COMUNE DI CALVIZZANO

OGGETTO:

PROGETTO RIDUZIONE DELLE PERDITEED EFFICIENTAMENTO DELLA RETEIDRICA A SERVIZIO DEL COMUNE DI CALVIZZANO

CUP B51D24000360005

FASE:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

IL PROGETTISTA:

UTC
CALVIZZANO

LORENZO
TAMMARO
06.03.2026
08:56:45
GMT+00:00

ELABORATO:

EL.08

TITOLO:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE SCAVI E RIPRISTINI STRADALI

IDENTIFICAZIONE ELABORATO	DATA	SCALA
ID COMMESSA / FASE / PROG ELAB / PROG SUBELAB / TIPO DOC / REVISIONE	Febbraio 2026	
ARCHIVIO FILE:		

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. CONDIZIONI GENERALI 1
1.1. NORME DI APPLICAZIONE 1
1.2. QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE 6
2. 6

2. ATTIVITÀ PRELIMINARI ALL'AVVIO DEI LAVORI 7
2.1. TRACCIAMENTI IN CAMPO 7
2.2. AREA DI CANTIERE 8

3. MOVIMENTI DI MATERIE E TUBAZIONI 9
3. 9
3.1. GENERALITÀ 9
3.2. COLLOCAMENTO IN OPERA DI MATERIALI DELL'ENTE APPALTANTE 9
3.3. TRACCIAMENTI 9
3.4. SCAVI IN GENERE 10
3.5. SCAVI DI SBANCAMENTO 11
3.6. SCAVI DI FONDAZIONE E SUBACQUEI, E PROSCIUGAMENTI 11
3.7. RILEVATI E RINTERRI 13
3.8. PARATIE O CASSERI 14
3.9. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI 14
3.10. RINTERRO 15
3.11. RIPRISTINI PROVVISORI 16
3.12. RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO 16
3.13. RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 17
3.14. RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE IN LASTRICO 17
3.15. RIPRISTINI DELLE PISTE CICLABILI 18

4. OPERE DI PROTEZIONE SCAVI 19
4. 19
4.1. PARATIE E DIAFRAMMI 19
4.2. PALANCOLE INFISSE. 20
4.3. IMPIANTO WELL-POINT 20
4.4. TRATTAMENTI COLONNARI – DEEP MIXING 21
4.5. SISTEMA DI BLINDAGGIO 34
4.6. PARATIE COSTRUITE IN OPERA. 36

5. PROVE DI COLLAUDO IN CORSO D'OPERA E REGOLARE ESECUZIONE 37
5. 37
5.1. VERIFICA DELLA CORRETTA ESECUZIONE DEI RIPRISTINI STRADALI 37
5.2. CAROTAGGI PER LA CORRETTA ESECUZIONE DEI RIPRISTINI STRADALI 41

1. CONDIZIONI GENERALI

1.1. NORME DI APPLICAZIONE

Nell'esecuzione delle prestazioni previste dal presente disciplinare tecnico, saranno osservati:

Normativa generale per la realizzazione di opere pubbliche

- Decreto Legislativo, n. 50/2016 e s.m.i. – "Codice dei contratti pubblici e s.m.i.;
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" e s.m.i. ;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. – "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 2017, n. 31 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata".
- Decreto Legislativo aprile 2006, n. 152 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale";
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120. "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164".
- Decreto del Presidente della Repubblica 19 aprile 2012, n. 236 – "Regolamento recante disciplina delle attività della Difesa in materia di lavori, servizi e forniture a norma dell'articolo 196 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163";

Strutture in cemento armato, e metalliche

- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" di cui alla legge n. 1086 del 5.11.1971 (G.U. n. 321 del 21.12.1971).
- L. 02/02/1974, n° 64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 – "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.M. 16/02/2007 – "Classificazione e resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione".
- D.M. 09/03/2007 – "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei vigili del fuoco"
- Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni - D.M. del 18 gennaio 2018.

Caratteristiche dei materiali

- "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" di cui al decreto del 03.06.1968 del Ministero dei LL.PP..
- "Prove di aderenza su barre di acciaio ed aderenza migliorata" di cui alle norme C.N.R. - UNI 10020/71.
- "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo" di cui alle norme C.N.R. UNI 10016/68;
- "Solai misti - cemento armato" di cui alle C.N.R. - UNI 10017/68.
- "Resistenza al fuoco" di cui alla circolare n. 91 del Ministero dei LL.PP..
- "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" di cui alla Legge n. 595 del 26.05.2965.
- "Norme per l'accettazione dei leganti idraulici" di cui al decreto del 3.1.1972 del Ministero dei LL.PP..
- Testo Unitario, Norme tecniche per le costruzioni- D.M. del 14 gennaio 2008;
- Testo Unico dell'edilizia – D.P.R. del 6 giugno 2001, n. 380.

Architettura tecnica

- Testo Unico dell'edilizia – D.P.R. del 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i.

Sicurezza sul lavoro ed Antinfortunistica

- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 così come modificato ed integrato dal D.lgs 106 del 3 agosto 2009 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- Allegati di cui al Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Prevenzione incendi

- Decreto ministeriale 03 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 151 del 01.08. 2011 recante "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell'art. 49, comma 4-quater del decreto legge 31 maggio 2010 n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 210, n. 122";
- DECRETO 5 agosto 2011, Procedure e requisiti per l'autorizzazione e l'iscrizione dei professionisti negli elenchi del Ministero dell'interno di cui all'articolo 16 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139;
- Decreto Ministeriale 9 aprile 1994 coordinato con il D.M del 6 ottobre 2003 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico alberghiere";

- Decreto del ministero dell'Interno 9 agosto 2016 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico - alberghiere, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Circolare n. 36 MI.SA. del 11 dicembre 1985 – prevenzione incendi: chiarimenti interpretativi di vigenti disposizioni e pareri espressi dal Comitato centrale tecnico scientifico per la prevenzione incendi su questioni e norme di prevenzione incendi;
- Chiarimenti Servizi Vigili del Fuoco nota n. prot. P959/4101 sott. 106/17 del 15.09.2000 – Rilascio certificato prevenzione incendi per le attività di cui al D.M. 16.02.1982 gestite dall'Amministrazione della Difesa;
- D.M. 12.04.1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi";
- D.M. 10.03.1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- D.M. INTERNO 9 MARZO 2007 – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del corpo nazionale dei Vigili del Fuoco;
- D.M. INTERNO 16 FEBBRAIO 2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;
- UNI 12845 – Sistemi automatici a sprinkler
- UNI 9795 – sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio;
- UNI 10779 Impianti di estinzione incendi – reti idranti – progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11292 - Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio;
- Norme UNI per i singoli componenti.
- Norme CEI per i componenti elettrici.

<u>Impianti elettrici e impianti per ascensori- montacarichi e gru</u>

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 e successive modifiche ed integrazioni;
- "Norme per gli impianti elettrici" di cui alla legge n. 186 dell'01.03.1968.
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 il "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2 Impianti di messa a terra.
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori.
- CEI 23-14 Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori.
- CEI 23-25 Tubi per istallazioni elettriche - Parte 1°: Prescrizioni generali.
- CEI 23-26 Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi ed accessori.
- CEI 23-28 Tubi per istallazioni elettriche - Parte 2°: Norme particolari per tubi – Sezione uno – Tubi metallici. • CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico rigido.

- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portatavi e portapparecchi.
- CEI 23-32 Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portatavi e portapparecchi per soffitto e parete.
- CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- CEI 20-20 Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- EN 61558-1 CEI 96-3 Sicurezza dei trasformatori delle Unità di Alimentazione e similari. Parte prima - Prescrizioni generali e prove.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici - Parte 1° in regime permanente.
- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI 20-32 Cavi con neutro concentrico isolati con gomma etilenpropilenica ad alto modulo, per sistemi a corrente alternata con tensione nominale non superiore a 1kV.
- CEI 23-12 Prese a spine per usi industriali.
- CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione -Parte 1° Prescrizioni generali e prove.
- CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione - Parte 2°requisiti particolari – Apparecchi di illuminazione di emergenza.
- CEI 34-23 Apparecchi di illuminazione – Parte 2°: requisiti particolari – Apparecchi fissi per uso generale.
- CEI 110-2 Limiti e metodi di misura delle caratteristiche delle lampade fluorescenti e degli apparecchi di illuminazione relative ai radiodisturbi.
- CEI 34-31 Apparecchi di illuminazione – Parte 2°: requisiti particolari. Apparecchi di illuminazione da incasso.
- CEI 17-13/1 Apparecchiature assemblate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.) – Parte 1° Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).
- CEI 85-3/11 Strumenti di misura elettrici indicatori analogici ad azione diretta e relativi accessori.
- CEI 13-12 Strumenti di misura elettrici ad azione indiretta.
- CEI 17-3 Contatori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1200V in corrente continua.
- CEI 17-5 Interruttori automatici per corrente alternata a tensione nominale non superiore a 100V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200V.
- CEI 17-11 Interruttori di manovra sezionatori, interruttori-sezionatori in aria e unità combinate con fusibili per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200V.
- CEI 23-18 Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI 23-3 Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari.
- CEI 20-36 Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici.
- CEI 20-37 Cavi elettrici – Prove sui gas emessi durante la combustione.

- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a baso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi - Parte 1° Tensione nominale Uo/U non superiore a 0.6/1kV.
- D.M. 37/08 Norme di sicurezza sugli impianti
- UNI EN 12464-1 Illuminotecnica – Illuminazione di interni con luce artificiale
- d.Lgs.81/08 Sicurezza negli ambienti di Lavoro
- UNI EN 54 Componenti dei sistemi di rilevazione automatica d'incendio
- CEI EN 62305 (CEI 81-10) Protezione delle strutture contro i fulmini
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- L.R. n°17 del 27/03/2000 Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso
- UNI EN 1838:2014 Illuminazione di emergenza
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1 Regole generali
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenze
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- Circolari UTOV M_D/GGEN/05/711/J/04/03/EL/09 DEL 20.03.2009 e n. 561 del 14.03.2010 sugli impianti di sollevamento;
- Attuazione in ambito Ministero Difesa del R.D. 635/40 (Allegato D) recante Regolamento per l'esecuzione del T.U. delle Leggi di P.S. e delle norme CEI 64-2 CEI 81-10/1 4 relative agli impianti elettrici ed agli impianti di protezione contro scariche atmosferiche in luoghi dove sono presenti sostanze esplosive 2007.
- UNI-CTI 8065 - Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile

<u>Tutela ambientale e Antinquinamento</u>

- Dlgs n. 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. recante "Norme in materia ambientale";
- Decreto del ministero della Difesa 22 ottobre 2009 – Procedure per la gestione dei materiali e dei rifiuti e la bonifica dei siti e delle infrastrutture direttamente destinati alla difesa militare ed alla sicurezza nazionale;
- DPR 13 giugno 2017 n. 120 – Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 8 del Decreto legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164;
- D.M. 06/09/1994 "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto".
- D.Lgs. n.152 del 11/5/1999 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva

91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

- D.Lgs. n. 209 del 22 maggio 1999 "Attuazione della direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili"
- D.Lgs. n. 258 del 18 agosto 2000 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento";
- "Direttive per la disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature" di cui alla deliberazione del 30.12.1980 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- Decreto Ministero dell'Industria del 16.05.1996 n°392 - Regolamento recante norme tecniche relative all'eliminazione degli oli usati.

Dovranno altresì essere rispettate tutte le norme tecniche in vigore attinenti la realizzazione delle opere (architettoniche, strutturali, impiantistiche, di sicurezza, igienico sanitarie…) ed ogni altra norma tecnica specifica vigente al momento dello svolgimento della prestazione richiesta.

1.2. QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del Capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi della normativa vigente.
L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la Stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione appaltante in sede di collaudo.
L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero

sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.
Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
La Direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.
A richiesta della Stazione appaltante l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.
Se il cambiamento importa una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo.
Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile del procedimento.

2. ATTIVITÀ PRELIMINARI ALL'AVVIO DEI LAVORI

2.1. TRACCIAMENTI IN CAMPO

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che le venga ordinato dal Direttore dei lavori, anche se forniti da altre ditte. Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario,

anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto. Le opere dovranno essere individuate sul terreno mediante riferimenti a capisaldi di quota e di tracciamento da indicare sul terreno all'atto esecutivo. L'Impresa è tenuta alla realizzazione ed alla custodia di questi capisaldi, e di ogni altro caposaldo o riferimento che la Direzione Lavori indicherà in corso d'opera, curando in particolare che nessuna causa possa determinare uno spostamento od un'alterazione dei capisaldi stessi. In particolare si fa obbligo all'Impresa, allorché ritenga che il proseguimento dei lavori possa influire sull'esatta conservazione di uno dei capisaldi, di darne avviso con notevole anticipo alla Direzione Lavori, affinché questa possa prendere i provvedimenti necessari, ferma restando la responsabilità dell'Impresa, fino al momento in cui la Direzione Lavori non avrà esplicitamente impartito istruzioni circa la futura conservazione del caposaldo o ne avrà indicato uno nuovo. Prima di procedere all'esecuzione di ciascuna categoria di lavori, l'Impresa è tenuta ad eseguire i tracciamenti definitivi, sia planimetrici che altimetrici, che dovranno essere condotti secondo le più rigorose norme topografiche e dovranno essere materializzati in sito con riferimenti chiaramente indicati e inequivocabili. L'Amministrazione si riserva di controllare, sia preventivamente che durante l'esecuzione dei lavori, le operazioni di tracciamento eseguite dall'Impresa; resta però espressamente stabilito che qualsiasi eventuale verifica da parte dell'Amministrazione e dei suoi delegati non solleva in alcun modo la responsabilità dell'Impresa che sarà sempre a tutti gli effetti responsabile. L'Impresa dovrà porre a disposizione dell'Amministrazione il personale, gli strumenti topografici e metrici di precisione adeguati alle operazioni da eseguire, i mezzi di trasporto ed ogni altro mezzo di cui intende avvalersi per eseguire qualsiasi verifica che ritenga opportuna.

2.2. AREA DI CANTIERE

L’area di cantiere racchiude gli spazi necessari alle lavorazioni per le opere previste nel Capitolato Speciale d’Appalto nel rispetto delle prescrizioni del Piano di Sicurezza e Coordinamento (D.lgs. 81/08) allegato al CSA. L’area di cantiere deve essere organizzata in modo da salvaguardare la sicurezza delle persone e cose e da ridurre al minimo il disturbo al traffico veicolare e agli utenti. Essa deve contenere l’ingombro dell’opera o intervento da eseguire e le aree di supporto, dove vengono dislocati tutti gli apprestamenti, gli impianti, il deposito dei materiali e le infrastrutture asserviti alla realizzazione dell’intervento. Durante le operazioni di posa di tubazioni, il materiale da scavo deve essere allontanato dal ciglio dello scavo .Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature (art. 120 D. Lgs. 81/08). Se previsto il successivo riutilizzo, il materiale da scavo deve essere destinato ad aree di supporto o a una distanza dal ciglio dello scavo pari almeno a 0.6 volte la profondità dello stesso, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori (distanza maggiore o impiego di sbadacchiature). Quando lo scavo supera 1.50m di profondità devono essere predisposti opportune sbadacchiature.
Al termine della giornata lavorativa deve essere eseguito il rinterro dello scavo e il ripristino provvisorio della sede stradale per evitare danni a persone, animali e cose.

3. MOVIMENTI DI MATERIE E TUBAZIONI

3.1. GENERALITÀ

L'Impresa, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligata ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisionali e usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse. La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisionale, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità e in qualsiasi posizione, e in tutte le opere conseguenti. L'Impresa ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che le venga ordinato dal Direttore lavori, anche se forniti da altre ditte. Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Impresa unica responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

3.2. COLLOCAMENTO IN OPERA DI MATERIALI DELL'ENTE APPALTANTE

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Ente Appaltante, sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Impresa riceverà tempestivamente. Pertanto essa dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie. Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera in questo Capitolato, restando sempre l'Impresa responsabile della buona conservazione del materiale consegnatole, prima e dopo del suo collocamento in opera.

3.3. TRACCIAMENTI

Sarà cura e dovere dell’appaltatore, prima di iniziare i lavori, sviluppare, sulla base del progetto esecutivo, tutti i dati costruttivi e le misure ed eseguire il tracciamento delle opere a mezzo di picchetti, sagome, modine, ecc. sottoponendo le risultanze alla Direzione lavori per il controllo e solo dopo l’assenso di questa potrà darsi l’inizio alle opere relative. L’appaltatore resterà responsabile dell’esattezza dei medesimi e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto e alle prescrizioni inerenti. Saranno a carico dell’appaltatore le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento e in pietra, per i capisaldi e per materiali e mezzi

d'opera e, inoltre, per il personale e i mezzi di trasporto occorrenti dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto. Prima di iniziare i lavori di sterro e riporto, l'appaltatore è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, e nel caso in cui ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo, dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della conservazione, in entrambi i casi, dei capisaldi di partenza. Detti capisaldi dovranno essere correlati con la rete geodetica nazionale dell'IGMI e con quella utilizzata per la redazione del progetto; tali capisaldi dovranno altresì coincidere (a meno delle necessarie integrazioni) con quelli utilizzati all'atto della campagna geognostica. Costituiscono obbligo dell'appaltatore lo studio, il posizionamento e la realizzazione, partendo da punti di riferimento noti e ben visibili sul territorio, di un reticolo di vertici da utilizzare per i tracciamenti e/o per i controlli plano-altimetrici delle opere da eseguire; quanto sopra si intende applicabile a partire dalle attività connesse con la campagna geotecnica. Per ogni vertice deve essere redatta una apposita monografia contenente tutte le informazioni idonee a permettere di rintracciarne la posizione. Detta monografia dovrà essere corredata da uno schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti particolari ben riconoscibili sul territorio. Sarà cura dell'appaltatore provvedere a quanto necessario affinché tutte le ditte operanti si avvalgano e facciano riferimento a un'unica rete di capisaldi in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Sarà cura dell'appaltatore provvedere a quanto necessario a evitare manomissioni del reticolo di capisaldi. Nel caso in cui, per esigenze di lavoro o in conseguenza di avvenimenti (anche non dipendenti dall'appaltatore) di qualsiasi natura, il reticolo o singoli capisaldi risultassero manomessi, sarà cura dell'appaltatore provvedere ai necessari ripristini. Sarà altresì cura dell'appaltatore, ove richiesto, mettere a disposizione della Direzione lavori la documentazione, la strumentazione e il personale tecnico e ausiliario necessari per la effettuazione dei rilievi che la stessa ritenesse opportuni per eventuali controlli in fase di costruzione.

3.4. SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dal Direttore lavori. Nell'esecuzione degli scavi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando essa, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni a persone e opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitele. L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, anche, ove occorra, con canali fugatori. Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile del Direttore lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto,

accettato dal Direttore lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private e al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie. Il Direttore lavori potrà far asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni. Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi o banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, che dovranno perciò risultare paralleli all'asse stradale. L'appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

3.5. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

3.6. SCAVI DI FONDAZIONE E SUBACQUEI, E PROSCIUGAMENTI

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati e a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dal Direttore lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione tenendo in debito conto le istruzioni delle Norme tecniche per le costruzioni. Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Ente Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che il Direttore lavori abbia verificato e accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta del Direttore lavori, essere disposti a gradini e anche con determinate contropendenze. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbatacchiature, restando a suo carico ogni danno a cose e persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la

fondazione dell'opera, e l'appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, e al necessario costipamento di quest'ultimo. Analogamente dovrà procedere l'appaltatore senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione. Per aumentare la superficie d'appoggio, la Direzione lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino a un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'appaltatore, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante. L'Impresa è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbatacchiature, alle quali essa deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dal Direttore lavori. Col procedere delle murature l'Impresa potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Ente Appaltante; i legnami però, che a giudizio del Direttore lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi. Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm, l'appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. L'appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa e iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbatacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza di persone e cose, le venissero impartite dalla Direzione lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione appaltante, resterà di proprietà dell'appaltatore, che potrà perciò recuperarlo a opera compiuta. Nessun compenso spetta all'appaltatore se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale o anche totalmente negativo. Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni precedenti, l'Impresa, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà del Direttore lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fugatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando il Direttore lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti dall'Impresa con le macchine e gli operai necessari e si intenderanno già compensati

negli oneri di scavo. Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

3.7. RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dal Direttore lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili e adatte, a giudizio del Direttore lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita e al separato accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei per la formazione di ossature, inghiaiamenti, costruzioni murarie, ecc., i quali restano di proprietà della Stazione appaltante come per legge. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte, sempre che ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione lavori; le quali cave potranno essere aperte dovunque l'appaltatore riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto alla cennata idoneità delle materie da portare in rilevato. Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'appaltatore debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua e impaludamenti. A tale scopo, l'appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza. La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata e assodata con particolare diligenza, specialmente nelle parti addossate alle murature. Sarà obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte. Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che a esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate. Per i rilevati e i rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente

contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle e altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dal Direttore lavori. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Impresa. È obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate. L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

3.8. PARATIE O CASSERI

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo, e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni prescritte. I tavoloni devono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere dall'Impresa, a sue spese, estratto e sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile. Le teste dei pali e dei tavoloni, previamente spianate, devono essere, a cura e spese dell'Impresa, munite di adatte cerchiature in ferro per evitare scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Quando poi il Direttore lavori lo giudichi necessario, le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze in ferro del modello e peso prescritti. Le teste delle palancole debbono essere portate regolarmente a livello delle longarine, recidendone la parte sporgente, quando sia riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel suolo. Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni e le palancole, anziché infissi, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi con robusta e abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

3.9. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo. Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Nelle

demolizioni o rimozioni l'Impresa deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Impresa. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti e alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile del Direttore lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati e ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dal Direttore lavori, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Ente Appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del Capitolato generale, con i prezzi unitari d'Elenco. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Impresa essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

3.10. RINTERRO

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco e al rinterro dei tubi. Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi. Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito. Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni del Direttore lavori. Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo. A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro. Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche «pesante» alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune e ulteriori opere di compattazione e al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

3.11. RIPRISTINI PROVVISORI

Per consentire un migliore assestamento del piano stradale o l'immediata riapertura alla circolazione al termine di ogni giornata lavorativa, devono eseguirsi ripristini provvisori. Successivamente alla realizzazione del rinfianco, del rinterro e della fondazione stradale (descritti nell'articolo precedenti), nel caso di pavimentazione in conglomerato bituminoso il ripristino provvisorio deve essere eseguito con binder a caldo per uno strato di almeno di 10 cm; nella fase di ripristino definitivo, si procederà alla stesura del tappetino di usura solo dopo aver eseguito la fresatura di uno strato di almeno 3 cm del binder, opportunamente cosparso emulsione bituminosa per garantire l'attacco tra gli strati. In caso di pavimentazione in lastrico, esclusivamente su richiesta dalla Stazione Appaltante, potrà essere realizzato un ripristino a carattere provvisorio; in tali casi dovrà essere comunque realizzato il rifacimento del sottofondo e della fondazione come indicato in "Ripristini di pavimentazione in lastrico". Il ripristino provvisorio potrà essere realizzato in conglomerato bituminoso fino al collegamento con il piano viabile adiacente. Per le piste ciclabili è possibile effettuare il ripristino provvisorio della pavimentazione del percorso ciclabile utilizzando conglomerato bituminoso tradizionale indipendentemente dalla tipologia di materiale esistente, opportunamente rullato e compattato in modo da creare un piano di rotolamento uniforme e senza elementi di discontinuità con la pavimentazione adiacente. Il ripristino definitivo, con l'impiego del materiale relativo al percorso ciclabile su cui si è intervenuti, dovrà avvenire entro 30 giorni dalla fine dei lavori, salvo diversa indicazione, con le modalità previste dal presente Disciplinare Tecnico e da eventuali prescrizioni rilasciate dalla Direzione Lavori. La segnaletica orizzontale deve essere ripristinata provvisoriamente anche con il solo rifacimento con vernice delle parti mancanti, oltre alla completa rimozione della segnaletica di cantiere. In particolare, entro 2 giorni dal ripristino provvisorio, devono essere ripristinati gli stalli di sosta riservati ai disabili e la segnaletica orizzontale di viabilità (attraversamenti pedonali, margini, linee di separazione e di arresto, ecc.)

3.12. RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

Il ripristino definitivo deve essere eseguito rispettando le prescrizioni dell'Ente gestore dell'infrastruttura stradale. Nei casi in cui, tali indicazioni non fossero disponibili, si procede come disciplinato nel seguito.

Strato di base. Prima della stesa dello strato di base in conglomerato bituminoso, è necessario rimuovere anche le parti della pavimentazione eventualmente fessurate e distaccate ai margini dello scavo; alla base del suddetto strato, per tutta la sua larghezza, dovrà essere realizzata una mano di ancoraggio (emulsione bituminosa). Sulla superficie di separazione tra lo strato di base (spessore ≥ 9 cm) e quello di binder (spessore ≥ 7 cm), nonché tra binder ed usura (spessore ≥ 3 cm), dovrà essere realizzata sempre una mano di attacco (emulsione bituminosa). Nel caso di fughe d'acqua che abbiano interessato ampie zone del sottofondo stradale occorre procedere al risanamento dello stesso mediante l'uso di materiali aridi ed asciutti di tutta la zona interessata.

Strati di binder. Lo strato di binder (spessore ≥ 7 cm) dovrà avere larghezza analoga a quella dello strato di base. La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per i diversi strati in conglomerato bituminoso

deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati negli articoli precedenti cosi come la quantità di bitume di effettivo impiego dovrà essere determinata mediante le prescrizioni riportate nel relativo articolo del presente Disciplinare; per la realizzazione degli strati di binder ed usura dovrà essere impiegato il bitume con le caratteristiche di cui agli articoli precedenti. Tutti i materiali utilizzati devono essere accompagnati da Certificato di Conformità rilasciato dal Produttore.

Strato di usura. Lo strato di usura, salvo diversa indicazione fornita dalla Stazione Appaltante, previa fresatura di almeno cm 3, dovrà essere realizzato in modo da evitare disomogeneità e disallineamenti sulla superficie di rotolamento. Si precisa che, in mancanza di precise indicazioni da parte dell'Ente sopracitato, il ripristino dell'eventuale segnaletica orizzontale e verticale dovrà avvenire nel rispetto delle normative vigenti.

Pozzetti e camerette d'ispezione (Aree di influenza)

Si definisce area di influenza del pozzetto o della cameretta di ispezione l'area della pavimentazione stradale a ridosso della struttura che risente della presenza della stessa. Il ripristino dell'area di influenza dei pozzetti con conglomerato bituminoso deve avvenire con le stesse modalità descritte nei paragrafi precedenti. I chiusini dovranno essere in ghisa e dovranno essere carrabili nel rispetto della norma UNI en 124. Dovranno inoltre essere identificabili tramite apposita targhetta o con sigla riportata nella fusione in ghisa, secondo la proprietà del gestore della rete o sottoservizio.

3.13. RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il ripristino definitivo deve essere eseguito rispettando le prescrizioni dell'Ente gestore dell'infrastruttura stradale. Nei casi in cui, tali indicazioni non fossero disponibili, si procede come disciplinato nel seguito. Il ripristino di pavimentazioni realizzate in conglomerato cementizio armato prevede le stesse fasi e modalità di rinterro descritte per le pavimentazioni in conglomerato bituminoso fino alla posa del misto granulare stabilizzato. Successivamente, è prevista la posa della rete elettrosaldata dello stesso diametro e passo dell'armatura esistente (o secondo quanto riportato negli elaborati di progetto). Tale rete sarà annegata in un getto di calcestruzzo dosato a 3,00 q.li per metro cubo (salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati progettuali o impartite dalla DL). Prima delle operazioni di getto di calcestruzzo, è necessario bagnare il letto di posa dello stesso per favorire la presa, mentre dopo la posa di quest'ultimo strato, a distanza di alcune ore, è opportuno innaffiare l'intero ripristino per escludere fenomeni di fessurazione da ritiro. Lo spessore minimo da garantire per il ripristino di una sede stradale cementata è di 15 cm, fatto salvo diverse indicazioni progettuali o disposizioni della DL.

3.14. RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE IN LASTRICO

Il ripristino definitivo deve essere eseguito rispettando le prescrizioni dell'Ente gestore dell'infrastruttura stradale. Nei casi in cui, tali indicazioni non fossero disponibili, si procede come disciplinato nel seguito.

Modalità operative per lo smontaggio del lastrico esistente

Lo smontaggio del lastrico esistente dovrà prevedere:

- la rimozione del lastrico mediante scalzamento tramite mezzi manuali e/o meccanici, operando sulla faccia inferiore degli elementi lapidei e comunque evitandone il danneggiamento nella faccia superiore e sui bordi;
- la pulizia, la scalcinatura, la rimozione di eventuali residui di malta e/o conglomerato bituminoso e/o vernice, l'eventuale riquadratura degli elementi di lastrico rimosso;
- la cernita degli elementi non più riutilizzabili, perché danneggiati dalle operazioni di rimozione;
- l'impancalamento e lo stoccaggio presso il cantiere del lastrico rimosso e riutilizzabile;
- il carico, trasporto, scarico e conferimento del materiale di risulta.

L'estensione dell'area di pavimentazione oggetto di smontaggio dovrà essere tale da permettere che tutte le lavorazioni successive siano realizzabili in sicurezza ricostituendo la pavimentazione esistente.

Modalità operative per la rimuratura del lastrico

Le lastre in pietra dovranno essere rimontate e poste in opera su strato di allettamento di spessore finito minimo 8 cm, realizzato con miscela di sabbia pulita, priva di materie terrose e grana 1-4 mm e di cemento tipo R325 in ragione di 200 kg per mc; tale strato di allettamento è posato su una soletta in cls armata con rete metallica, laddove richiesto dalla DL. Il lastrico dovrà essere murato sopra lo strato di allettamento eseguendo la calzatura con malta di cemento R325 con inerti fino alla pezzatura massima di mm 10 a consistenza di terra umida; i giunti tra pezzo e pezzo non dovranno essere inferiori a 10 mm e dovranno rispettare le dimensioni dei giunti nelle zone adiacenti a quella di intervento; dovrà essere eseguito il perfetto riempimento dei giunti con malta grassa (sabbia fine e 400 kg/m^3 di cemento) mediante colatura con tazza, evitando le sbavature sui pezzi e qualsiasi residuo di malta sulla pietra; la scelta degli inerti per la preparazione della boiacca per il riempimento dei giunti dovrà essere effettuata in maniera da rispettare le caratteristiche cromatiche della pavimentazione nella zona di intervento; al termine della stuccatura la superficie lastricata dovrà essere ripulita da ogni residuo di malta. Si evidenzia che, al fine di consentire l'adeguata maturazione delle murature, le aree oggetto di intervento dovranno essere interdette al transito veicolare per un periodo di minimo 1 mese. Si sottolinea che nella ricostruzione della pavimentazione in pietra ci si dovrà ricollegare ai motivi geometrici e alle quote e pendenze presenti nelle zone adiacenti. In taluni casi, potrà essere richiesto di eseguire murature e/o stuccature utilizzando malte additivate al fine di migliorarne le prestazioni e di velocizzarne la maturazione, nonché di realizzare e sigillare i giunti con resine o bitume puro (penetrazione 40/50, in ragione di 1.5 kg/m2 , previa pulizia con appositi ferri, in modo che il bitume penetri per un'altezza non inferiore a cm 3 e formi un nastrino superficiale saturato con graniglia (pezzatura 2-5 mm) proveniente da frantumazione di calcare duro). La Stazione Appaltante si riserva altresì di richiedere l'utilizzo di particolari resine pigmentate per la sigillatura dei giunti, in caso sia necessario garantire un'elasticità elevata dei giunti stessi. Nel caso di fughe d'acqua che abbiano interessato ampie zone del sottofondo stradale occorre procedere al risanamento dello stesso mediante l'uso di materiali aridi ed asciutti di tutta la zona interessata.

3.15. RIPRISTINI DELLE PISTE CICLABILI

Il ripristino definitivo deve essere eseguito rispettando le prescrizioni dell'Ente gestore dell'infrastruttura stradale. Nei casi in cui, tali indicazioni non fossero disponibili, si procede come disciplinato nel seguito.

Riempimento dello scavo

Per le modalità di riempimento dello scavo, con esclusione dello strato superficiale della pavimentazione, si fa riferimento a quanto riportato in merito nei paragrafi (ripristini in conglomerato bituminoso o in lastrico). Il manto di usura (piano di rotolamento) dovrà essere ripristinato, con lo stesso materiale in cui è realizzato il percorso ciclabile ovvero, considerate le tipologie di pavimentazione esistenti, con uno dei seguenti materiali a seconda dei casi:

− conglomerato bituminoso tradizionale (pezzatura 0/5 mm su marciapiede, 0/10 su sede stradale);

− conglomerato bituminoso colorato in pasta (conglomerato bituminoso additivato con ossido di ferro, pezzatura 0/8 mm);

− conglomerato con bitume modificato chiaro trasparente tipo “sacatrasparent” ed inerti colorati rossi (pezzatura 0/8 mm);

− lastrico.

Lo spessore della pavimentazione ciclabile dovrà essere pari a cm 3 per tutte le tipologie di percorso e per qualunque tipo di materiale impiegato, ad eccezione del lastrico per il quale si applica interamente quanto previsto nello specifico dal Disciplinare Tecnico, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori. La pavimentazione del percorso ciclabile dovrà essere ripristinata a tutta sezione, con estensione di un metro lineare per parte rispetto alla sezione di scavo. Gli attraversamenti di nuova realizzazione dovranno preferibilmente essere realizzati ortogonalmente all'asse del percorso ciclabile. Qualora ciò non fosse possibile o i lavori interessassero interventi su un sottoservizio disposto obliquamente rispetto all'asse del percorso, le fresature e la conseguente nuova pavimentazione ciclabile dovrà essere realizzata in modo da restituire una fascia di ripristino disposta ortogonalmente all’asse della pista ciclabile. Al termine delle lavorazioni descritte, deve essere ripristinata tutta la segnaletica esistente sia orizzontale che verticale (eventualmente rimossa per consentire le lavorazioni), con particolare riferimento a:

− strisce di margine;

− strisce di mezzeria per piste ciclabili a doppio senso di marcia;

− simboli (bici/pedone) presenti sul percorso ciclabile;

− attraversamenti ciclabili come previsto nel Nuovo Codice della Strada;

− segnali stradali come previsto nel Nuovo Codice della Strada,

− attraversamenti pedonali su percorso ciclabile.

Eventuali rastrelliere temporaneamente rimosse, devono essere ricollocate nella loro posizione originaria.

4. OPERE DI PROTEZIONE SCAVI

4.1. PARATIE E DIAFRAMMI

La paratia od il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- a palancole metalliche infisse;

- a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati.

4.2. PALANCOLE INFISSE.

Paratie a palancole metalliche infisse.

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto) ed elevata protezione contro le corrosioni. L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole, comprensivo della relativa cuffia. Dovranno essere adottate speciali cautele, affinché, durante l'infissione, gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palancola. A tale scopo gli incastri prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso. Sempre durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato.

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava. Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm2 e dovrà essere esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto l'inserimento nel getto di puntazza metallica, per l'infissione con battitura in terreni tenaci.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato, di cui al successivo articolo. Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti da sigillare con getto di malta cementizia.

4.3. IMPIANTO WELL-POINT

Il drenaggio con il sistema wellpoint viene utilizzato, in tutti quei terreni che sono permeabili per porosità come ghiaie, sabbie, limi ed argille. L'impianto wellpoint nella sua forma più schematica è costituito da una serie di minipozzi (wellpoints), installati nella zona di terreno in cui si deve abbassare la falda, collegati tra loro e ad una pompa ad alto grado di vuoto tramite una serie di collettori, raccordi e giunti di collegamento. Il principio di funzionamento si basa sulla deviazione del flusso di falda in direzione di elementi filtranti (wellpoints) messi in depressione dalla pompa. Il gradiente venutosi a creare tra la pressione di affioramento

dell'acqua nel terreno (pressione atmosferica) e gli elementi filtranti (wellpoints) dirige verso questi ultimi il flusso di falda con una velocità, nei vari tipi di terreno, caratterizzata dalla permeabilità. Quando in una specifica sezione di terreno l'impianto wellpoint, che può essere paragonato ad un pozzo del diametro della zona circonscritta dall'impianto, emunge la quantità d'acqua che filtra attraverso gli interstizi, il livello della falda nel terreno comincia a deprimersi formando una superficie a forma di cono.
Proseguendo il pompaggio aumenta la sezione di terreno che rimane senza acqua finché la portata emunta dall'impianto wellpoint non sarà pari alla portata di filtrazione. A questo punto il livello della falda si stabilizza formando il "cono di influenza". Naturalmente l'ampiezza di questo cono di influenza è strettamente legato alla permeabilità dei terreni interessati e quindi sarà più ampio nei terreni ad elevata permeabilità.
Impiego di apparecchiatura di pompaggio tipo well-point (aghi) per abbassamento della falda sino alla quota di stabilizzazione richiesta per tutto il tempo necessario all'esecuzione delle opere, l'impianto sarà costituito da una serie di mini pozzi collegati tra loro da una o più pompe ad alto grado di vuoto tramite una serie di collettori di adduzione e scarico, raccordi e giunti di collegamento; la pompa potrà avere funzionamento elettrico o diesel e dovrà essere munita di personale che gestisca il funzionamento per tutto il tempo necessario; la posa dell'impianto dovrà essere preceduta da un'indagine stratigrafica, a carico dell'appaltatore, dei terreni interessati sino ad una profondità di 2 m rispetto a quella di scavo; il trivellamento dei pozzi per l'inserimento degli aghi potrà essere sia manuale che meccanico (con l'ausilio di trivelle) e comunque sono comprese nel prezzo l'eventuale riempimento dei pozzi, dopo l'inserimento delle punte filtranti, di materiale drenante idoneo o la protezione delle punte stesse da getti di calcestruzzo; dovrà essere garantita anche la posa dei necessari impianti di emergenza onde evitare pericoli per il personale impiegato nella esecuzione delle opere e rallentamenti dei lavori stessi; è comunque compreso l'eventuale infittimento delle punte filtranti che si rendesse necessario per un errato dimensionamento iniziale dell'impianto.

Restano a carico dell'Appaltatore il dimensionamento del sistema di pompaggio e delle relative apparecchiature.

4.4. TRATTAMENTI COLONNARI – DEEP MIXING

Definizioni.
Il Deep Mixing è un metodo di consolidamento efficace ed economicamente vantaggioso che consiste nell'inserimento nel terreno di un utensile rotante su cui sono calettate delle eliche e/o pale miscelatrici, che assicurano la disgregazione del terreno ed il rimescolamento dello stesso con il legante inserito mediante appositi ugelli. Si viene a formare così una colonna di materiale che presenta caratteristiche di resistenza, deformabilità e permeabilità migliori del terreno circostante.

Trattamenti Colonnari.
Per quanto non espressamente di seguito riportato relativamente agli interventi colonnari in deep mixing si farà riferimento alla norma **EN 14679:2005**
La miscelazione meccanica del terreno avviene tipicamente tramite l'impiego di alberi rotanti cavi, dotati di uno strumento di taglio all'estremità inferiore; l'asta al di sopra dello strumento può essere munita di ulteriori

pale o eliche miscelatrici che assicurino la corretta miscelazione tra il terreno e le malte introdotte. Gli alberi rotanti sono montati verticalmente su di un mezzo adatto (solitamente munito di ruote cingolate per poter lavorare sui diversi terreni) e possono essere in numero da uno a otto (tipicamente da due a quattro) per mezzo, in funzione del progetto, della variante del metodo usato e del fornitore. Il trattamento viene di solito portato a termine in due fasi. Nella prima fase l'utensile è fatto avanzare nel suolo fino alla profondità voluta, disgregando e miscelando meccanicamente il terreno; nella seconda fase, si preleva lo strumento miscelatore invertendo il verso di rotazione. L'iniezione della malta può avvenire in fase di discesa, di risalita o entrambe seguita dalla miscelazione della stessa con il suolo. Lo scopo del processo di miscelazione è quello di diffondere il legante nel terreno in modo da creare le condizioni migliori affinché avvengano le reazioni chimiche di idratazione. È molto importante quindi che le particelle di legante siano uniformemente distribuite nel volume della colonna, sia in direzione longitudinale sia trasversale, per ottenere ovunque le medesime caratteristiche di resistenza e deformazione. Si possono anche effettuare dei cicli continui di penetrazione e recupero, per migliorare la disgregazione del terreno e aumentare il grado di omogeneizzazione della miscelazione. Questo obiettivo può essere raggiunto anche modificando i parametri operativi della macchina: velocità di penetrazione e rotazione, numero di rotazioni delle lame, quantità di legante iniettato.
Ripetendo la sequenza costruttiva (le infissioni adiacenti vengono, per sicurezza, parzialmente sovrapposte), è possibile ottenere per esempio una barriera continua, formata da una serie di colonne.

Fattori che influenzano il processo di miscelazione
La tecnica di installazione è essenziale per poter assicurare una miscelazione omogenea ed efficace in sito. Sono ancora pochi gli studi condotti sul processo, sui meccanismi di miscelazione e sulle tecniche di installazione. Vi sono due categorie di requisiti che riguardano i processi di installazione e i fattori che necessitano considerazione (Larsson, 2005):
a) Fattori che influenzano l'installazione che dovrebbero essere studiati simultaneamente:

- Geometria dello strumento di miscelazione;
- Tasso di risalita;
- Velocità di rotazione;
- Pressione d'alimentazione e quantità d'aria;
- Diametro dell'ugello di fuoriuscita del legante;
- Tipo di macchina e operatore;
- Stato tensionale in sito durante l'installazione.

b) Ulteriori fattori che influenzano il processo di miscelazione e che devono essere valutati:

- Proprietà reologiche del terreno, sia trattato sia non trattato;
- Tipo e quantità di legante;
- Stato tensionale in sito durante la maturazione.

I fattori della categoria (b) sono stati studiati in laboratorio da molti ricercatori e saranno discussi più avanti e nei paragrafi § 3.4 e 5. La conoscenza riguardo i fattori appartenenti alla categoria (a) è basata solo su prove di laboratorio e sono poche le prove in sito eseguite, tuttavia alcuni dei parametri menzionati compaiono nella "numero di rotazione delle lame, T (o Blade Rotation Number, BRN), discusso nel paragrafo seguente.

Soggezioni geotecniche e ambientali
Di norma le perforazioni dovranno essere eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.
I fluidi di perforazione potranno essere costituiti da:

- acqua;

• miscele cementizie;
• aria, nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'ESECUTORE e accettati dalla Stazione Appaltante.

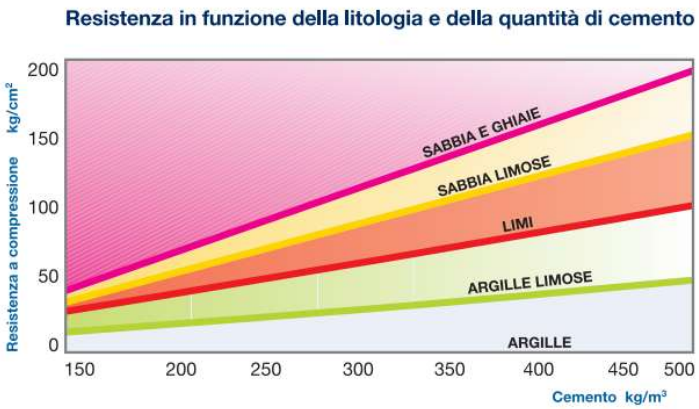
Le pressioni d'iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'ESECUTORE, sulla base anche delle prove preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

Caratteristiche terreni consolidati

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni consolidati sono principalmente in funzione della natura e composizione dei terreni stessi e della quantità di cemento che rimane nel terreno. Valori di resistenza a compressione non confinata pari a 6 ÷ Mpa sono ottenibili in terreni alluvionali grossolani mentre in presenza di litotipi coesivi le resistenze decrescono sensibilmente.

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni consolidati dipendono principalmente dalla natura e composizione dei terreni stessi e della qualità di cemento che rimane nel terreno.

Nel grafico a fianco viene mostrata la resistenza di vari tipi di terreni trattati in funzione della quantità di cemento effettivamente presente nel prodotto finale, in cui si evidenzia come valori di resistenza a compressione non confinata pari a 6 – 15 Mpa sono raggiungibili in terreni alluvionali grossolani, mentre in presenza di litotipi coesivi le resistenze diminuiscono sensibilmente.



Il valore di riferimento della permeabilità del terreno consolidato varia tra 10^{-7} e 10^{-11} m/s a seconda del tipo di terreno, della quantità di cemento iniettata e dell'eventuale aggiunta di bentonite.

Nella seguente tabella viene mostrata la permeabilità di vari tipi di terreni trattati in funzione della quantità di cemento effettivamente presente nel prodotto finale, in cui si evidenzia che il valore atteso di permeabilità è maggiore di 10^{-8} m/s.

Soil type	*Cement factor[b], α [kg/m³]*	*Permeability, k [m/s]*
Sludge	250–400	1×10^{-8}
Peat, organic silts/clays	150–350	5×10^{-9}
Soft clays	150–300	5×10^{-9}
Medium/hard clays	120–300	5×10^{-9}
Silts and silty sands	120–300	1×10^{-8}
Fine-medium sands	120–300	5×10^{-8}
Coarse sands and gravels	120–250	1×10^{-7}

Modalità esecutive

Nel seguito vengono riportate le modalità esecutive a cui l'ESECUTORE si dovrà attenere per l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, verticali, o sub orizzontali all'aperto od in sotterraneo.

Preparazjone del piano di lavoro, tracciamento

L'ESECUTORE dovrà accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante la perforazione, possano arrecare danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Prima di iniziare la perforazione dovrà essere materializzata sul terreno la posizione delle iniezioni mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza di ciascun asse. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo dell'iniezione risulta così come risulta dalla pianta dell'intervento di consolidamento.
Su tale pianta, redatta e presentata dall'ESECUTORE alle STAZIONE APPALTANTE, dovrà essere indicata la posizione di tutte le iniezioni, incluse quelle di prova, contrassegnate con numero progressivo.

Perforazioni
Le perforazioni, per il raggiungimento della lunghezza di progetto del trattamento, in dipendenza del tipo di sistema prescelto e in funzione della natura dei terreni da attraversare, dovranno essere eseguite a rotazione o rotopercussione eventualmente tramite la batteria stessa di iniezione munita di speciale utensile auto perforante in relazione alle caratteristiche del terreno determinate preventivamente all'inizio dei trattamenti.
I diametri medi della testa perforante dovranno essere normalmente compresi fra 65 e 200 mm. La misurazione dei parametri di perforazione durante l'esecuzione dell'apposito campo prove, come descritto al successivo paragrafo e durante le lavorazioni correnti, dovranno risultare nell'apposita scheda allegata

Iniezioni
Il dosaggio della miscela, la pressione e la portata d'iniezione, la velocità di rotazione e di sollevamento dell'asta dovranno essere scelti opportunamente, in relazione alle caratteristiche del terreno da consolidare, onde conseguire, oltre al diametro voluto, la necessaria resistenza, compenetrazione e impermeabilità delle colonne.
I parametri sopra indicati dovranno essere verificati sperimentalmente in sito, con l'esecuzione preliminare del campo prove di cui al successivo § 1.1.c.8 per l'ottenimento dei diametri minimi indicati in progetto. In caso d'interruzione accidentale dell'iniezione, eliminato l'inconveniente, la stessa dovrà ripartire da una quota tale da comprendere almeno 50 cm della parte di colonna realizzata prima dell'interruzione. Dei sensori dovranno fornire, in corso d'opera, la registrazione continua dei parametri (di profondità, di pressione, di flusso) per tutta la lunghezza della colonna.

Tipi di miscela
Il cemento utilizzato potrà essere pozzolanico (CEM IV/ A) o Portland (CEMII/ A-L), di classe 32,5 o 42,5. La composizione più adatta verrà messa a punto, prima in laboratorio poi in cantiere, con opportune prove di qualificazione. La miscela standard utilizzata deve avere, indicativamente, la seguente composizione (per 1 m^3):

- Cemento (kg) 500 ÷ 1100;
- Acqua (lt) 650 ÷ 800;
- Bentonite o fluidificanti (kg) 0 ÷ 14.

Il dosaggio della bentonite o dei fluidificanti dipende dal tipo di cemento. I parametri fisici caratteristici di tale miscela sono i seguenti:

- Viscosità Marsh (secondi) 28 ÷ 45;
- Densità (kg/ cm^3) 1,5 ÷ 1,7;
- Resa Volumetrica (%) >75.

La resistenza a rottura ad espansione laterale libera di tali miscele dopo maturazione di 28 giorni deve essere fra i 25 e i 35 Mpa.

Caratteristiche delle attrezzature

Le attrezzature dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Impianto di miscelazione

L'impianto cli miscelazione dovrà essere del tipo a cicli ripetitivi con polmone cli accumulo e agitatore della miscela confezionata e avere i seguenti dispositivi cli controllo:

- bilancia del cemento meccanica o con celle cli carico;
- misuratore del volume d'acqua;
- dosatore di eventuali additivi;
- contacicli progressivo di miscelazione con stampa in automatico delle singole pesate.

Successivamente all'impianto del cantiere e prima dell' inizio delle lavorazioni dovrà essere eseguita la taratura delle bilance per i componenti solidi.

Centrale di iniezione

Le pompe di iniezione ad alta pressione, le cui caratteristiche dovranno essere dichiarate dall'ESECUTORE prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere provviste cli manometri, sia sulla mandata delle pompe sia in prossimità dell'inserimento dei tubi ad alta pressione nelle batterie delle aste cli iniezione, in quest'ultimo punto la pressione dovrà corrispondere ai valori dichiarati.
I manometri dovranno essere sigillati e muniti di un certificato ufficiale di taratura. Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere consegnato alle STAZIONE APPALTANTE un manometro, tarato presso un Laboratorio Ufficiale, per i controlli in corso d'opera. Dovranno essere installati, in funzione delle caratteristiche delle pompe, opportuni dispositivi atti a regolarizzare le mandate delle pompe stesse.

Attrezzature di iniezione

Tali attrezzature dovranno essere idonee per eseguire l'iniezione della colonna o modulo di trattamento in un'unica fase senza interruzione; per casi particolari, la ripresa della perforazione dovrà riprendere riperforando, almeno 50 cm, l' elemento già realizzato.
Le attrezzature di perforazione e iniezione dovranno avere caratteristiche tali da garantire una deviazione dall'asse di progetto inferiore o pari all'1,5% della lunghezza di perforazione.
Durante il trattamento, sia nel campo prova che durante l'esecuzione del lavoro, tutti i parametri di perforazione e di iniezione (velocità di avanzamento e di risalita, velocità di rotazione delle frese, portata della pompa, pressione di iniezione della miscela e dell' aria, ecc.) dovranno essere registrati in continuo su supporto magnetico collegato all'attrezzatura di lavoro mediante opportuni trasduttori.
Solo durante l'esecuzione del campo prova dovrà essere registrata con opportuna attrezzatura la deviazione della perforazione rispetto alla verticale.
Le schede di ogni elemento realizzato dovranno essere allegate alla relazione finale.
Prima dell'inizio dei lavori e durante la loro esecuzione dovranno essere eseguite le seguenti attività:

- messa a punto del sistema ed esecuzione di un adeguato campo prove;
- definizione delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato con prove eseguite in sito e m laboratorio;
- controlli in corso d'opera e archiviazione dati.

Definizione dei parametri operativi di prova

L'attività deve definire un set di parametri operativi da verificare con il successivo campo prova. Essa ha inizio con l'esame della documentazione progettuale particolarmente sotto l'aspetto delle caratteristiche richieste al terreno trattato, alla funzione assegnata all'intervento, al contesto geotecnico e idrogeologico del sito con riferimento, soprattutto, ai fattori critici che possono avere influenza sul trattamento. In sintesi:

- Requisiti richiesti dal trattamento. I requisiti progettuali sono espressi in termini di diametro della colonna, resistenza a compressione, modulo elastico, densità, coefficiente di permeabilità.
- Funzionalità dell'intervento. Occorre valutare attentamente la funzione a cui deve assolvere l'intervento di trattamento poiché può fornire indicazioni importanti ed evidenziare criticità che la sola considerazione dei parametri richiesti al trattamento potrebbe non fornire.
- Caratteristiche dei terreni/Variabilità delle caratteristiche dei terreni. devono essere analizzati i dati geotecnici come ad esempio granulometrie, prove SPT, prove CPT, prove di permeabilità in situ e prove di laboratorio; fondamentale è inoltre riconoscere la sequenza stratigrafica dei terreni nell'ambito del volume da trattare.
- Contesto ambientale. In questa fase occorre valutare l'ambiente circostante per minimizzare gli effetti secondari.

Messa a punto del sistema ed esecuzione di un adeguato campo prove

La tipologia e numero di prove, di seguito richieste, saranno stabilite in relazione all'opera da realizzare, alla sua natura e alla sua importanza secondo le indicazioni di dettaglio della D.L.

Per la scelta della miscela da utilizzare per ottenere i risultati richiesti dal progetto, nonché per verificare le modalità operative, le dimensioni medie rese, ecc., dovranno essere progettati e realizzati, come detto, idonei campi prova in con i seguenti obbiettivi:

- definire i dosaggi delle miscele cementizie:
- stabilire i parametri per l'esecuzione delle colonne e/o dei pannelli:
- per trattamenti non meccanici determinare il diametro medio reso:
- le caratteristiche meccaniche del terreno trattato:
- l'omogeneità del trattamento:
- la verticalità delle colonne o dei pannelli di terreno trattato.

I trattamenti dovranno essere eseguiti in condizioni simili a quelle operative, in sostanza il trattamento dovrà essere eseguito alle stesse profondità di progetto e in terreni affini a quelli previsti in progetto.
Il campo prova potrà svolgersi **in due fasi**, **la prima** dovrà permettere di definire tutte le metodologie operative, e nella **seconda fase** sarà simulato il trattamento, con i parametri e le metodologie individuate nella prima fase.
Prima dell'inizio delle attività dovrà essere fornito alla Direzione Lavori il progetto del campo prova, in cui dovranno essere sviluppate e descritte le attività del campo prova, in relazione alle prestazioni e alle caratteristiche richieste al trattamento, in dettaglio dovranno essere indicate:

- ubicazione delle colonne da eseguire;
- caratteristiche delle miscele di iniezione che si intende provare;
- parametri di iniezione (portate, velocità di risalita, ecc.);
- stratigrafia del terreno interessato dal campo prova.

Dovrà essere eseguita una prova Cross-Hole sul terreno naturale per definire le sue velocità caratteristiche prima del trattamento.

Nella relazione dovranno essere presentati i modelli teorici previsionali per l'indagine geofisica utilizzati per il dimensionamento di dettaglio dei dispositivi di misura e per verificare la rispondenza del sistema agli obiettivi di indagine.
Prima dell'esecuzione di ogni colonna, dovrà essere verificato lo stato di usura degli ugelli e dei loro diametri nominali e il controllo dell'efficacia dei giunti della batteria di iniezione.
Nel caso di elementi compenetrati, una volta che sono state definite le modalità esecutive idonee, come detto, dovrà essere verificata la fattibilità del progetto eseguendo una controllo del set di parametri scelti, in una seconda fase in cui è simulata la geometria di progetto.

Ubicazione campo prova
I terreni dove sarà eseguito il campo prova dovranno essere simili a quelli su cui dovrà essere realizzato il trattamento.
Qualora l'intervento si sviluppi in terreni con una stratigrafia variabile dovrà essere valutata e verificata la necessità di sviluppare più campi prova, per le varie litologie presenti.
Prima di iniziare la perforazione dovrà essere materializzata sul terreno la posizione delle iniezioni mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza di ciascun asse. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo dell'iniezione quale risulta dalla pianta consegnata con il progetto.
Le macchine utilizzate dovranno essere attrezzate con dispositivi in grado di registrare, durante la perforazione e l'iniezione, eventuali spostamenti del must di perforazione, sia planimetricamente che di verticalità, nonché delle quote del piano campagna.
Inoltre per tutte le colonne dei campi prova dovranno essere misurate, con idonee attrezzature, la deviazione della testa delle aste di perforazione.

Campo prova prima fase
Nella prima fase saranno definiti i parametri e le tecnologie da utilizzare per le lavorazioni.
Il campo prova deve essere messo in relazione ad un sondaggio geotecnico a carotaggio continuo su cui occorrerà eseguire prove SPT in foro ogni 2/3 ml.
Il campo prove deve essere esterno all'area di intervento in aree molto prossime.
Nel caso di elementi singoli, questa fase sarà da ritenersi esaustiva.
Le attrezzature avranno le caratteristiche precedentemente esposte che dovranno avere una configurazione analoga a quelle che successivamente saranno utilizzate per la produzione.
Per verificare la percentuale di sostituzione dovrà essere misurato, durante la fase di trattamento, il volume del materiale di risulta (refluo), e dovranno essere analizzate le sue caratteristiche, confrontandole con quelle della miscela cementizia di partenza. Il refluo dovrà essere opportunamente regimentato attraverso la disposizione di apposite tubazioni che ne permettano il convogliamento in vasche di raccolta.

Controlli da eseguire sul trattamento dei campi prova
I controlli che dovranno essere eseguiti sul volume di terreno consolidato saranno:

- l'ispezione visiva, (qualora sia possibile raggiungere l'elemento di terreno trattato con uno scavo con escavatore);
- l'omogeneità del trattamento e determinazione del modulo dinamico in sito su tutto lo spessore del terreno trattato;
- carotaggi con il prelievo di campioni significativi di terreno trattato su cui eseguire prove di laboratorio;
- prove in sito per verificare la permeabilità del terreno trattato;
- prove di laboratorio per la determinazione della resistenza al taglio e la deformabilità del terreno trattato;

- controllo volumetrico e di composizione del refluo.

Ispezione visiva

Qualora il trattamento raggiunga profondità prossime al piano campagna e le condizioni ambientali lo permettano (es. profondità di falda, stabilità dello scavo ecc.), sarà eseguito uno scavo per verificare la parte superficiale delle colonne e pannelli.

Dovrà essere verificata la dimensione, la regolarità e la corretta conformazione delle colonne o pannelli, per poter verificare le possibili anisotropie di comportamento del terreno trattato. Nella parte scoperta per l'ispezione visiva potranno essere eseguite delle perforazioni orizzontali e su alcuni provini ricavati dalle suddette carote saranno eseguite le prove di laboratorio che saranno successivamente descritte.

Omogeneità del trattamento

La verifica delle caratteristiche del terreno trattato e la sua omogeneità saranno eseguite per mezzo di sondaggi a carotaggio continuo e prove geofisiche.

Dovrà essere applicata la metodologia sismica a rifrazione mediante l'acquisizione tomografica m 2D (tomografie sismiche bidimensionali).

Sondaggi a carotaggio continuo

Tutti i sondaggi saranno eseguiti a carotaggio continuo nel tratto interessato dal trattamento e saranno attrezzati con tubi inclinometrici per la verifica della deviazione rispetto alla verticale.

I sondaggi a carotaggio continuo saranno eseguiti nel rispetto delle specifiche allegate al contratto in una delle colonne eseguite per ogni set di parametri o metodologia.

Qualora il progetto preveda che le colonne e gli elementi non siano compenetrati il sondaggio dovrà essere eseguito a 10 cm dal bordo teorico ipotizzato.

Nel caso che gli elementi siano compenetrati (diaframmi, tappo di fondo, ecc) il sondaggio sarà eseguito a circa 15 cm dal centro della colonna.

Il carotaggio sarà eseguito con doppio carotiere (T6 o T6S) e corona diamantata, il diametro minimo delle carote dovrà essere di 82 mm.

Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere catalogate in apposite cassette, e dovrà essere redatta apposita stratigrafia in cui sia riportata anche una descrizione dettagliata sul grado di continuità dei campioni estratti, della percentuale di carotaggio, dell' indice RPM, della lunghezza di ciascun pezzo di carota, del numero di giunti e della presenza di eventuali lenti limose o argillose non disgregate e cementate.

La percentuale minima di recupero non dovrà essere inferiore al 90% della lunghezza teorica dello spessore del trattamento ed il recupero percentuale modificato (RPM) non dovrà essere inferiore al 50 %.

Prelievo dei campioni per prove di laboratorio

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori, immediatamente dopo il recupero della carota.

I campioni saranno paraffinati e conservati in borsa frigorifero e consegnati quotidianamente al laboratorio per le prove previste.

Prove in sito

Analogamente alla prima fase del campo prova potranno essere eseguite, durante la perforazione del sondaggio, prove in sito come pressiometriche, dilatometriche, di permeabilità ecc. La loro scelta sarà funzione dei parametri che dovranno essere determinati. Nel caso che il trattamento debba garantire l'impermeabilità dovranno essere eseguite prove di permeabilità.

I gradini di prova devono essere funzione del battente idraulico di esercizio, l'andamento della prova dovrà essere analizzato e valutato sia quantitativamente sia qualitativamente, sia in fase di pressioni crescenti sia in fase di scarico.

Prove di laboratorio

Su campioni significativi e rappresentativi di tutte le classi granulometriche di terreno consolidato, prelevati dalle cassette e di lunghezza tale da permetter la realizzazione di provini di altezza doppia rispetto al diametro, saranno eseguite, tenendo conto dei parametri richiesti dal progetto, le seguenti prove di laboratorio:

- Determinazione del peso di volume, saturo e secco, del terreno consolidato;
- Prove di compressione semplice con lettura delle deformazioni assiali; le prove saranno eseguite nel rispetto della norma ASTM-D 2166/79 con la ricostruzione della curva sforzi-deformazioni.
- Prove di trazione brasiliana.
- Prove triassiali CD da eseguirsi tendenzialmente su provini di materiale caratterizzati da resistenze alla compressione semplice non superiore a quelle richieste.

Il numero delle prove sarà quello necessario per caratterizzare tutto il tratto di terreno trattato, permettendo di definire le curve di distribuzione normale tipiche del materiale trattato. I valori medi ottenuti non dovranno mai essere al disotto di quelli minimi previsti dal progetto. Il tratto di terreni con valori inferiori a quelli minimi di progetto non potrà comunque essere superiore al 10% dello spessore totale di terreno trattato.
Tenendo conto che la curva di maturazione è diversa per ogni trattamento, questa potrà essere ricostruita ripetendo le operazioni suddette. Comunque i campioni non potranno maturare in camera umida ma dovranno essere prelevati al momento previsto.

Log sonici

Il rilievo sonico e ultrasonico, da eseguire nel foro eseguito nella colonna permette, conoscendo l'andamento della perforazione, un apprezzamento della verticalità e del diametro medio reso.
Il rilievo dovrà essere eseguito con una configurazione dei trasduttori con offset di 1 m, con trasduttore di trasmissione in posizione inferiore.
I dati dovranno essere registrati partendo dal fondo e salpando i trasduttori a velocità costante lungo tutta la verticale, fermando la registrazione in corrispondenza della bocca del sondaggio.
La frequenza di scansione dovrà essere controllata tramite un encoder ottico, collegato all'acquisitore.

Tomografia 2D

Con questa tecnica si ha l'obiettivo di verificare la continuità del trattamento, con la definizione, per tutta la lunghezza del diametro medio reso, della verticalità della colonna, di eventuali "sbulbature" (claquage) o assottigliamenti, nonché le eventuali disomogeneità nel corpo integro della colonna o elemento di terreno consolidato.
Questo sarà ottenuto con due sez1oru tomografiche in onde P ed S incrociate, a cavallo della colonna o elemento di terreno trattato.
I fori saranno eseguiti, nel tratto corrispondente alla quota del terreno trattato, a carotaggio continuo, per verificare l'omogeneità del terreno. Questi saranno attrezzati con tubi inclinometrici in modo da verificare esattamente la verticalità dei fori stessi.
Le immagini bidimensionali saranno costruite analizzando la variazione m continuo della velocità sismica (tomografia) delle onde di taglio (onde S) e di compressione (onde P). Con questa tecnica si riuscirà a

ricostruire, pertanto, una visione qualitativa della stratigrafia del terreno consolidato investigato, in termini di variazioni di "densità" dello stesso, essendo questo parametro direttamente legato alla velocità sismica.
La conoscenza della velocità delle onde di taglio S permetterà anche di calcolare il valore dei moduli dinamici.
Qualora le caratteristiche finali del terreno trattato siano simili a quelle del terreno naturale sarà opportuno eseguire una sezione tomografica sia con onde P che S sul terreno naturale, utilizzando due fori il cui allineamento non interessi il terreno consolidato. L'acquisizione di ogni sezione verrà realizzata posizionando in uno dei fori una colonna con 6/12 sensori tridimensionali spaziati di 1 m, mentre nel foro opposto, saranno creati degli impulsi sismici procedendo dal fondo alla superficie, ad intervalli regolari di 1 metro. Le operazioni saranno ripetute in modo simmetrico, con posizioni rovesciate dei punti sorgente e dei punti registrazione.
Qualora non si riesca ad eseguire la tomografia con onde S, e serva comunque calcolare i moduli dinamici, sarà realizzata solo la sezione tomografica per le onde P e sarà un Cross-Hole tradizionale con la registrazione della velocità delle onde S.

Campo prova seconda fase

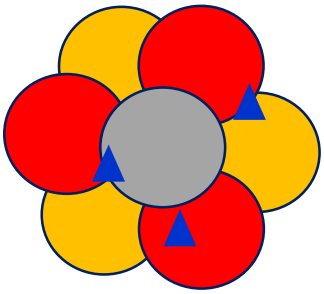
Una volta scelti i parametri operativi, e verificati i risultati delle indagini eseguite, sarà sviluppata la 2° fase del campo prova con la simulazione della lavorazione. Verranno eseguite una serie di colonne o elementi nella geometria prevista per l'esecuzione della lavorazione, il numero delle colonne dovrà essere tale da avere la parte centrale in configurazione finale. Sostanzialmente dovrà essere realizzata una "rosetta" in cui, rispetto alla colonna centrale, le colonne laterali chiudono tutte le compenetrazioni. Come per la prima fase il refluo dovrà essere opportunamente regimentato attraverso la disposizione di apposite tubazioni che lo convoglino in vasche di raccolta. Dovranno essere effettuati, altresì, controlli volumetrici e di composizione dello stesso. Le prove da eseguire, da decidere in funzione delle prestazioni che il consolidamento deve garantire sono:

- sondaggi a carotaggio continuo;
- prove in situ (permeabilità, dilatometriche, ecc.);
- prove di laboratorio sui campioni prelevati;
- monitoraggio geofisico 2D e 3D;
- collaudo idraulico del tampone di fondo.

Sondaggi a carotaggio continuo di controllo dell'omogeneità e per il prelievo dei campioni

I sondaggi a carotaggio continuo saranno eseguiti con le stesse modalità operative utilizzate per la prima fase del campo prova.

Dovranno essere almeno 3 disposti nelle posizioni di seguito indicate in figura:



(▲ Carotaggi di controllo)

nelle seguenti posizioni:

- a metà del raggio di una colonna
- all'intersezione di 2 colonne

- all'intersezione di 3 colonne

E dove le varie colorazioni rappresentano:

- Colonne primarie arancioni
- Colonne secondarie rosse
- Colonne terza fase verdi

Questi tre fori, che saranno utilizzati per eseguire l'indagine geofisica tridimensionale e bidimensionale, saranno attrezzati con tubi inclinometrici per la verifica della loro eventuale deviazione rispetto alla verticale. Dai carotaggi dovrà risultare omogeneità di cementazione.

Prelievo dei campioni per prove di laboratorio

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori, immediatamente dopo il recupero della carota. I campioni saranno paraffinati e conservati in borsa frigorifero e consegnati quotidianamente al laboratorio per le prove previste.

Prove in situ

Come nella prima fase durante la perforazione dovranno essere eseguite prove in sito per caratterizzare il terreno trattato almeno nel sondaggio eseguito nella zona di compenetrazione. I risultati dovranno essere simili a quelli registrati nella prima fase.

Prove di laboratorio

Sui campioni significativi e rappresentativi di tutte le classi granulometriche di terreno consolidato, in particolare nella zona di compenetrazione, saranno eseguite prove di laboratorio come per la prima fase.

Rilievo sismico in 3D

Con questa tecnica di rilevo, attraverso l'acquisizione simultanea in posizioni diverse collocate in un volume geometrico definito, si dovrà ricostruire la distribuzione della velocità sismica delle onde di compressione (onde P) in un ambito volumetrico di terreno investigato, e quindi rappresentare lo stesso, in termini di variazioni di "densità". Come detto per l'indagine bidimensionale, tale tecnica di prospezione consiste nella acquisizione simultanea degli impulsi sismici e nella misura dei tempi impiegati dalle onde sismiche per percorrere un tragitto rettilineo, compreso tra una serie di punti di energizzazione (sorgente sismica) disposti all'interno di un foro di sondaggio e una serie di punti di ricezione (idrofoni), disposti negli altri 5 fori. L'energizzazione sarà ripetuta lungo tutte le colonne di sondaggio ad intervalli di lm, procedendo dal fondo dei fori verso la superficie. In questo modo sarà possibile l'acquisizione di una ragnatela di traiettorie sismiche attraversanti l'intero corpo oggetto d'indagine. L'elaborazione dei dati tomografici 3D dovrà permettere la costruzione del modello tridimensionale del volume di terreno investigato. In tal modo sarà costruito il modello solido del volume del terreno trattato indagato, che potrà essere "tagliato" lungo piani predefiniti per rappresentare in modo bidimensionale la situazione esistente lungo specifiche direzioni corrispondenti a tagli effettuati sia su piani orizzontali che verticali. Confrontando i risultati di indagini dirette e attribuendo le velocità caratterizzanti le varie litologie consolidate, e gli eventuali tratti anomali, sarà possibile "estrarre" immagini tridimensionali di porzioni significative di dati, in cui siano evidenziati volumi con uguale velocità (isovolumi). In particolare, andranno evidenziati i volumi delle eventuali anomalie, per verificare la loro influenza con il progetto di consolidamento.

Indagine geofisica 2D

Qualora si renda necessario valutare l'andamento dei moduli dinamici del terreno trattato dovrà essere eseguita una indagine geofisica 2D con onde di taglio (onde S).

Questa tecnica potrà essere utilizzata in sostituzione dell'indagine 3D quando s1 realizzano diaframmi o elementi strutturali in cui la compenetrazione avviene lungo una sola direzione.

In questo caso le metodologie operative saranno simili a quelle per la prima fase del campo prova, eseguendo una tomografia con registrazione delle onde di taglio (onde S) o in alternativa una sezione tomografica con registrazione di onde di compressione (onde P) e un Cross Hole per la registrazione delle onde di taglio (onde S).

Collaudo idraulico

Dopo il completamento e maturazione del tampone (45-60 gg) e prima dell'esecuzione degli scavi si dovranno eseguire delle prove che dovranno dimostrare la tenuta idraulica del tampone di fondo; altresì le prove dovranno registrare la tenuta del tampone e la sua permeabilità. Gli scavi potranno essere avviati soltanto se il trattamento impermeabile di deep mixing avrà raggiunto livelli accettabili in termini di filtrazione di acqua allontanabile con ordinari normali sistemi di aggottamento (permeabilità inferiore a 10-4 cm/s). La prova da effettuarsi consiste in una prova di emungimento dell'acqua intrappolata tra il tappo di fondo ed il confinamento laterale.
Si dovrà procede effettuando:

- un pozzo di emungimento al centro del volume di terreno da scavare
- un piezometro all'interno del volume di terreno da scavare
- un piezometro all'esterno del volume di terreno da scavare

Successivamente attrezzato il pozzo di emungimento con la relativa pompa si potrà procedere al controllo della tenuta del tampone di fondo e alla misura del valore di permeabilità del terreno trattato.
Le fasi di prova e di misura sono le seguenti:

- Emungimento dell'acqua dal pozzo (ubicato all'interno dell'opera da scavare) fino ad abbassare la piezometrica al fondo scavo. Durante l'emungimento dovrà registrarsi a step temporali significati il livello piezometrico interno ed esterno. (È buon segnale il mantenimento del livello esterno stabile e l'abbassamento repentino del livello interno)
- Stabilizzazione dell'emungimento con contestuale misura della portata necessaria a mantenere il livello piezometrico interno a fondo scavi. (Tali informazioni accorreranno per dimensionare il gruppo di pompaggio all'interno dello scavo).
- Interruzione emungimento e contestuale misura della risalita piezometrica interna. (Una risalita del livello lenta è un segnale di una buona impermeabilizzazione).

Se i controlli effettuati in corso di prova non risultassero soddisfacenti occorre reintervenire sul tampone, con integrazione del trattamento a carico dell'Appaltatore.

Relazione finale

Completate le prove del campo prove dovrà essere redatta opportuna relazione tecnica in cui saranno illustrati e commentati i risultati ottenuti e dove saranno indicate le modalità esecutive dell'intervento. Infine, dovrà essere sviluppato il progetto di monitoraggio da eseguire in corso d'opera.

Esecuzione del trattamento

In corso d'opera il trattamento di consolidamento del terreno dovrà essere e monitorato con specifici e rigorosi controlli per la verifica del raggiungimento degli obiettivi progettuali. I dosaggi della miscela, le pressioni e portate d'iniezione, nonché la velocità di rotazione e di sollevamento delle aste dovranno essere quelli indicati nella relazione finale del campo prova, dovranno essere registrate in continuo e dovranno essere trasmessi alle STAZIONE APPALTANTE. Prima dell'inizio delle attività dovranno essere trasmessi alla Direzione Lavori le caratteristiche delle attrezzature da utilizzare tutti i certificati di taratura dei manometri e degli strumenti di registrazione. Tutte le centrali di miscelazione dovranno essere verificate e dovranno

essere eseguite le prove analogamente a quelle eseguite per il campo prova dovranno essere ottenuti gli stessi risultati. Quando si devono consolidare grandi superfici di terreno a profondità tali che anche le tolleranze ammesse posso determinare la non compenetrazione dei singoli elementi, alfine di ridurre il rischio di errore occorre certificare la corretta posizione planimetrica delle colonne eseguite, nonché la verticalità della torre di perforazione. Per questo le macchine dovranno essere attrezzate con sistema di posizionamento con sistema GPS, in grado di registrare gli scostamenti, durante le lavorazioni, rispetto alla coordinata progettuale. La perforatrice sarà attrezzata con opportuno monitor, collegato ad un computer in cui saranno visualizzate le posizioni planimetriche del centro delle singole colonne, la quota di inizio trattamento. Saranno inoltre visualizzati il picchetto virtuale della colonna da eseguire e la "bolla" per la verticalità della torre di perforazione. Quando la macchina sarà correttamente posizionata dovranno essere registrate le coordinate di 1n1z10 perforazione e sarà calcolata e visualizzata la lunghezza esatta della perforazione da eseguire. Durante la perforazione e la fase d'iniezione saranno visualizzati e registrati eventuali spostamenti rispetto alle tolleranze di progetto dei parametri monitorati (posizione planimetrica, quota, verticalità della torre). Analoga registrazione a quella di inizio perforazione sarà eseguita alla fine. I tabulati delle registrazioni eseguite dovranno essere trasmesse alla Direzione Lavori e saranno indicati:

- Identificativo della macchina;
- Data di esecuzione della colonna;
- Numero della colonna;
- Coordinate di progetto;
- Quota del piano campagna;
- Scostamento dalle coordinate di progetto;
- Quota di inizio trattamento;
- Inclinazione della torre;
- Ora inizio e termine della colonna;
- Durata complessiva della lavorazione;

Il refluo dovrà essere opportunamente regimentato attraverso la disposizione di apposite tubazioni che ne permettano il convogliamento in vasche di raccolta. Dovranno essere attentamente monitorati dall'ESECUTORE eventuali effetti secondari correlati all'esecuzione del deep mixing. In particolare in corrispondenza delle aree urbanizzate dovranno essere predisposti sistemi di controllo topografico.

Controlli e documentazione

Il monitoraggio dovrà essere progettato prima dell'inizio delle lavorazioni alla conclusione del campo prova e sarà eseguito con le tecnologie utilizzate nel campo prova.

Il numero delle prove sarà definito sulla base della funzionalità del campo prova e comunque saranno controllate, complessivamente, utilizzando metodi diretti (sondaggi) e indiretti (geofisica) almeno l'80 % delle colonne eseguite. Le indagini geofisiche potranno essere rappresentate da profili sismici tomografici, sezioni tomografiche in foro, sezioni tomografiche geoelettriche. La scelta delle metodologie da utilizzare sarà fatta in funzione delle caratteristiche dell'intervento e dell'ambiente in cui si opera. I valori delle prove di laboratorio e/ o in sito non dovranno essere inferiori a quelli registrati durante il campo prova.

Durante le operazioni di esecuzione dell'iniezione l'ESECUTORE dovrà controllare le volumetrie e la composizione del refluo confrontandole con quanto riscontrato nel campo prova Quando le colonne di terreno consolidato vengano eseguite al fine di creare una fascia di terreno consolidato all'estradosso delle pareti di scavo in galleria, al fine di verificare, in sito, l'efficacia del trattamento medesimo, dovrà essere eseguita nel nucleo da scavare, una colonna consolidata della lunghezza utile di 4.0 metri ogni 300 ml o frazione di colonne consolidate eseguite.

Sono comunque a carico dell'ESECUTORE:

- il trasporto e l'allontanamento per e dal cantiere di lavoro delle attrezzature;
- la fornitura in loco delle miscele consolidanti;
- la predisposizione delle piazzole di lavoro, anche in presenza di acqua, e delle relative strade di servizio;
- l'eventuale inserimento di barre o tubi di armatura, anche con riperforazione e successiva iniezione di intasamento;
- gli spostamenti successivi e i riposizionamenti delle attrezzature;
- l'esecuzione di carotaggi continui e le relative prove da eseguire in corso d'opera come precedentemente indicato, nonché l'intasamento dei vuoti dovuti alle carote;
- la realizzazione di fori di spurgo o di prefori per il controllo delle sovrappressioni in fase di esecuzione del trattamento;
- quant'altro possa occorrere per dare le colonne finite a perfetta regola d'arte, secondo le istruzioni che verranno stabilite dalle STAZIONE APPALTANTE.

Sono a carico dell'ESECUTORE le ulteriori lavorazioni dovute alla presenza di massi di scogliera, di trovanti, ceppaie, materiali ferrosi, murature e conglomerati semplici od armati od altro, che ostacolassero la costruzione delle colonne, nonché la rimozione, la rottura o attraversamento dei suddetti ostacoli e l'eventuale maggiore impiego di miscela cementizia o chimica, derivante dalla presenza nel terreno di cavità naturali e di vani conseguenti alla rimozione dei ripetuti ostacoli.
Di ogni colonna consolidata di prova, eseguita sia preliminarmente che in corso d'opera, si dovrà compilare e consegnare alle STAZIONE APPALTANTE un'apposita scheda opportunamente concordata contenente le modalità operative e le caratteristiche fisiche e geotecniche della colonna consolidata.

4.5. SISTEMA DI BLINDAGGIO

In riferimento all'articolo 119 del Dlgs 81/08, si prevede l'applicazione di necessari sostegni delle pareti dello scavo quando la profondità dello stesso supera 1,50 m o quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità.
Quando lo scavo supera i 2,00 m o quando la consistenza dei terreni non consente l'uso della sbatacchiatura, si utilizzano sistemi provvisionali di sostegno e di protezione degli scavi, a mezzo di un'armatura metallica provvisoria delle pareti del cavo che deve, pertanto, garantire la resistenza alla sollecitazioni provocate da:

- pressione del terreno;
- strutture adiacenti lo scavo;
- carichi addizionali e vibrazioni (materiale in deposito, traffico di automezzi, ecc.).

Le strutture di sostegno devono essere installate a contatto diretto con la superficie di scavo e lo spazio tra l'armatura e la parete del terreno deve essere riempito con materiale di rincalzo tale da garantire il contrasto.
L'armatura deve comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- essere realizzata in modo da evitare il rischio di seppellimento:
  - in un terreno incoerente la procedura deve consentire di disporre armature parziali tali da permettere di raggiungere in sicurezza la profondità richiesta nel terreno;
  - in un terreno dotato di coesione, in cui lo scavo può essere realizzato in avanzamento continuo fino alla profondità desiderata, la procedura deve prevedere la collocazione di una sistema di protezione prima che i lavoratori addetti accedano allo scavo;

- essere sufficientemente resistente da opporsi, senza deformarsi o rompersi, alla pressione esercitata dal terreno sulle pareti dello scavo;
- essere realizzata in modo da poter sopportare, senza deformarsi, anche carichi asimmetrici del terreno.

I sistemi di puntellazione per scavi devono assicurare la stabilità delle pareti verticali e sono composti da diversi componenti prefabbricati assemblati fra loro che creano un sostegno blindato dello scavo, chiamati, più genericamente, sistemi di blindaggio.

I componenti strutturali principali formano un modulo e comprendono i seguenti elementi:

- pannelli;
- componenti di sostegno (puntelli fissi e regolabili, barre di prolunga, telai di sostegno);
- armature pannello;
- rotaie di scorrimento;
- collegamenti dei puntelli con i pannelli o le rotaie di scorrimento (combinazioni integrate di armature/pannelli).

I sistemi di blindaggio per scavi sono normati secondo quattro tipologie così definite:

- **sistema di puntellazione per scavi supportato al centro**: tale sistema (denominato con la sigla "tipo CS" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) è costituito da coppie di pannelli collegati mediante puntelli fissati lungo la loro linea mediana verticale formanti l'unità o modulo e deve possedere le seguenti caratteristiche:
  - il sistema di puntellazione deve essere costituito da almeno due unità;
  - i bordi verticali fra le due unità devono risultare sempre collegati;
  - il sistema di puntellazione non deve avere più di un modulo superiore;
  - il modulo superiore deve disporre di almeno due puntelli sull'armatura del pannello;
- **sistema di puntellazione per scavi supportato ai bordi:** tale sistema (denominato con la sigla "tipo ES" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) è costituito da coppie di pannelli collegati mediante puntelli fissati lungo i loro bordi verticali che formano l'unità o modulo;
- **sistema di puntellazione per scavi su rotaia di scorrimento singola, doppia o tripla:** tale sistema (denominato con la sigla "tipo R" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) è costituito da pannelli che possono essere spostati verso l'alto o verso il basso, sulle armature provviste di coppie di scanalature singole o multiple, realizzate su rotaie di scorrimento distanziate da puntelli o telai di sostegno e formanti l'unità o modulo;
- **sistema di puntellazione per scavi supportato ai bordi da trascinare orizzontalmente: cassa a trascinamento** (denominato con la sigla "tipo DB" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) dispone di punti di attacco per il trascinamento orizzontale (punti di trazione) e di bordi di taglio nell'estremità anteriore e di possibili bordi di taglio nella base.

Per le opere provvisionali di sostegno metalliche, inoltre, si può far riferimento, sempre secondo le direttive prestabilite, ai sistemi di **sostegno e contrasto mediante infissione di palancole prefabbricate**. La palancola è un elemento in acciaio, di opportuno profilo, provvisto di incastri (guida metallica o gargame) maschio-

femmina che, collegati fra loro ed infissi nel terreno, formano un pannello continuo resistente alla spinta laterale del terreno.
I profili delle palancole si distinguono in sezione ad U ed a Z, la loro lunghezza varia a secondo dei produttori e per gli utilizzi abituali può arrivare fino a 12 m circa.
Alcuni sistemi di palancole (palancolato) sono costituiti dall'unione di palancole inserite in un cassero portapalancole che ha il duplice scopo di contrasto e guida dentro cui far passare le palandole stesse ed è provvisto di un elemento di regolazione. Tale sistema viene utilizzato in scavi attraversati da sottoservizi e, consente con un opportuno posizionamento di una o più palancole, di attraversarli senza interromperli e senza indebolire il blindaggio.
Nell'uso di sistemi di blindaggi dovranno essere previste, qualora lo si ritenga opportuno, anche l'uso di qualsiasi sistema accessorio del blindaggio quali puntoni per l'irrigidimento delle palancole e/o lastre di acciaio anche in fondazione e quanto altro necessario per la corretta posa ed esercizio in sicurezza del blindaggio.
Si precisa, inoltre, che durante le lavorazioni di scavo devono essere previsti tutti gli oneri e magisteri che consentono il mantenimento della viabilità stradale, la sicurezza delle maestranze impegnate all'interno dello scavo ed il contenimento dei terreni in adiacenza a fabbricati ubicati in prossimità degli scavi stessi.

4.6. PARATIE COSTRUITE IN OPERA.

Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati.
Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo. Particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Prove e verifiche sul diaframma.
Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per i singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

5. PROVE DI COLLAUDO IN CORSO D'OPERA E REGOLARE ESECUZIONE

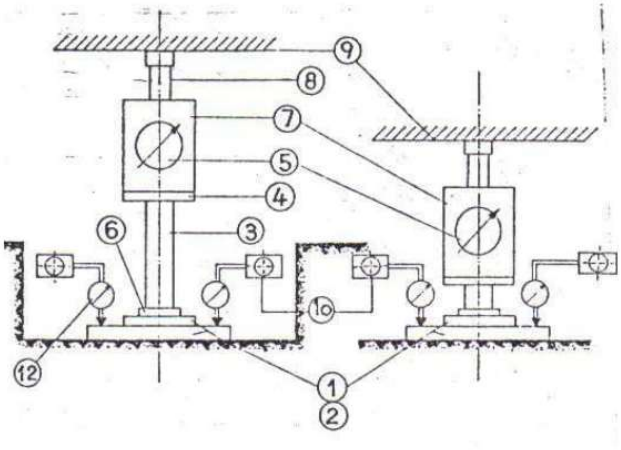
5.1. VERIFICA DELLA CORRETTA ESECUZIONE DEI RIPRISTINI STRADALI

Al fine di valutare la portanza, i cedimenti e il costipamento del ripristino stradale è possibile far ricorso a prove su piastra statiche o dinamica (dove non è possibile predisporre tutta la strumentazione necessaria per tale prova) e alla caratterizzazione di provini di materiale tramite carotaggi lungo l'asse del ripristino stradale. Le prove su piastra sono ritenute superate quando, i parametri registrati sono confrontabili con i parametri di Normativa; quando ciò non è possibile (per le differenti condizioni al contorno) si ricorre al confronto con parametri ricavati lungo la stessa strada, ad opportuna distanza dallo scavo, oppure con parametri ricavati prima delle operazioni di demolizione della pavimentazione esistente.

Prova su piastra statica

La prova su piastra statica può essere eseguita direttamente sul manto di usura bituminoso o su uno degli strati successivi di rinterro ed è impiegata per il controllo dei terreni di sottofondo, dell'eventuale strato di fondazione e dello strato di base delle pavimentazioni. Il suo utilizzo va esteso anche per indagare la capacità portante dei terreni superficiali.

La prova è eseguita secondo quanto previsto dalla Normativa Italiana, secondo le indicazioni fornite dalla Norma CNR BU N. 146 del 14 Dicembre 1992. Come accennato, la prova prevede il carico a gradini di una piastra di acciaio del diametro di 300mm e dello spessore di 25mm con cilindro idraulico in grado di imprimere una forza assiale controllata. Individuato il punto dove eseguire la prova (indicato dalla DL), opportunamente livellata ed asportato i sassi (clasti) di dimensioni superiori a 100mm, va messa in piano con della sabbia. Posizionata la piastra di acciaio, va collocato al centro della piastra il cilindro idraulico opportunamente contrastato utilizzando un compressore o un autocarro.



1 – 2 piastra di carico
3 – 8 colonna di carico
4 – 6 contro piastra
5 manometro (o cella di carico)
7 martinetto idraulico
9 contrasto (zavorra)
10 bracci di sospensione micrometri
12 micrometri per la misura dei cedimenti

La prova consistite nel eseguire un ciclo di carico e scarico, o un doppio ciclo di carico e scarico. Il Modulo di Deformazione Md (o Modulo di compressibilità) in N/mm2 , rappresenta la misura convenzionale della capacità portante di una terra ed è dato dalla formula:

Md = (Δp/Δs) x D

dove:

Δp è l'incremento di carico trasmesso dalla piastra alla terra (N/mm2)

Δs è il corrispondente incremento di cedimento (mm)

D è il diametro della piastra (300 mm con area 700 mm^2).

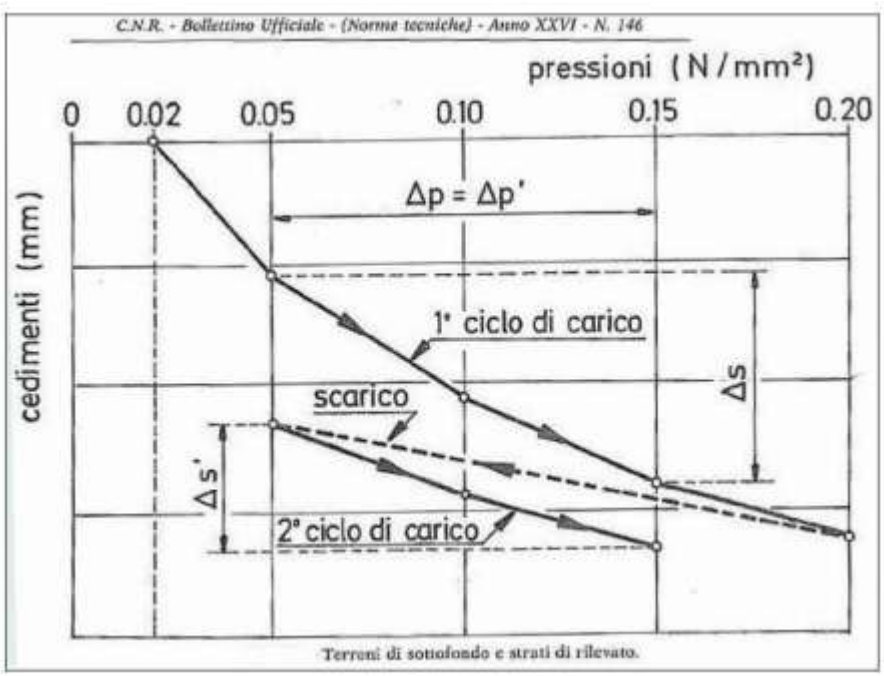
Dal rapporto fra il carico ed il cedimento abbiamo il modulo di reazione del terreno, o costante elastica K. Eseguendo un solo ciclo di carico si definisce il modulo di deformazione Md per il sottofondo preso in esame. Eseguendo due cicli di carico, come rappresentato nel diagramma successivo riferito agli strati di sottofondo, si andrà a definire il Modulo Md':

Md' = Δp/Δs'

Prima di avviare le misurazioni, la piastra va assestata sullo strato di posa imprimendole una pressione crescente fino a 0.05 N/mm^2 .

Le modalità esecutive per la prova in esame sono desciplinate dalla Norma CNR BU N. 146 del 14 Dicembre 1992.

I risultati della prova, si trascrivono in appositi moduli e si riportano sotto forma di diagrammi aventi in ascissa le pressioni e in ordinata i ceimenti, come riportato nella figura successiva (relativa allo strato di sottofondo). I moduli di deformazione Md ed Md' corrispondenti al primo ed al secondo ciclo di carico rispettivamente, sono determinati assumendo Δp e Δp' pari a 0.1 N/mm^2 e si scelgono normalmente, per terreni di sottofondo e per strati di rilevato, Δp=Δp' compresi tra 0.05 e 0.15 N/mm^2.



La valutazione della qualità del costipamento si effettua in base al rapporto Md / Md' che risulta tanto più prossimo all'unità quanto migliore è la qualità del costipamento.
Tale prova va eseguita da personale qualificato.

Prova su piastra dinamica

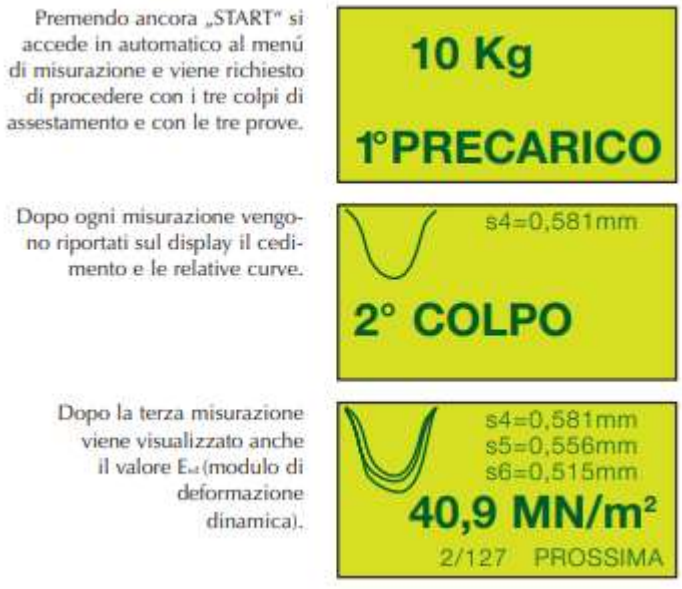
Si eseguono ed elaborano prove su piastra dinamica (eventualmente da correlare ad una o più prove su piastra statica o a un campo prova con valore standard di riferimento) per la verifica della portate e compattazione di terreni di sottofondo in genere (ad es. di strade e marciapiedi, pavimentazioni civili e industriali, impianti sportivi, scavi, rilevati, ecc.).

Le prove risultano particolarmente utili in grandi spazi, su cui vi siano da effettuare un gran numero di prove, al fine di ottenere una interpretazione areale di sintesi che permetta di individuare, attraverso un'elaborazione geostatistica, eventuali aree più deboli che non rispettino il valore di progetto (eseguibile, spesso, già in tempo reale in campagna), anche in spazi angusti, senza l'impiego di carico di contrasto, necessario per la prova statica. La prova permette in modo rapido di verificare, in modo speditivo, che il riempimento di uno scavo, ad esempio stradale, abbia le caratteristiche di compattazione e di portata adeguate e corrispondenti a quelle preesistenti, onde evitare successivi avvallamenti o sprofondamenti. In particolare attraverso tale prova si determina il modulo Evd: il valore Evd restituisce il grado di compattazione oltre al grado di portanza per terreni legati e non legati fino a 60 cm di spessore. La prova viene effettuata fino a 120 MN/m^2, poichè in presenza di un grado superiore di portanza, la variabilità dei singoli valori di misurazione può risultare eccessiva e i valori di misurazione possono variare eccessivamente da un punto di prova all'altro.



La prova ha una profondità significativa corrispondente a 1-2 volte la dimensione della piastra (Ø=30 cm). Per valutazioni più profonde si può procedere sui vari livelli o integrando al bisogno l'indagine con altre prove.

Nota: le dimensioni della piastra permettono di testare sottofondi con elementi granulometrici dal diametro <63 mm. Per terreni disomogenei e tuot-venant, sono eseguite varie prove nell'intorno allo stesso punto, con estrapolazione del valore caratteristico.



La Piastra Dinamica è composta da tre parti: il dispositivo di carico con un peso da 10 kg, la piastra di carico con diametro di 30 cm ed una centralina oppure smartphone/tablet.

Un peso di 10 kg viene rilasciato da un'altezza di circa 70 cm su una piastra di 30 cm al cui centro si trova un sensore di accelerazione. La centralina traduce il segnale del sensore nel modulo di deformazione dinamico in MN/m2. Tale valore indica la qualità della compattazione del terreno.



Effettuate le misurazioni, oltre a confrontare i valori di Evd con quelli relativi allo strato di posa preesistente, è possibile valutare il grado di compattazione tramite il rapporto del cedimento massimo rispetto alla velocità massima del cedimento e si misura in millisecondi. Tale valore non deve superare 3.5ms (terreno cedevole) e tanto più è lontano da esso, tanto più compattato è lo strato.
I risultati di dette prove vanno documentati con stampe di misurazioni da allegare ad una breve relazione descrittiva dei risultati ottenuti, il tutto a cura dell'Appaltatore.

5.2. CAROTAGGI PER LA CORRETTA ESECUZIONE DEI RIPRISTINI STRADALI

I carotaggi sono eseguiti per la caratterizzazione dei terreni e/o definizione delle modalità di intervento per le lavorazioni di scavo. Inoltre, essi possono essere utilizzati, su disposizione della Direzione Lavori, per la verifica della corretta realizzazione stratigrafica del pacchetto stradale a valle dei ripristini definitivi. Le operazioni di carotaggio prevedono la perforazione meccanica con perforatrice a corona diamantata con estrazione delle carote di diametro variabile, ma comunque non inferiore a F80 mm. Le carote prelevate devono essere catalogate e conservate, limitandone al massimo i disturbi dovuti ad urti e scosse, in apposite cassette catalogatrici (in legno, metallo o plastica), munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera, per poter essere trasportate. I provini estratti devono essere analizzati in laboratorio al fine di identificare e caratterizzare i materiali costituenti la carota. I campioni di terreno prelevati tramite carotaggio devono essere analizzati presso laboratori autorizzati, i quali produrranno un idoneo certificato di analisi. Lo scopo della caratterizzazione della carota di terreno presso laboratorio è di individuare la stratigrafia del ripristino ed in particolar modo delle caratteristiche meccaniche dei materiali alle disposizioni del presente disciplinare.