericolose.

Il D.Lgs 264/06 riporta all'Allegato 2 §2.6.1 quanto segue: "Se il trasporto di merci pericolose è autorizzato, il drenaggio di liquidi infiammabili e tossici è effettuato tramite canali di scolo appositamente progettati o altri dispositivi all'interno delle sezioni trasversali delle gallerie. Inoltre, il sistema di drenaggio deve essere progettato e mantenuto in funzione in modo da impedire incendi nonché il propagarsi di liquidi infiammabili e tossici all'interno di un fornice e tra i fornicci."

Il sistema di drenaggio delle acque consente di controllare la diffusione sul manto stradale dei liquidi tossici o infiammabili, sversati a seguito di un incidente o ad un guasto ad un veicolo, contribuendo a limitare le conseguenze di un evento e a rendere più facilitati i soccorsi. Il sistema deve evitare che gli eventuali liquidi infiammanti intercettati vengano trasportati in punti della galleria distanti dal luogo dell'evento. Il sistema deve essere quindi dotato di pozzetti tagliafiamma.

Per definire lo scenario di progettazione più gravoso si ipotizzano i seguenti eventi:

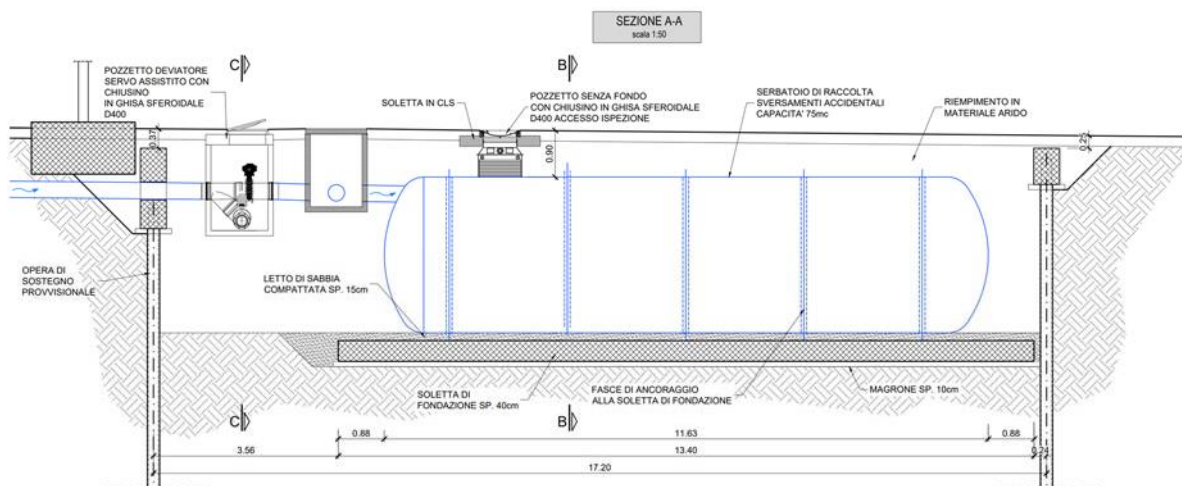
- apporto meteorico che interessa gli imbocchi della galleria;
- lo sversamento accidentale di materiale inquinante o infiammabile;
- il contributo delle azioni di salvaguardia a fronte di incendi (spegnimento);
- il lavaggio della carreggiata e/o delle pareti della galleria.

A seguito si riportano le descrizioni dei quattro scenari e la loro valutazione in termini di portata affluente al sistema di drenaggio.

9.4 Vasca di accumulo

All'esterno della galleria, le condotte di raccolta delle acque giungono ad un pozzetto by-pass di manovra governato da un sistema di valvole motorizzate, che permette di separare le acque ed inviarle a due sistemi differenti: uno attivo in condizioni di funzionamento standard ed uno in condizioni di emergenza. In condizioni di funzionamento normali, le acque convogliate dal sistema di drenaggio attraverseranno un sistema di trattamento in continuo delle acque di dilavamento della piattaforma (disoleatore) e verranno scaricate presso la canaletta esistente a valle della galleria.

Nel caso in cui invece venga attivato il sistema di allarme previsto per la galleria, le acque verranno convogliate, attraverso il pozzetto by-pass, alla vasca di accumulo di volume pari a 50 m³ per il successivo recupero e smaltimento degli stessi.

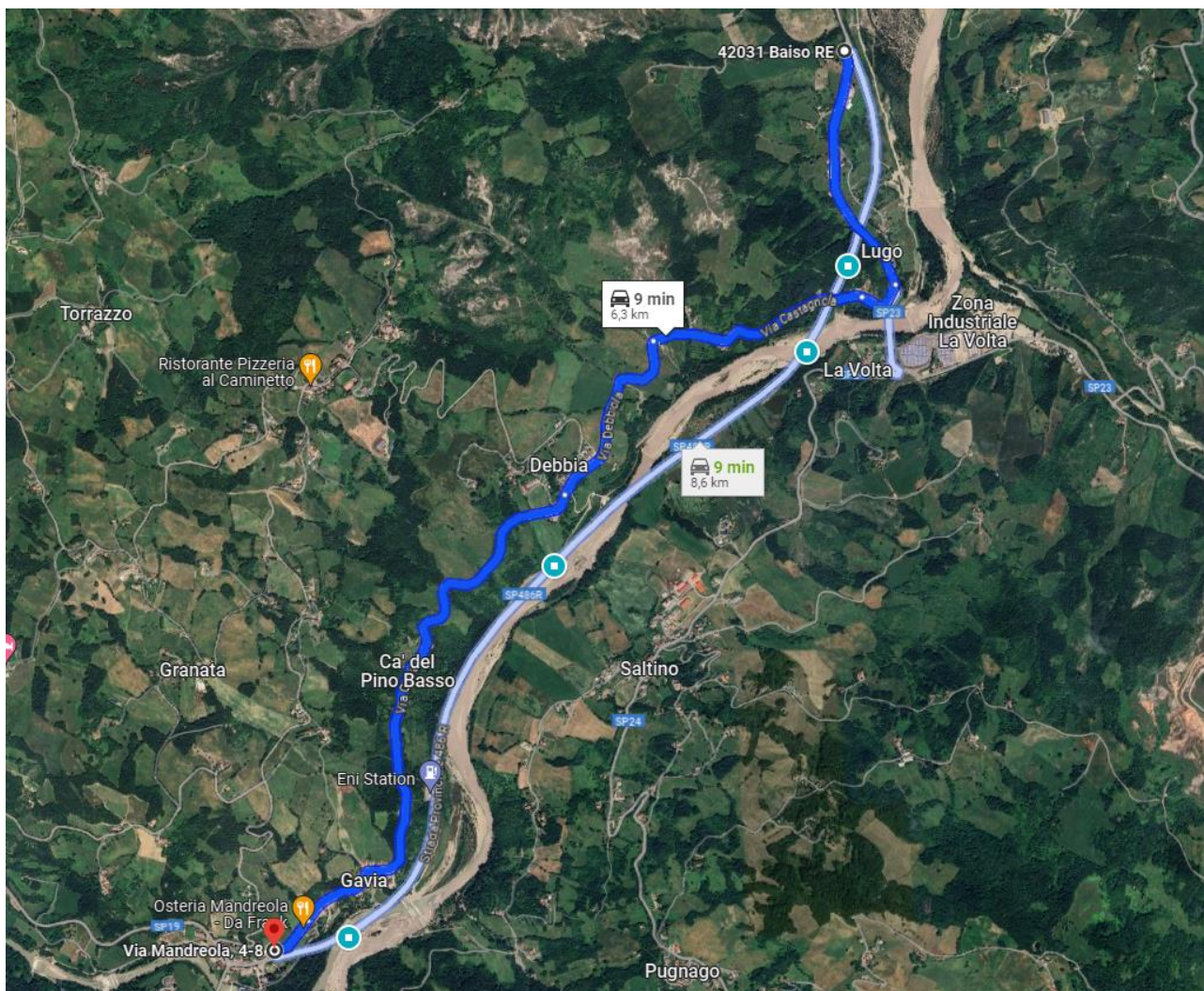


Sezione tipologica vasca di accumulo

La procedura di svuotamento della vasca dovrà essere effettuata ogni qualvolta venga attivato il sistema di allarme all'interno della galleria e si verifichi anche solo un parziale riempimento della vasca, in modo da garantire il ripristino totale del volume di accumulo. In queste occasioni dovrà essere anche garantito lo svuotamento dei pozzetti tagliafiamma presenti lungo la galleria che, vista la loro struttura, non consentono lo scarico automatico totale dei reflui presenti all'interno delle camere. Tali operazioni di svuotamento e pulizia, in ogni caso, dovranno essere previste periodicamente (indicativamente almeno una volta ogni 6 mesi) al fine di garantire la corretta manutenzione della rete di drenaggio.

10 SISTEMAZIONE STRADALE DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA

I lavori previsti in progetto prevedono la chiusura al traffico della galleria. Per questo motivo la viabilità verrà deviata su un percorso alternativo della lunghezza di circa 7 km, come riportato di seguito:



Percorso viabilità By Pass

Il percorso stradale, definito By- Pass, che è stato già utilizzato durante i lavori di prima fase, sarà oggetto di messa in sicurezza per garantire la sicurezza al traffico viabile che aumenterà notevolmente durante le lavorazioni.

Gli interventi prevedono dei ripristini localizzati della pavimentazione stradale mediante scarifica della pavimentazione e ripristino con binder e/o strato di usura.



Visto, si attesta con esito FAVOREVOLE la regolarità contabile e la copertura finanziaria della spesa della determina N. 61 del 29/01/2025.

Reggio Emilia, lì 29/01/2025

IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO BILANCIO

F.to DEL RIO CLAUDIA