

CAPITOLATO TECNICO PER LA REALIZZAZIONE E MANUTENZIONE DEGLI ELETTRODOTTI AEREI

Parte 1: Norme di esecuzione

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 22/04/2022	Prima emissione.
Rev. 01	del 20/07/2022	Aggiornamento par. 9.2.
Rev. 02	del 19/09/2022	Aggiornamento punto 2 del par. 9.2.

INDICE

1	Premessa	5
2	Scopo	5
3	Campo di applicazione.....	5
4	Riferimenti normativi e documenti richiamati nel testo.....	5
5	Attività preliminari.....	6
5.1	Controllo documentazione di progetto e rilievo topografici	6
5.2	Gestione materiali approvvigionati da Terna	6
5.2.1	Consegna dei materiali	6
5.2.2	Immagazzinamento	7
5.2.3	Conguaglio materiali e restituzione rimanenze ed imballaggi	7
6	Scavi.....	7
6.1	Controlli preliminari e tracciamenti	7
6.2	Classificazione dei terreni	8
6.2.1	Terreno vario	8
6.2.2	Roccia da mina	8
6.3	Scavi per sbancamenti, per strutture di fondazione sostegni e per opere accessorie.....	8
6.4	Classificazione degli scavi	9
6.4.1	Scavi di sbancamento.....	9
6.4.2	Scavi di fondazione.....	9
6.4.3	Scavi in roccia da mina senza uso di esplosivi.....	9
6.5	Piani di appoggio di fondazioni dirette o sottofondazioni	9
6.5.1	Massicciate in pietrame per piani di appoggio per sottofondazione di sostegni.....	9
6.5.2	Formazione dei piani di appoggio per fondazioni a griglia metallica.....	10
6.6	Aggottamenti e/o abbassamenti della falda.....	10
6.7	Rinterri e lavori di ripristino.....	10
6.8	Terre e rocce da scavo	11
7	Calcestruzzi	11
7.1	Composizione dei calcestruzzi.....	11
7.2	Confezione dei calcestruzzi	12
7.3	Controlli e prove di accettazione	13
7.4	Getti di regolazione del piano di appoggio di fondazione o per sottofondi	15
7.4.1	Posa in opera dei calcestruzzi per fondazioni di sostegni	15
7.4.2	Calcestruzzo per opere murarie accessorie	15
7.4.3	Posa in opera a temperatura ambiente minore di 0 °C.....	16
7.5	Ferro di armatura per calcestruzzi.....	16
7.5.1	Fornitura, lavorazione e posa in opera.....	16
7.5.2	Trattamenti protettivi dei tiranti per fondazioni in roccia.....	16
7.6	Murature e gabbionate.....	16
7.6.1	Generalità	16

7.6.2	Drenaggi.....	17
7.6.3	Murature di pietrame con malta, murature a secco e gabbionate.....	17
7.6.4	Viminate	17
7.7	Pali di fondazione	17
7.7.1	Generalità.....	17
7.7.2	Pali prefabbricati e infissi in c.a.....	17
7.7.3	Pali trivellati	18
7.7.4	Micropali	19
7.8	Fondazioni dirette per i sostegni	20
7.8.1	Esecuzione di fondazioni in calcestruzzo semplice o armato	20
7.8.2	Impiego di dime nella posa in opera di monconi o tirafondi	20
7.8.3	Esecuzione di fondazioni a griglia metallica	20
7.8.4	Esecuzione di tiranti per fondazioni ad ancoraggio in roccia	20
8	Montaggio della carpenteria metallica dei sostegni	21
8.1	Generalità e trasporto a piè d'opera.....	21
8.2	Prescrizioni tecniche generali di montaggio	21
8.3	Montaggio della base.....	21
8.4	Montaggio della parte superiore.....	22
8.5	Revisione del sostegno montato	22
8.6	Montaggio degli impianti di terra	22
9	Tesatura	22
9.1	Generalità	22
9.2	Controlli preliminari, lavori preparatori, armamenti	23
9.3	Preparazione degli attraversamenti.....	25
9.3.1	Interferenze con linee elettriche di Terna	26
9.3.2	Interferenze con impianti elettrici di Terzi.....	26
9.3.3	Interferenze con linee ferroviarie di Rete Ferroviaria Italiana (RFI)	27
9.3.4	Interferenze con strade e autostrade	27
9.3.5	Interferenze con reti di servizi	27
9.3.6	Protezione delle opere interferite	27
9.4	Stendimento o sostituzione di conduttori e funi di guardia.....	28
9.5	Regolazione, morsettatura, montaggio accessori.....	31
9.5.1	Posa in opera delle sfere di segnalazione.....	32
9.5.2	Installazione dei dispositivi antirotazionali	32
9.6	Revisione e controrevisione	32
9.7	Ormezzi a terra.....	33
9.8	Amarri bilaterali in sospensione	33
9.9	Utilizzo mezzi e attrezzature speciali	33
10	Impiego di sostegni tubolari monostelo	34
10.1	Opere civili.....	34

10.1.1	Conci ancorati in fondazione.....	34
10.1.2	Montaggio tiranti di fondazione gabbia – castelletto.....	35
10.1.3	Casseratura e getto del collare di base.....	35
10.2	Montaggio del sostegno tubolare.....	35
10.3	Tesatura.....	36
10.3.1	Preparazione degli armamenti e montaggio delle carrucole per lo stendimento conduttori.....	36
10.3.2	Morsettatura conduttori sui pali in sospensione.....	36
10.3.3	Esecuzione degli amarri.....	36
11	Smantellamento linee esistenti e demolizioni.....	37
11.1	Recupero conduttori, funi di guardia ed armamenti.....	37
11.2	Conduttori e materiali provenienti dallo smantellamento.....	38
11.3	Smontaggio carpenteria metallica dei sostegni.....	38
11.4	Demolizioni delle fondazioni dei sostegni.....	39
11.5	Demolizione di muratura.....	40
12	Attività specifiche di manutenzione.....	40
12.1	Lavaggio degli isolatori.....	40
12.2	Siliconatura degli isolatori.....	40
12.3	Bonifica giunti dei montanti.....	40
12.4	Bonifica e ripristino monconi.....	41
12.5	Realizzazione o rifacimento impianti di terra.....	42
12.6	Altre manutenzioni.....	42
13	Lavori di adeguamento della vegetazione arborea.....	42
13.1	Generalità.....	42
13.2	Segnature delle piante pregiate.....	43
13.3	Taglio di piante pregiate e di piante d’alto fusto.....	43
13.4	Apertura tracciato in bosco ceduo.....	43
13.5	Esbosco.....	43
13.6	Controllo finale e benessere dell’Autorità tutoria.....	44
14	Danni.....	44
14.1	Generalità.....	44
14.2	Classificazione dei danni.....	44
14.2.1	Danni diretti.....	44
14.2.2	Danni indiretti.....	44
14.3	Modalità di liquidazione dei danni.....	44
14.3.1	Modalità di liquidazione di danni diretti (a cura Terna).....	44
14.3.2	Modalità di liquidazione dei danni indiretti (a cura dell’Appaltatore).....	44
15	Trasporti.....	45
15.1	Generalità.....	45

1 Premessa

Il presente documento, così come definito nel Capitolato Generale di Appalto, contiene le norme tecniche di progettazione, esecuzione, misurazione, controlli ed accettazione inerenti al contratto di appalto. La presente Parte 1, in particolare, fa riferimento alle Norme di esecuzione.

Si precisa che gli eventuali assensi, approvazioni e prese d'atto del Committente richiamate nel presente Documento non sollevano in alcun modo e in alcun caso l'Appaltatore da ogni sua responsabilità circa la rispondenza dei lavori e di tutte le attività connesse sotto i profili, tecnico, dimensionale, esecutivo e funzionale, nonché dal rispetto di tutte le norme di sicurezza e di buona tecnica applicabili.

Si premette che il Committente richiama fin da ora l'Appaltatore al rispetto di quanto previsto dal presente Capitolato, dalla documentazione per la gestione della sicurezza sul lavoro, ad esempio PSC/DUVRI, e più in generale dalle Normative vigenti.

Le attività oggetto di commessa dovranno essere eseguite nel rispetto delle specifiche di progetto e più in generale della regola dell'arte, avendo cura di impiegare un numero di addetti sufficiente per poter eseguire le lavorazioni garantendo l'efficacia, l'efficienza e l'esecuzione in sicurezza di tutte le operazioni (ad esempio, a titolo indicativo e non esaustivo: l'efficacia dei controlli di sorveglianza eseguiti in fase di tesatura, il rispetto dei tempi di rientro in esercizio dell'elettrodotto oggetto dei lavori, la gestione in sicurezza delle interferenze).

Resta inteso, inoltre, che l'Appaltatore dovrà adottare specifiche modalità operative ed adeguate misure tecniche, organizzative, procedurali e formative per garantire la realizzazione in sicurezza di tutte le attività previste, ad esempio per evitare che durante alcune lavorazioni in cantiere si possano verificare incendi o esplosioni.

2 Scopo

Lo scopo del presente documento è quello di definire le regole tecniche generali da rispettare durante l'esecuzione di lavori su Linee Elettriche Aeree siano essi di costruzione, manutenzione o demolizione.

In allegato al presente documento vengono riportati degli elaborati di dettaglio per descrivere le regole da rispettare nelle singole operazioni dettagliando tutti i bisogni a cui l'opera deve rispondere compresi i rapporti da trasmettere alla committenza.

3 Campo di applicazione

Il presente documento si applica a tutti i lavori svolti da imprese esterne al gruppo Terna per la costruzione, la manutenzione, il controllo e la demolizione degli elettrodotti aerei.

4 Riferimenti normativi e documenti richiamati nel testo

- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 - TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e ss.mm.ii.
- Circolare n. 28 del 30 agosto 2016 - Indirizzi operativi per la redazione di specifiche procedure per la scalata, l'accesso, lo spostamento, il posizionamento, nonché per il recupero del lavoratore non più autosufficiente: prevenzione del rischio di caduta dall'alto nelle attività non configurabili come lavori sotto tensione su elettrodotti aerei.
- Norma CEI 11-27 "*Lavori su impianti elettrici*" e "*Disposizioni per la Prescrizione del Rischio Elettrico di Terna*", nel seguito DPRET, per quanto applicabili dall'Appaltatore.
- Linee guida TERNA-ANIE: "Gestione della sicurezza per attività di costruzione, manutenzione e rimozione degli elettrodotti aerei sulla rete elettrica nazionale AT"
- Linee guida TERNA-ANIE: "Gestione della sicurezza ambientale nei cantieri per attività sulla Rete Elettrica Nazionale ad Alta Tensione"

- Protocollo Terna-E distribuzione “GdL Enel Distribuzione – Terna Rete Italia”
- Protocollo Terna-RFI “Procedura relativa alla gestione delle interferenze tra gli impianti del Gruppo Terna e di RFI”
- Capitolato tecnico per la realizzazione e manutenzione degli elettrodotti aerei. Parte 2: norme di valutazione (nel proseguo indicato come Parte 2: norme di valutazione)
- Capitolato tecnico per la realizzazione e manutenzione degli elettrodotti aerei. Parte 3: controlli (nel proseguo indicato come Parte 3: controlli)
- Capitolato Ambiente ING – CAPAMB18
- Specifica Tecnica ST-DT-ING-11 – Esecuzione della bonifica bellica sistematica terrestre
- Specifica Tecnica ST DT ING 02 – Esecuzione rilievi topografici per progettazione esecutiva, elaborazione delle mappe catastali, elenco proprietari, piano particellare e restituzione dei dati raccolti
- Prescrizione Tecnica ST DT ING 07 – Progetti per attraversamento delle opere interferite e relative pratiche amministrative
- NT006SR – Specifica Tecnica Asservimenti
- Specifica Tecnica ST-MAVL-21-005 – Prescrizioni per l’esecuzione di lavori manutentivi su linee elettriche AT mediante utilizzo di elicotteri
- Prescrizioni Tecniche LIN_000C3906 – Prescrizioni per l’installazione, il recupero e la giunzione delle funi di guardia con fibre ottiche

L’Appaltatore è tenuto all’osservanza dei documenti e riferimenti sopra indicati anche se non espressamente citati nei diversi paragrafi di cui è costituito il presente Capitolato.

5 Attività preliminari

5.1 Controllo documentazione di progetto e rilievo topografici

Dopo la consegna degli elaborati di progetto, che saranno forniti da TERNA, e prima dell’inizio dei lavori l’Appaltatore deve provvedere alla verifica dell’esatta posizione dei picchetti di centro (dei sostegni da costruire) e di allineamento, ripristinando o infiggendo ex-novo tutti quelli eventualmente mancanti.

L’Appaltatore deve anche controllare gli allineamenti, la lunghezza ed il dislivello delle campate, le zoppicature, i punti singolari del profilo, le mezze coste, gli attraversamenti, l’idoneità delle posizioni scelte per i sostegni nonché eventuali difformità o incongruenze negli elaborati forniti da TERNA, fornendo in tempo utile a Terna, gli elementi per l’eventuale correzione e/o aggiornamento del progetto.

L’Appaltatore deve inoltre rilevare e segnalare tempestivamente, per tutta la durata dei lavori, la presenza di qualsiasi opera, realizzata o in corso di realizzazione, non riportata nel progetto, che interferisca in qualche modo con il costruendo elettrodotto, con particolare attenzione ai fabbricati, anche se ubicati al di fuori della fascia di asservimento, ai fini del rispetto delle distanze dai conduttori della linea secondo il DPCM 8 Luglio 2003.

5.2 Gestione materiali approvvigionati da Terna

5.2.1 Consegna dei materiali

Terna consegnerà all’Appaltatore i materiali direttamente approvvigionati, franchi nel deposito di cantiere o presso altra sede Terna, formalizzando tale consegna con apposito verbale. L’Appaltatore dovrà provvedere al controllo delle quantità e all’esame delle condizioni dei materiali. Detti controlli, da eseguire al più presto, dovranno mettere in evidenza eventuali difetti o mancanze rilevabili sia sui materiali che sui loro imballaggi.

L’Appaltatore provvederà alla sistemazione ordinata dei materiali nel deposito e consegnerà ai rappresentanti di Terna in cantiere le bolle di accompagnamento con distinta dei materiali ricevuti secondo le disposizioni di cui al par. 7.1.5 della Parte 3: controlli. Detti documenti dovranno essere datati e firmati dal rappresentante dell’Appaltatore in cantiere.

Eventuali discordanze fra le distinte di spedizione e le effettive quantità di materiale ricevute, dovranno essere comunicate per iscritto a Terna entro il termine massimo di 15 giorni dal ricevimento delle singole partite; in mancanza di tale segnalazione si conviene che le quantità indicate nelle bolle di consegna siano state effettivamente ricevute. Terna provvederà a reintegrare nel più breve tempo possibile i materiali di cui sia stata tempestivamente segnalata la mancanza.

5.2.2 Immagazzinamento

Per tutta la durata dei lavori l'Appaltatore dovrà ordinatamente smistare i materiali ricevuti nell'area del deposito di cantiere. Tutti i materiali forniti dovranno essere sistemati in modo da evitare il contatto con il terreno per tutta la durata di deposito. Le bobine di conduttore e le cassette di isolatori potranno essere tenute all'aperto con adeguata protezione dalle intemperie. La morsetteria, i bulloni ed i materiali accessori particolarmente delicati dovranno essere ricoverati al coperto.

5.2.3 Conguaglio materiali e restituzione rimanenze ed imballaggi

Alla fine dei lavori, prima della chiusura del cantiere, l'Appaltatore dovrà effettuare, in contraddittorio con i rappresentanti di Terna, il conguaglio dei materiali. A seguito di detto conguaglio, dovrà essere predisposto dall'Appaltatore un elenco dettagliato delle rimanenze dei materiali (differenza fra fornito e messo in opera) che sarà consegnato a Terna prima della chiusura del magazzino di cantiere.

Nel caso in cui le rimanenze effettive risultassero inferiori a quelle teoriche, i materiali mancanti saranno addebitati all'Appaltatore. Nel caso particolare della morsetteria e accessori, la mancanza di un solo elemento costituente un equipaggio di armamento darà luogo all'addebito dell'intero complesso. Salvo diversa indicazione contenuta nella documentazione contrattuale, gli spezzoni di conduttore e fune di guardia dovranno essere restituiti avvolti singolarmente su bobina, con doghe di protezione, se di lunghezza uguale o superiore a 500 m; saranno invece restituiti in matasse ben legate con indicazione del relativo peso, se di lunghezza inferiore a tale limite.

Le bobine vuote da utilizzare per l'avvolgimento di spezzoni saranno fornite da Terna; su di esse l'Appaltatore dovrà apporre una targhetta indicante le caratteristiche del conduttore nonché la lunghezza e il peso dello spezzone. Gli imballaggi in restituzione (bobine vuote) dovranno essere resi disponibili in cantiere, franchi su autocarro a cura ed onere dell'Appaltatore, nei modi e nei tempi indicati da Terna in cantiere. I materiali residuati dovranno essere resi disponibili in cantiere e trasportati a cura ed onere dell'Appaltatore nella località di deposito che sarà indicata da Terna, suddivisi e ordinati in colli e accompagnati da un elenco di dettaglio

L'arrivo dei materiali in cantiere, le verifiche effettuate, le eventuali anomalie riscontrate (con riferimento all'avviso di spedizione), il trasferimento dei materiali residuati, dovranno essere riportati sui rapporti giornalieri di lavoro che l'Appaltatore dovrà consegnare a TERNA come previsto dall'art. 3.7.1 del Capitolato Generale di Appalto e sul Giornale dei lavori.

6 Scavi

Prima dell'esecuzione di qualunque attività l'Appaltatore dovrà provvedere alla stesura del verbale di consistenza del terreno e dei frutti pendenti relativamente all'area che sarà occupata per i lavori e relativi accessi secondo le modalità descritte nei par. 7.1.7 e 7.1.8 della Parte 3: controlli.

6.1 Controlli preliminari e tracciamenti

Prima di iniziare i lavori di scavo per le fondazioni di ogni sostegno, l'Appaltatore dovrà provvedere al corretto posizionamento del picchetto di centro sostegno e dei picchetti di allineamento, in riferimento alla documentazione di progetto fornita da Terna, nonché alla verifica di eventuali ulteriori sottoservizi esistenti rispetto a quelli identificati in fase progettuale. L'Appaltatore dovrà altresì verificare la corrispondenza sul terreno delle sezioni diagonali riferite all'area di ubicazione del sostegno stesso, segnalando a Terna eventuali differenze che possano comportare variazioni alle zoppicature. Ove necessario, l'Appaltatore dovrà provvedere alla rilevazione di sezioni lungo la linea di massima pendenza passante per il centro di ogni singolo piedino, necessarie per la definizione della fondazione in pendio o di opere murarie per la riduzione della pendenza stessa.

Tali verifiche e/o rilevazioni dovranno essere spinte con sufficiente margine oltre i limiti dell'area prevista per lo scavo di fondazione di ogni singolo piedino. L'Appaltatore dovrà poi provvedere al tracciamento degli scavi, facendo riferimento ai disegni costruttivi delle fondazioni e del sostegno, tenendo presente che, salvo diverse indicazioni, per i sostegni in angolo gli assi delle mensole dovranno risultare normali alla bisettrice dell'angolo di deviazione della linea. A tracciamento eseguito, dovrà controllare il corretto posizionamento del sostegno rispetto alla planimetria mappale, rilevando eventuali sconfinamenti su particelle fondiarie non asservite. Definita l'area d'ingombro del sostegno, l'Appaltatore dovrà verificare la sua idoneità ad ospitare la costruenda opera, rilevando eventuali segni di franosità, presenza di depressioni, bruschi cambiamenti di pendenza, presenza di terreni paludosi e quant'altro possa far sorgere dubbi sulla idoneità dell'area interessata. Sarà onere di Terna verificare se i riscontri forniti dall'Appaltatore possano comportare eventuali modifiche al progetto delle fondazioni.

Analoghi controlli e tracciamenti dovranno essere eseguiti dall'Appaltatore prima di iniziare scavi di sbancamento o scavi di fondazione di opere accessorie quali muri di controripa, paramassi, paravalanghe, drenaggi, mentre per gli impianti di messa a terra sarà sufficiente il solo tracciamento.

6.2 Classificazione dei terreni

Ai fini della loro identificazione, i terreni interessati dagli scavi sono divisi convenzionalmente in due classi: terreno vario e roccia da mina.

6.2.1 Terreno vario

Appartengono a questa classe i terreni di natura e consistenza tali da non richiedere, per il loro scavo, l'impiego sistematico di mine.

6.2.2 Roccia da mina

Appartengono a questa classe quelle formazioni lapidee di consistenza tale da richiedere necessariamente, per il loro scavo, l'uso sistematico delle mine, anche se, per ragioni di sicurezza, l'Appaltatore debba impiegare invece il demolitore, o altri mezzi idonei. In questa classe sono anche compresi i trovanti di volume superiore a 0,5 m³.

6.3 Scavi per sbancamenti, per strutture di fondazione sostegni e per opere accessorie

L'Appaltatore dovrà provvedere anzitutto al taglio delle piante ubicate nell'area degli scavi, rispettando tutte le prescrizioni di cui al cap. 13 del presente Capitolato Tecnico. In presenza di terreni agricoli (prativi, seminativi, ecc.) e comunque in tutti i casi in cui è presente un discreto strato di "humus", l'Appaltatore dovrà provvedere a tenere separato il terreno di risulta di detto strato da quello dello strato sottostante, ai fini del ripristino finale. Nell'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti, restando totalmente responsabile degli eventuali danni a persone e cose e obbligato a provvedere, a sue spese, alla rimozione delle materie franate.

Inoltre, l'Appaltatore dovrà prestare la massima attenzione al rispetto della quota di progetto del piano di imposta della fondazione. A tal fine, l'ultimo strato di scavo dovrà essere eseguito a mano fino al raggiungimento della quota prevista evitando pertanto riporto di terreno. Comunque, nel caso di superamento della profondità di progetto prevista, il riempimento dovrà avvenire, a cura e onere dell'appaltatore, mediante l'utilizzo di calcestruzzo magro o in alternativa di massiccata di pietrame di adeguate dimensioni così come descritto al par. 6.5 del presente Capitolato Tecnico.

Per lo scavo con mine, l'Appaltatore dovrà proporzionare le cariche alle caratteristiche della roccia e alle dimensioni teoriche degli scavi da eseguire, limitando l'uso dell'esplosivo in modo tale da non pregiudicare la stabilità e la compattezza dei terreni circostanti. Il materiale proveniente dagli scavi dovrà essere temporaneamente sistemato in condizioni di massima stabilità, in modo da evitare scoscendimenti (in presenza di pendii) o intasamento di canali e fossati. Qualora la zona di lavoro non consentisse una sicura sistemazione di detto materiale, o mancasse la disponibilità di idonee aree di deposito, l'Appaltatore dovrà effettuare il totale o parziale allontanamento del materiale dal cantiere e il suo deposito in aree più distanti, acquisite; il tutto secondo quanto previsto nel piano

gestione delle terre e rocce da scavo. Se nel corso degli scavi, malgrado gli esiti favorevoli dei sondaggi preliminari, si presentassero anomalie non prevedibili (ad esempio terreni cedevoli, forti infiltrazioni di acqua, strati rocciosi instabili) l'Appaltatore dovrà immediatamente informarne Terna.

6.4 Classificazione degli scavi

Gli scavi si distinguono in: scavi di sbancamento, scavi di fondazione, scavi in roccia da mina senza uso di esplosivi.

6.4.1 Scavi di sbancamento

Eseguiti su disposizione di Terna, CSE, Direttore dei Lavori o a seguito di prescrizioni autorizzative, fuori dall'area dei sostegni, per eventuali adeguamenti del terreno alle esigenze di franco dei conduttori o impostazione di opere murarie. Sono altresì considerati scavi di sbancamento quelli eseguiti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno entro l'area interessata da scavi di fondazione qualora Terna ritenga necessario il preventivo livellamento di tale area in relazione a esigenze di stabilità del sito o di zoppicatura dei sostegni.

6.4.2 Scavi di fondazione

Eseguiti per la predisposizione di piani di fondazione. Sono classificati in questa categoria anche gli scavi necessari per gli impianti di terra, che avranno generalmente una larghezza di 40 cm e una profondità che sarà stabilita volta per volta in base ai documenti di progetto. Gli scavi di fondazione dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto. A scavo ultimato, i piani di fondazione dovranno risultare orizzontali e sempre ottenuti per asportazione del terreno in posto e non con impiego di materiale smosso o di riporto.

6.4.3 Scavi in roccia da mina senza uso di esplosivi

Nelle immediate vicinanze di abitazioni, strade, ferrovie, linee elettriche e altri manufatti in genere, è necessario prevedere l'impiego di demolitore, o di altri mezzi idonei non dirompenti.

6.5 Piani di appoggio di fondazioni dirette o sottofondazioni

A scavi completamente ultimati e prima di iniziare le fondazioni, l'Appaltatore dovrà esaminare attentamente i piani di appoggio e segnalare a Terna e al Direttore dei Lavori eventuali anomalie presenti negli strati di terreno che potrebbero renderlo non idoneo a sopportare i normali carichi delle fondazioni dirette. Gli accertamenti sui terreni di fondazione a scavi ultimati dovranno completare le informazioni date dall'Appaltatore in sede di scavo, secondo quanto prescritto al par. 6.3 del presente Capitolato Tecnico onde permettere a Terna di ordinare l'eventuale bonifica dei terreni mediante opere di sottofondazione. Esse potranno essere:

- le palificate di costipamento eseguite mediante infissione di pali prefabbricati per le quali si rimanda al par. 7.7.2 del presente Capitolato Tecnico;
- le massicciate in pietrame a rifiuto per le quali si rimanda al par. 6.5.1 del presente Capitolato Tecnico;
- altri eventuali provvedimenti di compattazione o consolidamento che la tecnica delle fondazioni potrà suggerire e che restano comunque da definire caso per caso;
- eventuali abbassamenti di quota o dissesti del terreno a contatto con fondazioni dirette in calcestruzzo dovranno essere ripresi con i "getti di regolazione del piano di appoggio della fondazione" di cui al par. 7.4 del presente Capitolato Tecnico.

6.5.1 Massicciate in pietrame per piani di appoggio per sottofondazione di sostegni

Massicciate in pietrame potranno essere impiegate allo scopo di migliorare la portata a compressione dei terreni nel caso previsto al precedente paragrafo, in presenza di strati inconsistenti (sabbio/limosi, limosi, torbosi, ecc.), aventi spessore limitato (40-50 cm) sotto il piano di fondazione. Il pietrame dovrà avere buone caratteristiche meccaniche ed essere preferibilmente di provenienza fluviale. Dovrà essere posto in opera senza asportazione di terreno ed in quantità sufficiente per ottenere un buon consolidamento del terreno, anche con l'ausilio di costipatori meccanici, fino a

rifiuto. La massicciata dovrà essere livellata con calcestruzzo magro alla quota del piano di fondazione.

6.5.2 Formazione dei piani di appoggio per fondazioni a griglia metallica

Ove lo scavo sia destinato a fondazioni dirette del tipo a griglia metallica, il piano di appoggio dovrà essere rettificato e livellato con un manto ben costipato di sabbione e ghiaietto o pietrisco di diametro massimo pari a 5 mm; lo spessore minimo del manto dovrà risultare pari a 10 cm (dieci centimetri).

6.6 Aggotamenti e/o abbassamenti della falda

Qualora durante l'esecuzione degli scavi ci si trovasse in presenza di acqua non allontanabile a gravità, l'Appaltatore dovrà provvedere al suo sollevamento e successivo allontanamento, adoperando un idoneo impianto di pompaggio. In tale situazione egli dovrà predisporre canali laterali di raccolta, con eventuali pozzetti per l'installazione di pompe. L'acqua evacuata dallo scavo dovrà essere incanalata per lo scarico su fossi di raccolta fuori dalla zona di lavoro, in modo da non arrecare danni ai terreni circostanti. A scavo ultimato il piano di posa delle fondazioni dovrà essere, ove necessario, bonificato (mediante massicciate, sottofondi consistenti e simili) e reso orizzontale come per il caso di scavo in terreno asciutto. Lo scavo dovrà inoltre essere mantenuto asciutto anche durante le successive lavorazioni per la costruzione delle fondazioni. Qualora l'abbassamento della falda o l'esaurimento dell'acqua filtrante nello scavo presentassero obiettive particolari difficoltà, l'Appaltatore ne farà segnalazione a Terna e al Direttore dei Lavori.

6.7 Rinterri e lavori di ripristino

A fondazione e/o posa del dispersore eseguite e dopo benessere di Terna, l'Appaltatore provvederà subito al rinterro degli scavi di fondazione e/o di messa a terra, riempiendo gli scavi con successivi strati di terreno ben costipati, ciascuno dello spessore di circa 30 cm. Particolare cura dovrà essere prestata per i primi strati sulle riseghe più basse e contro le pareti delle fondazioni. Durante il rinterro il materiale roccioso proveniente dagli scavi dovrà essere mescolato a terra e/o sabbia, queste ultime in quantità non inferiore al 50% del volume del singolo strato, in modo da ottenere una miscela che consenta la compattazione. Inoltre, nel caso di fondazioni a griglia metallica e comunque in presenza di "piedi" interrati, dovrà essere particolarmente curato il costipamento del materiale all'interno dei piedi ed il materiale di riempimento dello scavo non dovrà contenere pezzi singoli di roccia o di terreno gelato di peso e dimensioni tali da poter danneggiare le membrature metalliche nella fase di scarico del materiale nello scavo e/o di costipamento dello stesso.

Particolari cure dovranno essere poste per il rinterro degli scavi per impianti di messa a terra, per quanto riguarda la scelta e la miscelazione del materiale, specie per gli strati direttamente a contatto con i dispersori, che dovranno essere costituiti da terreno vegetale o da limi argillosi. Ultimato il rinterro, l'Appaltatore dovrà provvedere nel più breve tempo possibile alla sistemazione in loco del materiale di scavo eccedente o al suo trasporto a discarica, allo scopo di liberare i terreni temporaneamente occupati. La sistemazione in loco del terreno di scavo eccedente dovrà essere preventivamente autorizzata dagli aventi diritto sulle aree occupate; il terreno lasciato in loco dovrà essere comunque sempre ben sistemato, con formazione di scarpate stabili.

L'Appaltatore dovrà curare con sollecitudine anche il ripristino dello strato superficiale di terreno coltivo o prativo nell'area interessata dagli scavi o danneggiata dai mezzi di trasporto e ripristinare adeguatamente (anche mediante deviazione) passaggi, sentieri, canali, condutture e simili che per effetto dei lavori abbiano subito interruzioni o danneggiamenti. A sistemazione avvenuta l'area interessata dai lavori dovrà risultare completamente in ordine ed essere restituita alla sua funzione originale, salvo l'eventuale inserimento di opere di risanamento idrogeologico miranti a migliorare la stabilità dell'area manomessa. In sede di accettazione finale, eventuali abbassamenti di terreno superiori a 10 cm rispetto al piano di campagna dovranno essere ricaricati a cura e spese dell'Appaltatore, che provvederà anche a rimuovere eventuali eccessi di ricarica.

6.8 Terre e rocce da scavo

Sulla base di quanto indicato nella normativa, fermo restando di dimostrare che le terre e rocce da scavo rispettano i requisiti previsti dalla normativa vigente, sarà possibile riutilizzarle:

- in deroga al regime dei rifiuti, nello stesso sito di produzione, ai sensi dell'art. 185 comma 1, lettera c) del Dlgs 152/06 e dell'art. 24 del D.P.R. n.120 del 13 giugno 2017:
 - ai fini dell'attività di costruzione;
 - allo stato naturale.
- come sottoprodotto fuori sito o in successivi processi produttivi, ovvero nello stesso sito qualora sottoposte a normali pratiche industriali, ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera qq) e dell'articolo 184-bis, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e degli artt. da 4 a 22 del D.P.R. n.120 del 13 giugno 2017:
 - per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati o altri utilizzi sul suolo;
 - per ripascimenti e interventi a mare;
 - nei processi produttivi o industriali, in sostituzione dei materiali di cava;
 - per miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali.

Nell'impossibilità di riutilizzo, le terre e rocce da scavo vengono giuridicamente classificate come rifiuti e dovranno essere gestite in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii con le specificità normate dal D.P.R. 120/17.

Per quanto riguarda le attività di cui a tutto il cap. 6, si precisa infine che, salvo diversa previsione contrattuale, gli oneri relativi al conferimento dei materiali di risulta degli scavi, delle perforazioni e delle demolizioni presso le discariche autorizzate o gli impianti di trattamento e recupero saranno remunerati a parte con i prezzi definiti di volta in volta a seguito dell'individuazione della discarica o dell'impianto di trattamento più appropriati in conformità a quanto previsto nel piano di gestione delle terre e rocce da scavo.

Salvo diversa previsione contrattuale, il carico, il trasporto e lo spandimento dei materiali (diversi da quelli "pericolosi" di cui al successivo capoverso) presso le discariche autorizzate è compreso nel prezzo relativo agli scavi e alle demolizioni fino ad una distanza di 50 km dal luogo dello scavo o demolizione o dal luogo in cui il materiale sia stato provvisoriamente depositato nell'apposita area di cantiere; per distanze superiori ai 50 km sarà riconosciuto un prezzo chilometrico sulla base dei prezzi di riferimento richiamati nel contratto. In tal caso il quantitativo da considerare per l'applicazione del prezzo sarà pari alla distanza chilometrica della discarica meno 50 km.

Sono considerati "pericolosi" i materiali che hanno le caratteristiche di cui all'allegato I della parte quarta del D.LGS n. 152 del 03/04/2006 come modificato dall'art. 39, comma 5, del d.lgs. n. 205 del 2010, e successive modifiche ed integrazioni. I materiali aventi le suddette caratteristiche saranno identificati con un codice CER seguito da asterisco, tra quelli di cui all'allegato III ex art. 35 comma 1 sub "m" del D.LGS n. 108 del 19/07/2021 e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto riguarda i materiali "pericolosi" sopra definiti, gli oneri relativi al carico ed al trasporto presso le discariche/impianti di trattamento saranno remunerati a parte con i prezzi definiti di volta in volta in base alle specifiche caratteristiche degli stessi.

7 Calcestruzzi

7.1 Composizione dei calcestruzzi

Tutti i materiali costituenti il calcestruzzo (sabbia, ghiaia, pietrisco, acqua (A), cemento (C) ed eventuali additivi) dovranno avere i requisiti richiesti dalle Norme di Legge vigenti. Particolare cura dovrà essere riservata alla scelta del rapporto A/C. Gli inerti dovranno presentare una granulometria continua, compatibile con le dimensioni della struttura e dell'armatura. La ghiaia e il pietrisco potranno provenire da cave naturali oppure da frantoio, purché idonei per qualità e caratteristiche dei materiali e accuratamente lavati; sarà ammesso invece l'impiego di sabbia proveniente da frantoio solo previa autorizzazione di Terna su richiesta dell'Appaltatore. Il materiale inerte sarà dosato a peso, in base alle percentuali derivanti dalla curva granulometrica prescelta, diviso in

almeno tre classi; in casi particolari potrà essere consentita da Terna, su richiesta dell'Appaltatore, anche la dosatura dei materiali a volume. Gli inerti adoperati per l'impasto dovranno essere accettati da Terna, che si riserva il diritto di eseguire analisi e impasti di prova allo scopo di accertare sia la qualità degli inerti che la loro composizione granulometrica. Terna si riserva in particolare di eseguire controlli granulometrici a mezzo di appositi vagli, nei casi in cui fossero consentiti il dosaggio a volume oppure inerti costituiti di misto naturale "tout-venant". I materiali che, ad insindacabile giudizio di Terna, non risultassero idonei alla confezione del calcestruzzo dovranno essere portati a discarica o comunque allontanati dalla zona di lavoro. Il cemento da impiegare sarà normalmente del tipo 325 o 425 (come da D.M. 03/06/1968 e integrazioni con il D.M. 20/11/1984 e D.M. 13/09/1993), oppure ad alta resistenza, pozzolanico o altro, in base alle esigenze tecniche del manufatto, tenuto conto sia delle condizioni ambientali nelle quali il manufatto stesso verrà a trovarsi, sia dei tempi di utilizzazione degli impasti. Cementi di provenienza e/o caratteristiche diverse non potranno mai essere mescolati. I calcestruzzi in opera dovranno rispondere alle caratteristiche fissate dai documenti di progetto. La resistenza caratteristica " R_{ck} " è quella definita dalle vigenti "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" emanate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT). In casi particolari, e su richiesta dell'Appaltatore, potrà essere autorizzata da Terna l'aggiunta di additivi, ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore, che rimane sempre garante delle caratteristiche prescritte per i calcestruzzi.

7.2 Confezione dei calcestruzzi

Per quanto riguarda la confezione i calcestruzzi sono distinti in due tipi fondamentali: calcestruzzi "preconfezionati" e "calcestruzzi confezionati a piè d'opera". Si definiscono calcestruzzi "preconfezionati" quelli confezionati in una centrale di produzione generalmente installata fuori dal cantiere di utilizzazione e trasportati a piè d'opera allo stato "fresco". Per essi deve essere rispettata la Norma UNI EN 206, salvo quanto qui diversamente precisato. L'impiego di tali calcestruzzi da parte dell'Appaltatore sarà sempre subordinato ad esplicita accettazione di Terna sia per quanto riguarda il tipo di calcestruzzo (curva granulometrica, rapporto A/C e consistenza) sia per quanto riguarda la centrale stessa. Saranno preferite le centrali in possesso del certificato di idoneità tecnica per la produzione e la distribuzione dei calcestruzzi preconfezionati rilasciato dall'ITC = Istituto per le Tecnologie della Costruzione (ex. ICITE - Istituto Italiano del Certificato di Idoneità Tecnica nell'Edilizia) e quelle altre che comunque seguono le direttive dello stesso Istituto. Il calcestruzzo preconfezionato fornito a piè d'opera dovrà essere sempre accompagnato da una bolla di consegna numerata, compilata all'atto di effettuare il carico, contenente i seguenti dati:

- fornitore del calcestruzzo (con indicazione dell'organo che controlla qualitativamente la sua produzione: ITC o altro);
- giorno e ora della fornitura (momento del carico o comunque dell'impasto);
- acquirente e cantiere di destinazione (sostegno e piede precisati a cura dell'Appaltatore);
- quantitativo, classe di resistenza, consistenza e dimensione massima degli aggregati del calcestruzzo; eventuali additivi.

La bolla di consegna dovrà essere sottoscritta da incaricati del produttore e dell'Appaltatore; una copia, con l'annotazione dell'orario di inizio e fine dell'operazione di scarico, dovrà essere sempre tenuta in cantiere a disposizione di Terna. Lo scarico del calcestruzzo dovrà essere ultimato al più tardi 2,5 ore dopo la confezione del calcestruzzo stesso od in un tempo minore se la temperatura ambiente e il tipo di cemento lo richiedono: superato tale limite di tempo, il calcestruzzo potrà essere utilizzato solo se confezionato con additivi ritardanti della presa approvati da Terna. È assolutamente vietato aggiungere acqua al calcestruzzo durante il trasporto o prima dello scarico dall'autobetoniera. Le autobetoniere dovranno mantenere l'impasto in agitazione durante il trasporto e lo scarico; la temperatura del calcestruzzo al momento dello scarico dovrà avere valori compresi tra +5°C e +35°C. In ogni caso l'accettazione della centrale di betonaggio e del tipo di calcestruzzo da parte di Terna non solleva da alcuna responsabilità l'Appaltatore, che sarà sempre e comunque l'unico garante dell'opera eseguita. Previa autorizzazione di Terna, potranno essere "confezionati a piè d'opera" calcestruzzi prodotti direttamente dall'Appaltatore sul luogo di impiego. Per tali calcestruzzi

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento a picchetto di tutti i materiali necessari alla confezione in quantità sufficiente e di qualità corrispondenti alle Norme vigenti.

Terna eseguirà ripetuti controlli sui materiali approvvigionati e si riserva di rifiutarli qualora non rispondenti, a suo giudizio, ai requisiti di legge: in tal caso l'Appaltatore è tenuto a sostituirli con altri idonei. L'impasto dovrà essere eseguito a mezzo di betoniera; solo nel caso in cui esistano obiettive e notevoli difficoltà di accesso, potrà essere autorizzato l'impasto a mano su lamiere pulite mediante un numero opportuno di manipolazioni dell'impasto asciutto e dopo bagnatura.

7.3 Controlli e prove di accettazione

Terna si riserva la facoltà di effettuare controlli e prove sui materiali che l'Appaltatore impiega per la confezione del calcestruzzo nonché sui conglomerati finiti. Dagli impasti in opera saranno prelevati campioni di calcestruzzo per la confezione di almeno quattro provini per ogni sostegno e precisamente per:

- **fondazioni a piedini separati**
 - a. uno per piedino e comunque uno per betoniera quando vengono gettati separatamente,
 - b. uno per betoniera e comunque con un minimo di quattro quando vengono gettati contemporaneamente;
- **fondazioni a blocco unico**: uno per betoniera e comunque con un minimo di quattro;
- **pali trivellati**: si veda punti a. o b.

Il prelevamento dei campioni di calcestruzzo e la preparazione dei provini saranno effettuati con le modalità indicate dalle norme UNI EN 12390-1:2019 e UNI EN 12390-2:2019.

I provini devono essere di forma cubica di dimensioni 15x15 cm e preparati in casseforme facilmente svuotabili come indicato nelle norme UNI EN 12390-2:2019 o in contenitori di polistirolo di rigidità tale da non deformarsi durante la confezione del provino.

Si otterranno così tanti "gruppi" ciascuno formato da un minimo di quattro cubetti, quanti sono i sostegni della linea ed ogni "gruppo" relativo ad un sostegno costituisce un'unità a sé stante. I cubetti dei primi piedini gettati, conservati come prescritto dalle suddette norme UNI, opportunamente marcati con la data di confezionamento, il numero di picchetto e il piedino, saranno raccolti in un unico luogo, a disposizione di Terna, per essere sollecitamente inviati ai laboratori di prova, anche se non completamente stagionati.

L'Appaltatore deve provvedere a sua cura e spese a mettere a disposizione il luogo di raccolta di cui sopra, a raccogliere i gruppi di cubetti scelti e contrassegnati da Terna e a trasportarli ai laboratori di prova.

Sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore tutte le spese per le prove di collaudo; i relativi certificati con l'indicazione del cantiere di provenienza saranno consegnati a Terna.

Gli altri "gruppi", anch'essi marcati come precedentemente indicato, saranno conservati e consegnati a richiesta di Terna che stabilirà i gruppi da provare alle varie scadenze di maturazione, quelli da conservare e quelli da inviare ai laboratori ufficiali di prova; altri provini potranno essere richiesti da Terna per prove da eseguire presso i propri laboratori, in relazione agli accertamenti di qualità che Terna stessa riterrà opportuni.

I gruppi di cubetti verranno suddivisi a caso in tre serie, ciascuna delle quali formata da un terzo dei gruppi confezionati; tutti i gruppi della prima serie saranno sottoposti a prova.

I risultati delle prove verranno valutati in base a quanto stabilito dall'allegato 2 del D.M. 27 luglio 1985 e ss.mm.ii., che definisce accettabili quei risultati che verificano contemporaneamente le due disuguaglianze:

$$\begin{cases} R_m \geq R_{MA} = R_{ck} + 35 & [kg/cm^2] \\ R_1 \geq R_R = R_{ck} - 35 & [kg/cm^2] \end{cases}$$

dove:

- R_{ck} è il valore richiesto dalla “resistenza caratteristica¹” del conglomerato (salvo diversa segnalazione, si designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni);
- R_1 è il minore dei quattro valori di resistenza di ogni gruppo di provini (le resistenze di prelievo saranno ordinate in ordine crescente in modo che $R_1 \leq R_2 \leq R_3 \leq R_4$);
- R_m è la media aritmetica delle quattro resistenze di un gruppo ($R_m = \frac{R_1+R_2+R_3+R_4}{4}$);
- R_{MA} è la resistenza media di accettazione;
- R_R è la resistenza di rifiuto.

Nel prospetto seguente sono riportati i valori della “resistenza di accettazione” R_{MA} e della “resistenza di rifiuto” R_R in funzione della “resistenza caratteristica a compressione a 28 gg. del conglomerato” R_{ck} .

R_{ck} [kg / cm ²]	R_{MA} [kg / cm ²]	R_R [kg / cm ²]
200	235	165
250	285	215
300	335	265

Se per tutti i gruppi della prima serie risultano verificate le condizioni suddette, le fondazioni di tutti i sostegni della linea si intenderanno accettate.

Qualora, per non più del 4% dei gruppi della prima serie, risultassero valori di $R_m < R_{MA}$ ma con $R_1 \geq R_R$ si sottoporranno a prova i gruppi della seconda serie.

Se i valori inaccettabili superassero il suddetto 4% o per qualcuno risultasse $R_1 < R_R$ occorrerà provare tutti i gruppi della seconda e terza serie.

Con lo stesso criterio verranno valutate le successive serie eventualmente provate, tenendo presente che, per quelle fondazioni i cui cubetti dovessero fornire dati non congrui, ma sempre con $R_1 \geq R_R$, si potranno comunque accettare tali fondazioni, procedendo ad una dequalificazione delle opere con relativa decurtazione del 20% del prezzo delle stesse; si dovranno invece demolire quelle fondazioni per le quali risulta $R_1 < R_R$. L'Appaltatore potrà fornire in entrambi i casi la controprova, prelevando, con le modalità prescritte dalle norme UNI EN 12504-1:2009, altrettanti provini (es. carotaggi) dalle fondazioni non accettate.

Qualora sia possibile accertare che il basso valore di R_m è esclusivamente dovuto a uno solo dei componenti del gruppo a causa di un difetto, ben determinabile, nella realizzazione del piedino corrispondente, Terna potrà autorizzare la demolizione e il rifacimento del solo piedino difettoso.

Questa eccezione non si applica alle fondazioni in cui i piedini siano stati gettati contemporaneamente, nelle quali cioè il contenuto delle varie autobetoniere sia stato utilizzato per il getto di più di un piedino.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alla demolizione e ricostruzione delle fondazioni non accettate.

L'Appaltatore non potrà procedere al rinterro delle strutture o al loro utilizzo prima che Terna abbia effettuato il collaudo a vista ed il controllo delle dimensioni. Per il controllo delle fondazioni profonde (pali gettati in opera) Terna potrà richiedere l'esecuzione di carotaggi di diametro adeguato per campionare a varie quote il calcestruzzo. Il carotaggio sarà eseguito lungo la verticale fino ad una profondità pari almeno ai 2/3 dell'altezza totale della struttura. Dovranno essere normalmente impiegate sonde a rotazione idonee a prelevare campioni cilindrici di calcestruzzo di diametro e lunghezza sufficienti per eseguire eventuali prove di compressione secondo le Norme vigenti.

¹ La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza (D.M. 27/07/1985).

7.4 Getti di regolazione del piano di appoggio di fondazione o per sottofondi

Per le riprese dei piani di appoggio di fondazioni, necessarie nei casi di abbassamento o assesto del terreno di cui al par. 6.5 del presente Capitolato Tecnico e, in generale, per l'esecuzione di sottofondi, saranno utilizzati getti in calcestruzzo di resistenza caratteristica non inferiore a 10 N/mm² e aventi uno spessore minimo di 10 cm sul piano di fondazione.

7.4.1 Posa in opera dei calcestruzzi per fondazioni di sostegni

I getti di calcestruzzo dovranno tassativamente rispettare le dimensioni prescritte dai progetti. Prima di iniziare le operazioni di getto verrà controllato accuratamente che:

- le casseforme siano state correttamente dimensionate e messe in opera e che esse siano sufficientemente rigide da non dar luogo ad apprezzabili deformazioni, tenuto conto delle sollecitazioni impresse dai vibratorii;
- i ferri di armatura siano posizionati secondo quanto previsto nei disegni costruttivi;
- per i getti da eseguire in terreni interessati da falda acquifera o da infiltrazioni casuali di acqua si sia provveduto in tempo all'aggettamento, in modo che al momento del getto lo scavo risulti completamente asciutto e rimanga tale per almeno 6 ore dopo l'ultimazione del getto (solo in casi di forza maggiore, riconosciuti da Terna, potranno essere eseguiti getti in presenza di acqua con particolari tecniche ed attrezzature atte a impedire il dilavamento del calcestruzzo).

In presenza di membrature metalliche o tirafondi annegati nel calcestruzzo, il getto dovrà essere eseguito con la massima cura al fine di evitare spostamenti di tali elementi. Il calcestruzzo dovrà essere accuratamente distribuito dentro i casseri a strati di spessore non superiore a 30 cm. Dovrà inoltre essere posta ogni cura per evitare la separazione dei componenti; pertanto, è tassativamente vietato lo scarico a caduta libera del calcestruzzo. È consentito anche il getto a mezzo di pompe, purché il calcestruzzo mantenga la resistenza caratteristica richiesta. L'eventuale ricorso all'utilizzo di pompe per il getto del calcestruzzo deve essere subordinato alla preventiva valutazione di tutti i rischi interferenziali e all'autorizzazione del CSE/RPE. Ogni strato di calcestruzzo dovrà essere uniformemente vibrato a mezzo di vibratorii a immersione riconosciuti idonei da Terna, in modo da espellere tutta l'aria e assicurare il completo riempimento dei vuoti. Allo scopo di non disturbare con vibrazioni la presa dello strato sottostante è necessario che ogni strato successivo venga gettato e vibrato entro 1,5 ore al massimo dal getto precedente. Tale tempo potrà essere superato, su esplicita autorizzazione di Terna, solo se il tipo di cemento, la dosatura, gli additivi e le condizioni climatiche lo consentono.

Qualora dovessero verificarsi interruzioni superiori al limite indicato, sempre che Terna non ritenga di dover richiedere la demolizione del manufatto già eseguito, potrà essere ammessa la "ripresa del getto" se prevista nelle specifiche di progettazione ed a condizione che la superficie di ripresa venga pulita con aria ed acqua a pressione e, se del caso, sabbiata o scalpellata. Prima della ripresa del getto, sulla superficie del getto preesistente dovrà essere steso uno strato di 2 cm di malta cementizia dosata ad almeno 500 kg di cemento o di prodotti speciali di caratteristiche approvate da Terna. All'atto della posa in opera la temperatura del calcestruzzo deve, di norma, essere compresa tra 5 °C e 35 °C. Durante la maturazione i getti dovranno essere tenuti nello stato di umidità necessario per il corretto indurimento. I getti eseguiti con cemento di classe 325 non potranno essere disarmati prima di 72 ore dal completamento; quelli effettuati con cemento di classe 425 non prima di 36 ore; tali tempi dovranno essere convenientemente aumentati con temperatura ambiente inferiore a +5°C e per particolari strutture.

Eseguito il disarmo, qualora le superfici presentassero sbavature o vespai, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alle riparazioni con malta cementizia previa scalpellatura e rattivatura.

7.4.2 Calcestruzzo per opere murarie accessorie

Le murature in calcestruzzo e in c.a. atte a garantire la stabilità del terreno sia in prossimità sia a distanza dall'area interessata dai sostegni, qualora non diversamente definito negli eventuali documenti progettuali di commessa, dovranno essere comunque eseguite con interposizione di vespaio tra muro e terreno e con feritoie in numero adeguato alla necessità di smaltimento delle

acque. Lo spessore del vespaio non dovrà essere inferiore a 30 cm. Inoltre, ogni 15 m circa di sviluppo in pianta dovranno essere realizzati giunti per assorbire dilatazioni e assestamenti. I piani di imposta dovranno essere sempre orizzontali e ricavati su terreno non smosso, salvo casi particolari che saranno di volta in volta tempestivamente segnalati dall'Appaltatore a Terna.

7.4.3 Posa in opera a temperatura ambiente minore di 0 °C

È vietata la posa in opera del calcestruzzo con temperatura ambiente minore di 0°C. È facoltà di Terna richiedere, in accordo con il Direttore dei Lavori, getti anche con temperature minori di 0° C, purché vengano adottati opportuni accorgimenti, quali il riscaldamento dell'acqua e degli inerti o l'aggiunta di idonei additivi, oltre alla coibentazione dei getti. La posa in opera in questi casi verrà eseguita proteggendo i getti dal freddo con materiali coibenti (fogli/lastre polimerici e simili) e mantenendo la protezione per tutto il tempo necessario durante la maturazione del calcestruzzo.

7.5 Ferro di armatura per calcestruzzi

7.5.1 Fornitura, lavorazione e posa in opera

L'armatura per i cementi armati sarà costituita da acciaio in barre e dovrà rispondere a quanto prescritto dai disegni di progetto e dalle Norme di legge vigenti. Barre di acciaio saranno utilizzate anche per i tiranti delle fondazioni ad "ancoraggio in roccia" di cui al par. 7.8.4 del presente Capitolato Tecnico. L'Appaltatore dovrà consegnare a Terna i certificati di prova, rilasciati dagli appositi Laboratori Ufficiali, contenenti le caratteristiche meccaniche delle barre approvvigionate. Terna in ogni caso si riserva la facoltà di prelevare i campioni necessari per ulteriori prove. Le giunzioni in zona tesa dovranno essere eseguite secondo quanto prescritto dalle Norme vigenti. Le barre da porre in opera non dovranno presentare intaccature profonde dovute a ruggine o ad altre cause e non dovranno essere ricoperte da calamina o altre sostanze che possono ridurre l'aderenza al calcestruzzo. Al riguardo le barre per i tiranti delle fondazioni ad ancoraggio in roccia saranno particolarmente selezionate. Le gabbie dovranno essere vincolate con opportuni accorgimenti per garantire il mantenimento della loro esatta posizione durante il getto e la vibratura, nel rispetto del copriferro e dell'intraferro stabiliti dal progetto. Sono vietati saldature e punti di saldatura elettrica sulle barre dell'armatura portante.

Nel caso delle gabbie destinate a pali di fondazione gettati in opera, queste ultime generalmente di tipo saldato, dovranno essere opportunamente irrigidite, con anelli o altro, per evitare la loro deformazione durante le operazioni di posa e dovranno essere munite di appositi distanziatori per assicurare la centratura nel foro trivellato.

7.5.2 Trattamenti protettivi dei tiranti per fondazioni in roccia

Terna si riserva di richiedere speciali trattamenti protettivi dei tiranti per fondazioni ad ancoraggio in roccia.

7.6 Murature e gabbionate

7.6.1 Generalità

Per la sistemazione definitiva dell'area manomessa per la realizzazione della fondazione del sostegno, o comunque interessata dai lavori, possono essere richieste opere accessorie atte a garantire la stabilità dei terreni, quali drenaggi, murature con malta, gabbionate, e murature a secco, oltre alle murature in c.a. o calcestruzzo, di cui al precedente par. 7.4.2 del presente Capitolato Tecnico, e le viminate di cui al successivo par. 7.6.4 del presente Capitolato Tecnico. Dette opere vengono normalmente realizzate in prossimità del sostegno. Terna potrà comunque anche richiederne la realizzazione all'esterno dell'area del sostegno, allo scopo di proteggere il sostegno stesso da caduta di sassi, scivolamento di slavine o di valanghe di neve, piene fluviali. La loro ubicazione potrà cadere, in questo caso, anche a distanze rilevanti dal sostegno da proteggere.

7.6.2 Drenaggi

Qualora non diversamente definito negli eventuali documenti progettuali di commessa, i drenaggi sono costituiti usualmente da scavi riempiti di pietrame a secco o ciottoli previo rivestimento dello scavo a mezzo di tessuto-non-tessuto od altri materiali di rivestimento permeabili; il fondo dello scavo dovrà essere canalizzato mediante posa di mezzi-tubi, canalette o di altri manufatti equivalenti per la raccolta e lo scarico delle acque di scolo.

7.6.3 Murature di pietrame con malta, murature a secco e gabbionate

I piani di imposta dovranno essere sempre orizzontali e ricavati su terreno non smosso, salvo casi particolari che saranno volta a volta tempestivamente segnalati dall'Appaltatore a Terna.

Le murature di pietrame con malta dovranno essere eseguite con interposizione di vespaio tra muro e terreno e con feritoie in numero adeguato per lo smaltimento delle acque. Lo spessore del vespaio non dovrà essere inferiore a 30 cm. Dovranno inoltre essere impiegate pietre non gelive delle massime dimensioni possibili compatibili con lo spessore delle murature, disposte con la "faccia vista", sulla quale dovrà essere eseguita la stilatura delle connesure.

Pietre da costruzione non gelive dovranno essere usate anche per le murature a secco.

Le gabbionate saranno formate da gabbioni metallici a scatola, con maglia a doppia torsione di 8 x 10 cm di filo di acciaio di 2,7 mm di diametro, zincati a caldo, che devono rispondere ai requisiti della Linea Guida approvata dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP con parere n. 69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013 e che dovranno essere riempiti con pietrame non gelivo o ciottoli sistemati a mano in modo da ottenere la minore quantità di vuoti.

Quanto sopra indicato potrà essere modificato e/o integrato negli eventuali documenti progettuali di commessa.

7.6.4 Vimate

Salvo diverse prescrizioni impartite dagli Enti ambientali preposti e/o da eventuali documenti progettuali di commessa, le vimate, aventi lo scopo di contenere i terreni superficiali in pendio, saranno eseguite con paletti di legno di diametro medio di 6 cm e lunghezza non minore di 0,75 m, infissi nel terreno per 0,60 m ad interasse di 0,50 m, tra i quali sarà formato l'intreccio di ramaglie, di diametro medio di 2 cm e lunghezza massima possibile, per un'altezza di 25 cm, dei quali 10 cm entro terra.

7.7 Pali di fondazione

7.7.1 Generalità

In funzione dei progetti delle singole fondazioni forniti da Terna prima dell'inizio dei lavori è previsto l'impiego dei seguenti tipi di pali:

- pali prefabbricati e infissi in c.a.;
- pali trivellati;
- micropali.

7.7.2 Pali prefabbricati e infissi in c.a.

Possono essere in c.a. normale o precompresso, di forma cilindrica o tronco-conica, a sezione trasversale piena od anulare (nel qual caso devono essere realizzati per centrifugazione). I pali devono essere corredati da opportuna documentazione fornita dal produttore, comprovante l'idoneità degli stessi all'uso a cui sono destinati. L'Appaltatore sarà, comunque, responsabile della rispondenza dei pali prefabbricati ai dati di progetto. Si dovranno usare pali aventi un diametro alla punta compreso tra 200 e 250 mm; l'estremità inferiore dei pali dovrà essere protetta da piastra o puntazza metallica robustamente ancorata al calcestruzzo. L'infissione dei pali potrà essere richiesta con asse verticale o inclinato. I pali andranno infissi nel terreno fino al prescritto rifiuto mediante idonei battipali o vibratori. Le teste dei pali, durante l'infissione, dovranno essere protette mediante cuffie imbottite, per evitare qualsiasi deterioramento. Qualora si presentassero infissioni difficoltose o con rifiuti eterogenei, l'Appaltatore dovrà sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente

Terna. L'Appaltatore dovrà presentare a Terna i "rifiuti" rilevati negli ultimi cinque metri di infissione nei pali. Qualora, ad infissione completa di un palo non sia stato raggiunto il rifiuto prescritto, Terna deciderà i provvedimenti da adottare, senza oneri per l'Appaltatore solo quando sia esclusa ogni sua inadempienza. I pali infissi per ogni singolo piedino saranno quindi collegati fra loro da una struttura in cemento armato, che costituirà la fondazione del piedino. I pali dovranno avere una maggior lunghezza, al di sopra del piano di imposta previsto a progetto per la fondazione; tale tratto deve essere demolito, prima della costruzione della fondazione, senza danneggiare i ferri d'armatura, che dovranno essere aperti a raggiera.

Pali prefabbricati ed infissi in c.a. potranno essere impiegati anche al fine di costituire palificate di costipamento in presenza di terreni incoerenti per i quali risulti necessario migliorare la portata a compressione secondo quanto indicato al par. 6.5 del presente Capitolato Tecnico. Terna preciserà le caratteristiche geometriche e strutturali dei pali nonché il loro numero e la loro profondità di infissione in base ai dati che saranno rilevati durante la battitura.

7.7.3 Pali trivellati

Il tracciamento degli assi dei pali dovrà essere eseguito sulla scorta dei disegni di progetto sui quali saranno indicati eventuali disassamenti massimi accettabili. La trivellazione potrà essere eseguita a percussione o a rotazione. I materiali di risulta della trivellazione dovranno essere sistemati convenientemente in loco od allontanati a discarica, secondo quanto previsto per il terreno di scavo eccedente al par. 6.7 del presente Capitolato Tecnico. Qualora durante la trivellazione il foro venga stabilizzato con impiego di "tubo forma", la quota di fondo foro non dovrà mai essere inferiore alla quota di affondamento del tubo, allo scopo di evitare rilasci del terreno. Qualora invece la stabilizzazione venga ottenuta con circolazione di fanghi polimerici o bentonitici, questi dovranno avere peso specifico sufficiente a sostenere le pareti del foro. I fanghi bentonitici dovranno avere peso di 1,06 - 1,07 t/m³ e il loro utilizzo dovrà essere limitato, ove consentito, a casi particolari laddove l'impiego dei fanghi polimerici non fosse efficace, adottando le precauzioni necessarie ad evitare lo spargimento dei materiali nell'ambiente circostante; è da intendersi obbligatorio l'impianto di recupero dei fanghi, qualsiasi sia la natura dell'area interessata. Per l'attraversamento di trovanti o strati di roccia dura potranno essere impiegati, a seconda dei casi, lo "scalpello" o la "corona diamantata".

Qualora si verificassero turbamenti al fondo o alle pareti del foro, l'Appaltatore dovrà avvertire tempestivamente Terna. A trivellazione ultimata, previa pulizia accurata del fondo, verrà introdotta la gabbia di armatura predisposta come stabilito al par. 7.5.1 del presente Capitolato Tecnico. Nei terreni nei quali possano verificarsi sifonamenti Terna e/o il Direttore dei Lavori potrà prescrivere l'impiego di una controcamicia in lamierino di spessore 3 mm. Eventuali soluzioni di tipo alternativo saranno valutate caso per caso. Lo spazio tra il terreno e l'eventuale controcamicia nell'ambito dei primi cinque metri dal piano di campagna dovrà essere successivamente riempito di materiale inerte e costipato. A posa della gabbia ultimata, il getto del calcestruzzo dovrà essere eseguito immediatamente e senza soluzione di continuità, iniziando dal fondo del foro, mediante un "tubo convogliatore" metallico, la cui estremità inferiore dovrà restare sempre immersa nel calcestruzzo per almeno un metro onde garantire la continuità del getto stesso. Qualora nel foro sia stato disposto un "tubo-forma" provvisorio per la stabilizzazione delle pareti, durante il getto si dovranno sollevare gradualmente sia il "tubo-forma" che "il tubo convogliatore" prima che inizi la presa del calcestruzzo. Dovrà essere rilevato, per ogni palo trivellato, l'assorbimento effettivo di calcestruzzo e confrontato con l'assorbimento teorico, che sarà sottoposto tempestivamente a Terna. I getti dovranno essere eseguiti con continuità, evitando nel modo più assoluto interruzioni di durata superiore ai tempi di presa dell'impasto; è ammesso l'eventuale impiego di ritardanti, di tipo da concordare. Il getto dovrà essere proseguito di almeno mezzo metro al di sopra del piano di imposta della fondazione soprastante. Tale maggior tratto dovrà essere demolito prima della costruzione della fondazione, senza danneggiare i ferri di armatura, che dovranno essere sagomati come richiesto dal progetto. Terna potrà prescrivere la messa in opera di adeguata cassetta cilindrica o troncoconica, come da progetto, per consentire il completamento del getto di fondazione a "base" montata.

Prove di integrità sui pali trivellati

Il comportamento di un palo di fondazione (trivellato o di tipologia simile) è condizionato in maniera determinante dalla tecnologia esecutiva dello stesso in relazione alla natura ed alle caratteristiche dei terreni attraversati. Inoltre, la risposta in portata di un palo è in gran parte influenzata da aspetti esecutivi, spesso non controllabili in fase di progetto. Da ciò ne deriva la necessità di controllare l'integrità del palo, con osservazioni sperimentali relative alle specifiche condizioni in esame mediante prove e controlli.

I controlli sono quanto mai necessari in tutti quei casi in cui, dalle risultanze geologiche e progettuali specifiche, la progettazione è direttamente e sensibilmente influenzata dalla qualità realizzativa dei pali e quindi dalle modalità di esecuzione e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione. In questi casi sarà quanto mai necessario effettuare delle verifiche di integrità dei pali con prove di comprovata validità. Tali prove si caratterizzano per essere non distruttive o "dinamiche" e possono essere di vario tipo.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 par. 6.4.3.6. i controlli d'integrità dei pali devono essere eseguiti in tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Il controllo dell'integrità deve essere effettuato con prove dirette (es. prove ecometriche) o indirette (es. cross-hole).

Le prove "non distruttive" atte a garantire l'integrità dei pali trivellati sono essenzialmente le seguenti.

- **Prova Ecometrica a riflessione.**

La prova ecometrica è un'indagine che si basa sull'analisi della propagazione di un'onda elastica nel palo al fine di determinare la presenza di riflessioni anomale dovute a variazioni di geometria, inclusioni terrose o parti di calcestruzzo di qualità scadente. Queste variazioni delle caratteristiche fisiche, meccaniche e geometriche comportano una variazione dell'impedenza meccanica con conseguente parziale riflessione delle onde elastiche.

La prova si esegue applicando sulla sommità dell'elemento un accelerometro e nel sollecitare la testa del palo con un martello di nylon, per generare un'onda di compressione la cui velocità è legata alla qualità del calcestruzzo.

L'onda, giunta alla base del palo, viene parzialmente riflessa verso l'alto (riflesso di base), registrata dall'accelerometro amplificato ed inviata quindi alla centralina dove viene elaborata in forma di segnale nel dominio tempo.

- **Tecnica del Cross-Hole Ultrasonico.**

La tecnica di indagine del Cross-Hole consiste nell'effettuare misure soniche tra due sonde (una trasmittente e una ricevente) che scorrono all'interno di fori che si sviluppano per tutta la lunghezza del palo.

Con tale metodologia si ottengono informazioni riguardanti le caratteristiche del getto di calcestruzzo; in particolare si rileva la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, ecc. Tali anomalie sono evidenziate da un aumento del tempo di ritardo tra l'impulso trasmesso e il segnale ricevuto rispetto a quello registrato in condizioni di integrità del materiale.

La restituzione dei dati è rappresentata da un diagramma che mette in relazione il tempo di ritardo registrato in funzione della posizione della sonda alle varie profondità del palo.

Per quanto sopra e considerate le caratteristiche progettuali delle fondazioni su pali trivellati degli elettrodotti, sarà a cura ed onere dell'appaltatore garantire l'integrità dei pali trivellati realizzati mediante una prova ecometrica a riflessione da eseguire su tutti i pali trivellati di ciascun sostegno.

Con congruo anticipo al fine di non pregiudicare il programma dei lavori, a discrezione del Direttore dei Lavori, potranno essere richieste su determinati pali trivellati prove di tipo Cross-Hole Ultrasonico remunerate come indicato nella Parte 2: Norme di valutazione.

7.7.4 Micropali

Sono pali trivellati di piccolo diametro (10-30 cm) armati per tutta la loro lunghezza. Possono essere realizzati con varie tecnologie, o inserendo nel foro l'armatura costituita da una o più barre ad

aderenza migliorata ed eseguendo poi il getto in pressione con malta cementizia dosata a 600 kg/m^3 di cemento tipo 425 (micropali tipo "Radice"), oppure inserendo nel foro l'armatura costituita da un tubo di acciaio valvolato ed iniettando sempre in pressione, attraverso le valvole, una miscela cementizia costituita, di norma, da cemento tipo 425, acqua e fluidificante (micropali tipo IGU/IRS). Sarà cura dell'Appaltatore registrare e rendere disponibili al Committente, secondo l'evoluzione dei lavori, le pressioni di iniezione con indicazione del tempo, della quantità d'iniezione e della pressione di scoppio di ciascuna valvola.

Il getto non in pressione può essere ammesso solo se espressamente previsto nelle specifiche di progettazione.

I micropali potranno avere asse verticale o inclinato; su di essi potranno essere effettuate delle prove di carico preliminari per verificarne il dimensionamento.

7.8 Fondazioni dirette per i sostegni

7.8.1 Esecuzione di fondazioni in calcestruzzo semplice o armato

Il getto delle strutture dovrà essere iniziato solo dopo autorizzazione di Terna. L'Appaltatore dovrà preventivamente disporre uno strato di sottofondo in calcestruzzo con le caratteristiche indicate in progetto e secondo le modalità di cui al par. 7.4 del presente Capitolato Tecnico. Le fondazioni, generalmente a piedini separati, potranno essere a pilastro o a cestello e saranno generalmente sormontate dalla "base" del sostegno. Prima, durante e dopo i getti dovranno essere mantenuti sotto controllo la livellazione e il posizionamento del tronco di base (si veda anche par. 8.3 del presente Capitolato Tecnico).

7.8.2 Impiego di dime nella posa in opera di monconi o tirafondi

Per esigenze particolari (massimo sfruttamento delle opportunità climatiche, momentanea indisponibilità della carpenteria della "base" ecc.) potranno essere inglobati nei getti solo i monconi di fondazione o opportuni tirafondi. In tal caso il corretto posizionamento e l'inclinazione prescritta per i monconi o i tirafondi dovranno essere assicurati mediante l'impiego di dime messe a disposizione da Terna. Solo in casi eccezionali, laddove non è possibile l'impiego della dima, sarà ammesso il controllo strumentale previa autorizzazione di Terna. L'inclinazione o il posizionamento dei monconi o tirafondi dovranno essere costantemente controllati prima durante e dopo l'esecuzione dei getti.

7.8.3 Esecuzione di fondazioni a griglia metallica

Il piano di appoggio per tali fondazioni sarà costituito da un manto di sabbione e ghiaietto come precisato al precedente par. 6.5.2 del presente Capitolato Tecnico. Su tale manto si procederà al montaggio della base con tassativa esclusione, durante la fase di livellazione, dell'impiego di blocchetti o altri mezzi ausiliari di appoggio che possano provocare concentrazione di sforzi. A base montata e livellata gli elementi orizzontali delle griglie dovranno essere uniformemente a contatto col manto di fondazione e allineati sui bordi secondo i disegni. In sostituzione del manto di sabbione e ghiaietto sopraccitato Terna e/o il Direttore dei Lavori potranno richiedere, a loro giudizio, di annegare la griglia metallica di fondazione in uno strato di calcestruzzo del tipo e dello spessore che sarà precisato di volta in volta.

7.8.4 Esecuzione di tiranti per fondazioni ad ancoraggio in roccia

Questo tipo di fondazione è costituito da piedini di calcestruzzo armato ancorati a strati rocciosi mediante tiranti in acciaio ivi sigillati; esso può essere impiegato per uno o più piedini di fondazione dello stesso sostegno. I tiranti potranno essere semplici o composti, costituiti da una o più barre in acciaio ad aderenza migliorata. I fori nella roccia dovranno essere di diametro sufficiente ad assicurare il ricoprimento delle barre in acciaio; essi saranno eseguiti con i sistemi e le apparecchiature ritenute più idonee dall'Appaltatore e con l'ausilio, ove necessario, di dime per un più corretto posizionamento dei fori. Qualora durante l'esecuzione dei fori l'Appaltatore riscontrasse anomalie o comunque caratteristiche della roccia non corrispondenti alle previsioni iniziali, sarà tenuto a darne immediato avviso a Terna. I fori dovranno essere accuratamente ripuliti da polvere e detriti a mezzo lavaggio con acqua e successivo spurgo con aria compressa e rimanere tappati fino

al momento della posa e sigillatura dei tiranti. Quest'ultima dovrà essere eseguita mediante l'impiego di malte preconfezionate, ad espansività controllata, di granulometria adeguata e idonee a garantire le resistenze a trazione richieste da Terna. L'impiego di materiali speciali dovrà essere espressamente autorizzato da Terna. Le iniezioni di sigillatura dovranno essere proseguite fino a rifiuto per ogni foro. La stagionatura delle malte speciali dovrà avere un tempo minimo di 24 ore prima di procedere alle successive lavorazioni. Sarà facoltà di Terna, tramite la Direzione Lavori richiedere all'Appaltatore prove di trazione sui singoli tiranti a stagionatura avvenuta a titolo di collaudo, con attrezzature e modalità da definirsi di volta in volta. Nel tratto superiore dei tiranti, ove indicato dai disegni di progetto, dovrà essere impedito il contatto con la roccia, al fine di evitare sollecitazioni sugli strati superficiali.

8 Montaggio della carpenteria metallica dei sostegni

8.1 Generalità e trasporto a piè d'opera

L'Appaltatore provvederà alla composizione delle parti fondamentali dei sostegni (basi e parti superiori) e procederà al loro trasporto a piè d'opera ponendo la massima cura per evitare ogni deformazione delle aste o abrasione alla zincatura. La sistemazione del materiale a piè d'opera dovrà avvenire in modo da garantire una corretta conservazione, su aree appositamente predisposte, ed evitando qualunque contatto diretto con il terreno.

8.2 Prescrizioni tecniche generali di montaggio

Il montaggio della carpenteria metallica dei sostegni sarà di norma effettuato in due tempi successivi: basi e parti superiori. Il montaggio di ciascun elemento dovrà essere eseguito in conformità ai disegni costruttivi forniti da Terna e con le modalità accettate da Terna. Sarà vietato l'impiego di spine per l'allargamento di fori, nonché di tenditori od altri mezzi che possano provocare sollecitazioni anomale o danneggiamenti alle membrature dei sostegni. Nel caso che il montaggio di qualche elemento si rivelasse difficoltoso per difetto di lavorazione od altro, l'Appaltatore dovrà informarne tempestivamente Terna, e se necessario sospendere il montaggio. Terna si riserva comunque di provvedere alla sostituzione o alla riparazione degli elementi difettosi o che presentassero deformazioni o danneggiamenti comunque causati. I difetti nelle membrature eventualmente riscontrati dall'Appaltatore durante il montaggio dovranno essere:

- segnalati quanto prima a Terna per la verifica della compatibilità dei difetti con il calcolo della struttura;
- sistemati dall'Appaltatore, limitatamente ad alesature e/o esecuzione di fori mancanti, smussature ecc. (in ogni caso da proteggere mediante l'utilizzo di vernice a base di zinco), dietro autorizzazione di Terna.

Durante il montaggio l'Appaltatore dovrà controllare che i bulloni siano del tipo, diametro e lunghezza prescritti e muniti delle rondelle o spessori previsti, informando tempestivamente Terna qualora il gambo non fuoriesca dal dado di almeno tre filetti. Nel caso di premontaggio di strutture a terra queste dovranno appoggiare su elementi ben livellati per evitare sollecitazioni anomale; per il successivo sollevamento dovranno essere scelti punti di attacco idonei e dovranno essere impiegate attrezzature che evitino abrasioni o deformazioni delle strutture.

8.3 Montaggio della base

Il montaggio della base comprende in genere il montaggio delle parti metalliche collegate alle strutture di fondazione, denominate "piedi", ed il montaggio della "base" propriamente detta, cioè delle parti metalliche di raccordo tra i "piedi" ed il primo tronco delle parti superiori. A montaggio ultimato e prima di iniziare le operazioni di getto, l'Appaltatore dovrà controllare attentamente la geometria della struttura, l'allineamento del centro sostegno con gli altri picchetti di tracciato, l'orientamento e la livellazione. Verrà accettata una tolleranza di $\pm 0,13\%$ con un massimo di 3 cm per le dimensioni in pianta (lato e diagonali) e di +0,5 cm per la livellazione. Tali controlli dovranno essere ripetuti anche durante il getto.

In casi eccezionali, come detto nel par. 7.8.2 del presente Capitolato Tecnico, l'Appaltatore potrà procedere al getto delle fondazioni limitando la posa in opera della carpenteria ai soli monconi o a tirafondi ed impiegando in tal caso apposite dime. Nel caso di fondazioni a griglia metallica e comunque in tutti i casi in cui gli elementi di carpenteria vengano a diretto contatto con il terreno, essi dovranno essere protetti da catramatura a forte spessore od altro rivestimento equivalente, fino a 50 cm sopra il piano di campagna.

8.4 Montaggio della parte superiore

Il montaggio della parte superiore dei sostegni potrà essere iniziato di norma solo dopo almeno 14 (quattordici) giorni di stagionatura del calcestruzzo delle fondazioni a rinterro avvenuto salvo diverse disposizioni da parte di Terna/DL. A sostegno ultimato si provvederà al montaggio delle parti accessorie (targhe monitorie, parasalite, ecc.) ed al ritocco, con vernici zincanti approvate da Terna, delle abrasioni o graffiature eventualmente verificatesi durante il trasporto e/o il montaggio della carpenteria. Nel caso di collegamento alla fondazione con tirafondi, dopo il montaggio del sostegno le piastre saldate all'estremità dei montanti dovranno essere sigillate alla fondazione con l'interposizione di un adeguato strato di malta idonea, previa preparazione (scalpellatura e pulizia) della superficie interessata.

8.5 Revisione del sostegno montato

Subito dopo il completamento del montaggio, l'Appaltatore dovrà procedere al serraggio dei bulloni alla coppia di progetto, alla loro bulinatura su tre punti disposti all'incirca a 120° e tali da interessare la filettatura del dado e del bullone, e al ricoprimento con vernice zincante della zona bulinata; dovrà altresì controllare con particolare accuratezza tutti i punti di attacco dell'armamento e gli "attacchi di servizio" dei sostegni.

Completata la revisione, l'Appaltatore dovrà rilasciare a Terna una dichiarazione scritta da cui risulti che tutti i sostegni sono stati montati, che sono stati singolarmente controllati, che sono stati in particolare controllati tutti i punti di attacco riscontrandoli conformi al progetto, che i sostegni risultano completi in tutte le loro parti e quindi sono "tesabili". Terna si riserva di effettuare la verifica delle strutture montate, anche in contraddittorio con l'Appaltatore, che dovrà correggere le eventuali difformità riscontrate.

8.6 Montaggio degli impianti di terra

La posa in opera degli impianti di messa a terra, costituiti dai collegamenti di terra e relativi dispersori, formerà parte integrante del montaggio della carpenteria dei sostegni. Gli impianti di terra saranno in genere costituiti da più piattine superficiali o da anelli in piattine di acciaio e micropali incamiciati, collegati tra loro ed ai montanti dei sostegni a traliccio/base dei sostegni tubolari, opportunamente sistemati nel terreno secondo le modalità e per le lunghezze prescritte dai progetti; in casi particolari tali impianti potranno essere realizzati mediante schemi particolari più complessi con impiego di corde di rame, puntazze in acciaio ecc. Le giunzioni tra i vari componenti dovranno essere sempre realizzate con bulloni stretti a fondo dopo un'accurata pulizia delle superfici di contatto.

Allo stesso modo dovrà essere garantita la continuità galvanica delle armature delle fondazioni (comprese ed in particolare quelle dei pali trivellati e micropali eventualmente presenti nelle fondazioni) e la connessione galvanica delle armature stesse con i monconi (nel caso di sostegni a traliccio) o con i tirafondi/tronchi di fondazione (nel caso di sostegni tubolari). La continuità galvanica sarà realizzata in accordo alle norme tecniche di riferimento.

9 Tesatura

9.1 Generalità

Fermi restando i criteri di applicazione delle voci di prezzo delle singole attività di cui alla Parte 2: norme di valutazione, con il termine tesatura si intende il complesso di operazioni aventi per oggetto la movimentazione in genere delle corde, sia nel caso di una nuova costruzione che di sostituzione

di corde esistenti. In particolare, essa comprende: lo stendimento delle corde (tramite fune pilota o l'uso della corda esistente come traente), la loro regolazione (comprensiva dell'esecuzione degli amari), la morsettatura, il montaggio sui sostegni dell'armamento (isolatori e morsetteria) e il montaggio degli eventuali accessori.

Le morse di amarro di conduttori con anima di fili di acciaio zincato inclinate verso l'alto (morse rovesce) dovranno essere eseguite dopo ingrassatura dell'anima dei conduttori utilizzando grasso ad elevato punto di goccia della tipologia 20A180 o superiore, definita nella Norma CEI EN 50326:2003 (non dovranno essere utilizzati altri prodotti non idonei, ad esempio paste con aghi di zinco). L'ingrassatura è prevista anche per i giunti in forte pendenza (zone di montagna).

I lavori di tesatura dovranno essere eseguiti in conformità al progetto e alle particolari prescrizioni impartite da Terna. Le attrezzature che l'Appaltatore intende impiegare per l'esecuzione dei lavori di tesatura dovranno essere approvate da Terna, agli effetti delle conseguenze che esse possono avere sull'integrità del conduttore. Le tabelle di tesatura contenenti i dati di posa dei conduttori in carrucola ed in morsetto saranno fornite da Terna prima dell'inizio dei lavori di ogni tratta. Le operazioni di tesatura potranno essere iniziate solo dopo la completa maturazione dei getti delle fondazioni dei sostegni: 28 gg per i getti di calcestruzzo confezionato con cemento 325 o 425, 10 gg per quelli con cemento ad alta resistenza. Ai fini tecnici le operazioni di tesatura possono essere distinte come segue:

- controlli preliminari, lavori preparatori, armamenti
- preparazione degli attraversamenti
- stendimento
- regolazione, morsettatura, montaggio accessori
- revisione e controrevisione
- lavori particolari.

9.2 Controlli preliminari, lavori preparatori, armamenti

Prima di iniziare i lavori di tesatura, l'Appaltatore dovrà:

- accertare l'avvenuta revisione dei nuovi sostegni (vedi par. 8.5);
- accertare che siano adottate e/o completate tutte le misure previste nel DUVRI/PSC attinenti a tale fase di avvio attività;
- segnalare eventuali ulteriori anomalie/incongruenze rilevate e non contemplate nei documenti sopraccitati;
- rilevare e controllare i punti singolari del profilo e gli attraversamenti.

Inoltre, è tenuto a fornire tempestivamente a Terna i dati geometrici necessari per la determinazione degli angoli di tangenza o per l'applicazione di altri criteri di misura adottati da Terna per la regolazione delle campate non traguadabili. I dati suddetti dovranno essere rilevati con la massima precisione a sostegni già montati e riportati su apposita modulistica, che dovrà essere preliminarmente concordata con Terna stessa. Il montaggio ed il sollevamento delle catene di isolatori, che saranno portati a picchetto senza toglierli dall'imballo e riuniti in catena a piè d'opera, devono avvenire in modo da evitare che gli elementi siano sollecitati a flessione anche solo dal peso proprio della catena e dovrà essere preceduto da un'accurata pulizia degli elementi isolanti. Nel caso di installazione degli isolatori tramite elicottero, il piè d'opera deve considerarsi la piazzola di carico dell'elicottero. L'Appaltatore effettuerà il montaggio delle carrucole per lo stendimento dei conduttori tenendo conto che il loro diametro non dovrà essere inferiore a 25 volte il diametro del conduttore. La gola della carrucola dovrà essere rivestita e dovrà avere una larghezza superiore al doppio del diametro del conduttore; per conduttori di grosso diametro (oltre 50 mm) detta larghezza dovrà essere superiore a 1,5 volte il diametro. L'Appaltatore dovrà verificare la scorrevolezza delle carrucole, nonché l'integrità delle gole e del loro rivestimento, al fine di evitare abrasioni sui conduttori.

Inoltre, con congruo anticipo e propedeuticamente all'avvio delle attività di cantiere, l'Appaltatore dovrà, con riferimento all'elettrodotto oggetto di intervento, eseguire gli opportuni sopralluoghi preliminari nonché valutare la Documentazione Tecnica resa disponibile dal Committente al fine di

anticipare, a quest'ultimo, la soluzione tecnico/operativa di stendimento/recupero delle corde (conduttori e funi di guardia) e procedere, quindi, alla predisposizione e consegna in modo formale a Terna, per consentirne la presa visione, del **Piano di Recupero/Stendimento** contenente tutti i dati tecnici necessari. Ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Appaltatore per ogni eventuale danno conseguente all'esecuzione del suddetto Piano, lo stesso dovrà essere timbrato e firmato da Ingegnere iscritto all'ordine e dovrà riportare almeno:

- A. stralcio plano-altimetrico del profilo della tratta oggetto di intervento;
- B. la posizione e le caratteristiche degli argani e dei freni;
- C. i tiri ai freni ed i corrispondenti tiri agli argani per i diversi avanzamenti del conduttore;
- D. i carichi totali gravanti sui singoli sostegni (trasversali, verticali, longitudinali), in particolare quelli di culmine e di estremità della tratta di tesatura;
- E. i tiri assiali massimi nei conduttori e nelle funi traenti;
- F. le opere interferenti (ad esempio, autostrade, strade, ferrovie, linee elettriche e di telecomunicazione, ecc.) e le modalità di attraversamento delle stesse;
- G. l'altezza del conduttore sui punti critici;
- H. le piantane e/o gli apprestamenti da disporsi lungo il percorso e la relativa altezza;
- I. i tipi di carrucola da disporsi su ogni sostegno in relazione ai carichi previsti e alle modalità di esecuzione dei giunti;
- J. sistemi di sicurezza adottati per la riduzione del tiro sul conduttore e la sua ritenuta durante il passaggio di giunti nei cabestani, nel cambio bobina, ecc.;
- K. le eventuali carrucole antistrappo da disporsi, sia per la fune traente che per il conduttore, in corrispondenza di sostegni e/o piantane;
- L. le eventuali carrucole doppie o rulliere da impiegare nei punti critici quali sostegni di culmine e/o di angolo;
- M. le posizioni e le modalità di esecuzione dei giunti di pezzatura;
- N. lo sviluppo del conduttore in fase di stendimento e di regolazione;
- O. l'utilizzazione programmata delle bobine;
- P. le campate di regolazione, scelte tra quelle più significative ed in numero adeguato.

Il Piano di Recupero/Stendimento dovrà essere inviato dall'Appaltatore in modo formale anche al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE), ove presente.

La Documentazione Tecnica sopracitata, che Terna avrà cura di fornire all'Appaltatore, conterrà almeno i seguenti elementi:

1. profilo plano-altimetrico dell'elettrodotto oggetto di intervento, in formato editabile ove disponibile, comprensivo delle interferenze risultanti dalla documentazione di archivio;
2. azioni T, P, L esercitate da conduttori e funi di guardia sui sostegni da intendersi come azioni Trasversali, Verticali e Longitudinali massime applicabili al singolo sostegno, ricavabili dal progetto della struttura (in relazione anche alla condizione tecnica attuale della stessa, ad esempio in funzione della vetustà) ove disponibile oppure, qualora non lo fosse, da specifiche valutazioni di stima delle azioni tollerabili dalla struttura, elaborate a cura del Committente;
3. caratteristiche fisico/geometriche di conduttore e/o fune di guardia esistente/i, numero e posizione dei giunti esistenti con relative informazioni disponibili (giunti di impianto o di riparazione, periodo di esecuzione, ecc.);
4. report delle ispezioni visive e termografiche disponibili più recenti ed eventuali ulteriori informazioni significative sullo stato della linea (ad esempio, tratte/componenti già sostituiti sulla linea);
5. descrizione di situazioni particolari connesse alla presenza dell'elettrodotto ed alle aree attraversate dallo stesso;
6. tabella di tesatura;
7. elenco e nomenclatura preliminare delle interferenze.

Eventuali ulteriori dati ed informazioni che l'Appaltatore ritenesse utili dovranno essere reperiti a cura ed onere dello stesso.

Le postazioni di tiro e frenatura dovranno essere posizionate in modo tale da non indurre sui conduttori/funi di guardia e sui sostegni sollecitazioni anomale che possano comprometterne l'integrità/stabilità.

Nelle attività di tesatura, le postazioni argano-freno saranno posizionate ad una distanza orizzontale dai sostegni terminali della tratta almeno pari a 3 volte l'altezza dell'attacco carrucola del conduttore sul sostegno, al fine di garantire che la congiungente tra posizione di argano-freno e la carrucola del primo sostegno, risulti inclinata rispetto all'orizzontale con un angolo inferiore a 20°.

Si precisa che la posizione delle suddette postazioni dovrà comunque risultare esterna a tutti i sostegni della tratta interessata, quindi a monte e/o a valle dell'intera tratta, ovvero non è prevista la posizione delle suddette postazioni tra due sostegni componenti la tratta (condizione nota in gergo come "tiro rovescio").

La posizione delle postazioni di tiro e frenatura dovrà essere allineata con l'asse della linea; qualora fosse necessario adottare posizioni "fuori linea", ovvero esterne all'allineamento della tratta, dovrà essere verificata la compatibilità del primo sostegno successivo alla postazione in termini di carichi massimi trasversali esercitati durante le operazioni di stendimento. Nel caso di lavori su linee esistenti, l'Appaltatore non dovrà in nessun caso, durante le operazioni di stendimento, superare le azioni T, P, L comunicate da Terna.

Qualora non fosse possibile adottare le indicazioni suddette, il Piano di Recupero/Stendimento dovrà prevedere uno schema di tiro alternativo completo della verifica di compatibilità dei carichi massimi esercitati sui sostegni, che garantisca, durante ogni fase di lavoro, di avere azioni bilanciate sulle mensole e di non sovraccaricare i sostegni (in particolare le mensole) adottando eventuali controventature, zavorre, rinvii, attrezzature idonee, carrucole di opportuno diametro, ecc..

Quale che sia il metodo adottato, il Piano di Recupero/Stendimento dovrà prevedere la miglior utilizzazione delle pezzature, riducendo al contempo il numero di giunti.

Per le linee con conduttori a fascio, l'Appaltatore è tenuto a comporre i fasci stessi con bobine di conduttore per quanto possibile omogenee come fornitura ed in ogni caso di pari lunghezza.

9.3 Preparazione degli attraversamenti

Con riferimento alla documentazione tecnica fornita da Terna, come indicato al precedente par. 9.2, è a carico ed onere dell'Appaltatore la verifica delle sottoindicate tipologie di attraversamenti esistenti con l'eventuale rilevazione/aggiornamento di nuovi:

- impianti elettrici,
- linee di telecomunicazioni,
- strade e autostrade,
- ferrovie,
- quant'altro possa interferire con la linea Aerea AT oggetto dei lavori.

Sono a carico e onere di Terna le seguenti attività:

- presentare le istanze per l'autorizzazione all'esecuzione dei lavori di nuovi attraversamenti/rinnovi,
- la gestione tecnico/amministrativa con l'Ente interferito delle suddette istanze per l'ottenimento dei relativi permessi, comprensivi dei relativi costi,
- fornire all'Appaltatore, ove richieste, copia delle autorizzazioni all'attraversamento di strade e autostrade, ferrovie, linee elettriche ecc.,
- pianificare tempi e modi delle indisponibilità in accordo con gli Enti interferiti,
- presentare agli Enti interessati i rappresentanti dell'Appaltatore.

In ogni caso, l'Appaltatore dovrà provvedere a concordare, con gli Enti interessati, le modalità esecutive dei lavori interferenti ed i tempi delle eventuali interruzioni dei servizi interferiti. Tali accordi dovranno essere in ogni caso condivisi con Terna.

Terna si riserva di partecipare ad eventuali riunioni dell'Appaltatore con gli Enti interferiti, nel rispetto sia dell'autonomia operativa dell'Appaltatore, che dei limiti dettati dal DUVRI/PSC.

Sono a carico e onere dell'Appaltatore le seguenti attività:

- la definizione dei rapporti operativi con i soggetti terzi interferiti (proprietari ed esercenti di opere, infrastrutture e reti di servizi),
- la gestione delle modalità operative, da concordare con i referenti dei soggetti terzi interferiti, rendendosi disponibile ai sopralluoghi operativi con gli Enti interessati e predisponendo la documentazione richiesta,
- l'attuazione di eventuali misure richieste dall'Ente terzo interferito, che saranno oggetto di integrazione del DUVRI/PSC e dei conseguenti oneri della sicurezza.

Terna si riserva la facoltà di richiedere in qualsiasi momento all'Appaltatore la dimostrazione di aver ottemperato a tali adempimenti.

9.3.1 Interferenze con linee elettriche di Terna

Ciascun impianto interessato dai lavori è consegnato da Terna all'Appaltatore secondo le modalità prescritte dalla normativa vigente, dai documenti contrattuali e dalle disposizioni per la prevenzione del rischio elettrico di Terna.

Qualora vi siano impianti di qualsiasi tipo di proprietà di Terna, interferenti con le lavorazioni previste, in diversa misura a seconda dei casi di seguito dettagliati, Terna e l'Appaltatore collaboreranno per l'adempimento delle formalità necessarie all'ottenimento di autorizzazioni e permessi atti a consentire l'esecuzione dei lavori.

Con riferimento specifico al rischio elettrico ed a quanto previsto nelle DPRET, si evidenzia la necessità di una corretta compilazione, da parte dell'Appaltatore, del Piano di Intervento avendo cura, tra l'altro, di indicare l'esatta denominazione degli impianti elettrici da mettere in sicurezza poiché interferenti per avvicinamento, attraversamento e/o parallelismo con le attività lavorative.

9.3.2 Interferenze con impianti elettrici di Terzi

Qualora vi siano impianti elettrici di qualsiasi tipo di proprietà di Terzi, interferenti con le lavorazioni previste, in diversa misura a seconda dei casi di seguito dettagliati, Terna e l'Appaltatore collaboreranno per l'adempimento delle formalità necessarie all'ottenimento delle autorizzazioni e permessi da parte dei soggetti titolari delle interferenze, ferma restando in capo all'Appaltatore la responsabilità degli accordi di dettaglio in fase esecutiva.

Per impianti elettrici di Terzi, interferenti con i lavori, si deve procedere a richiesta, consegna e restituzione secondo le formalità in uso presso i medesimi.

In particolare, per quanto riguarda gli attraversamenti di impianti AT e MT/BT nonché telefonici (questi ultimi da assimilarsi sempre a linee elettriche per la possibilità di presenza di tensione), l'Appaltatore, anche attraverso sopralluoghi congiunti con il personale delle unità esercenti, provvederà all'individuazione delle linee interferenti. È fatto divieto di abbassare le linee AT da attraversare, salvo preventivo accordo fra Terna e l'Ente proprietario della linea attraversata.

Non saranno consentiti lo stendimento e la regolazione in presenza di attraversamenti di linee elettriche in tensione. L'Appaltatore, in tal senso, non potrà iniziare alcun lavoro sulle linee elettriche attraversate o nelle immediate vicinanze senza aver ottenuto il preventivo consenso dell'Ente proprietario delle stesse con consegna della "Dichiarazione di linea fuori tensione e a terra"; il tutto a meno di quanto previsto nelle DPRET al par. 4.8 "Casi particolari".

I fuori servizio necessari dovranno essere richiesti ai Terzi proprietari con congruo anticipo, anche per consentire loro di effettuare le comunicazioni all'utenza di avviso di distacco dell'energia elettrica nei tempi prescritti dalla legge.

Lavori che richiedano lo stendimento e la regolazione con impianti interferenti in tensione, saranno valutati solo in casi eccezionali e di documentata impossibilità da parte del gestore dell'impianto medesimo di concederne il fuori servizio, ovvero la sostituzione con gruppi elettrogeni o l'interramento provvisorio e comunque a giudizio finale insindacabile di Terna. In tal caso sarà

necessario, così come definito al par. 9.3.6, procedere con la progettazione, a cura di un ingegnere iscritto all'Ordine, e la realizzazione di adeguate protezioni che prevengano ogni problema connesso con il rischio elettrico.

In particolare, per quanto riguarda le linee MT/BT di e-Distribuzione interferenti, fermi restando la responsabilità e l'onere da parte dell'Appaltatore della preventiva verifica/individuazione di tutte le interferenze presenti con i lavori da eseguire, anche attraverso sopralluoghi congiunti con il personale delle unità esercenti, l'eventuale messa in cavo provvisoria o qualsiasi altro intervento sulle linee attraversate, nonché il loro ripristino ad ultimazione dei lavori, sarà eseguito a cura delle Unità Esercenti, trovando applicazione gli accordi vigenti tra Terna Rete Italia ed e-Distribuzione (si veda documento "GdL Enel Distribuzione – Terna Rete Italia" e s.m.i.).

Con riferimento specifico al rischio elettrico ed a quanto previsto nelle DPRET, si evidenzia la necessità di una corretta compilazione, da parte dell'Appaltatore, del Piano di Intervento avendo cura, tra l'altro, di indicare l'esatta denominazione degli impianti elettrici da mettere in sicurezza poiché interferenti per avvicinamento, attraversamento e/o parallelismo con le attività lavorative.

9.3.3 Interferenze con linee ferroviarie di Rete Ferroviaria Italiana (RFI)

Per quanto riguarda le interferenze tra la linea AT oggetto dei lavori e gli impianti in tensione di RFI (linee MT di alimentazione, linee MT di contatto, ecc.), fermi restando la responsabilità e l'onere da parte dell'Appaltatore della preventiva individuazione di tutte le interferenze presenti con i lavori da eseguire, trovano applicazione gli accordi vigenti per la gestione delle interferenze tra gli impianti del Gruppo Terna ed RFI, si veda documento "Procedura relativa alla gestione delle interferenze tra gli impianti del Gruppo Terna e di RFI" e s.m.i..

Si precisa che non è consentito in nessun caso a personale estraneo a RFI l'attraversamento autonomo (ovvero senza scorta di personale RFI), di binari in aree di pertinenza di RFI. Pertanto, qualora si renda necessario per l'accesso al cantiere l'attraversamento di binari (es. nel caso di tralicci interclusi da binari nelle aree di pertinenza delle stazioni ferroviarie), dovrà essere concordato con RFI un servizio di scorta con suo personale.

Con riferimento specifico al rischio elettrico, secondo quanto indicato nel par. 9.3.2 e quanto previsto nelle DPRET, si evidenzia la necessità di una corretta compilazione, da parte dell'Appaltatore, del Piano di Intervento avendo cura, tra l'altro, di indicare l'esatta denominazione degli impianti elettrici da mettere in sicurezza poiché interferenti per avvicinamento, attraversamento e/o parallelismo con le attività lavorative.

9.3.4 Interferenze con strade e autostrade

Di norma non sono previste (salvo casi eccezionali) varianti delle infrastrutture attraversate, ma esclusivamente l'eventuale chiusura temporanea o limitazione delle carreggiate (nei modi e nei tempi previsti dai terzi proprietari) e/o la realizzazione di opere provvisorie (ponteggi, protezioni ecc.); di tali opere provvisorie può essere richiesta, secondo quanto definito al par. 9.3.6, anche l'asseverazione da parte di un ingegnere iscritto all'Ordine circa l'idoneità a proteggere l'infrastruttura in caso di eventi accidentali (es. caduta del conduttore durante la tesatura). L'Appaltatore deve realizzare tutto quanto necessario, predisponendo, nell'esecuzione degli attraversamenti per i quali necessita una interruzione, attrezzature, accorgimenti e lavori preparatori tali da ridurre la durata delle interruzioni stesse al minimo indispensabile e, comunque, nei limiti di tempo a disposizione concessi dal gestore dell'infrastruttura.

9.3.5 Interferenze con reti di servizi

In generale per qualsiasi impianto di reti di servizi pubblici (telecomunicazioni, acquedotti, fognature, oleodotti, gasdotti, ferrovie private, ecc.), che in qualsiasi modo si trovi ad interferire con i lavori, valgono le considerazioni riportate in testa al par. 9.3. avuto anche riferimento al par. 9.3.2 ove applicabile.

9.3.6 Protezione delle opere interferite

Durante le fasi di tesatura, si rende necessario prevedere la protezione di una varietà di infrastrutture, opere e manufatti sottostanti la linea AT: viabilità secondaria, colture pregiate, ecc. A

tal fine, si utilizzano generalmente piantane opportunamente piazzate, di adeguata altezza e controventate per migliorarne la stabilità. Tali protezioni, hanno essenzialmente la funzione di evitare l'abbassamento eccessivo del conduttore durante la tesatura con conseguente rischio di danneggiamento dello stesso e dei manufatti sottostanti. Tali apprestamenti, funzionali alla corretta esecuzione della tesatura, sono totalmente a cura ed onere dell'Appaltatore che deve garantirne la corretta installazione e sorveglianza con continuità, comprensiva del controllo dell'eventuale traffico veicolare, durante tutto il periodo delle operazioni di tesatura.

Per la protezione delle opere interferenti di particolare rilievo, individuate nel PSC/DUVRI quali costi della sicurezza, si rende necessario realizzare opere provvisorie più rilevanti e con caratteristiche di robustezza certificate e asseverate (es. ponteggi rinforzati per proteggere infrastrutture sottopassanti come linee elettriche MT a conduttori nudi, strade primarie e/o significative, ferrovie, aree interessate dalla presenza di persone e opere sensibili), che resistano all'eventuale caduta dei conduttori e delle funi di guardia durante le attività di stendimento.

Lavori che richiedano lo stendimento e la regolazione con impianti interferenti in tensione, saranno valutati solo in casi eccezionali e di documentata impossibilità da parte del gestore dell'impianto medesimo di concederne il fuori servizio, ovvero la sostituzione con gruppi elettrogeni o l'interramento, previo insindacabile giudizio di Terna circa la congruità delle motivazioni che ne impediscono il fuori servizio. In tal caso è necessario procedere con la progettazione, a cura di un ingegnere iscritto all'Ordine, e realizzazione di adeguate protezioni che prevengano ogni problema connesso con il rischio elettrico.

Gli oneri relativi a tali apprestamenti, qualora prescritti all'interno del PSC di cantiere e, pertanto, valutati dal CSP/CSE come oneri della sicurezza interferenziali, saranno a carico di Terna. Analogamente, qualora l'intervento sia gestito nell'ambito dell'art. 26 del D. Lgs. 81/08 e ss.mm.ii, saranno riconosciuti solo gli oneri esplicitamente indicati nella sezione costi della sicurezza del DUVRI.

9.4 Stendimento o sostituzione di conduttori e funi di guardia

Prima dell'inizio delle lavorazioni di stendimento l'Appaltatore è tenuto a verificare lo stato di efficienza di tutte le attrezzature da utilizzare (funi di servizio, giunti girevoli, calze autostringenti, morsetti autostringenti, stroppe di servizio, scale di servizio, ponti di lavoro ecc.).

Lo stendimento delle corde (conduttori e funi di guardia) dovrà essere eseguito con sistema frenato; lo stendimento libero, da adottarsi solo in casi particolari, dovrà essere preventivamente approvato da Terna. In ogni caso deve essere tassativamente evitato qualsiasi strisciamento delle corde. Lo stendimento dovrà essere effettuato con l'ausilio di funi di servizio di tipo antigirevole di caratteristiche tecniche adeguate. Il collegamento fra le funi di servizio e il conduttore, così come tra due conduttori di due successive bobine, sarà realizzato mediante calze autostringenti con maglia a passo variabile, di requisiti meccanici adeguati. In caso di utilizzo di calze di testa dovrà essere prevista l'interposizione di almeno un giunto girevole. In caso di funi di guardia si procederà con l'esecuzione di idonea giunzione.

È possibile anche l'utilizzo di una calza doppia con compressione dell'anima di acciaio del conduttore, con giunto a compressione adeguato. Per i dettagli si rimanda al par. "4.3.1.1. Giunzioni tra conduttori, funi di guardia e funi traenti" delle Linee guida Terna-ANIE. In particolare, si segnala l'obbligo da parte dell'Appaltatore di provvedere a:

- verifica dell'idoneità meccanica e dimensionale della calza autostringente (compatibilità dimensionale tra diametro della corda e range di impiego della calza, congruità del tiro di stendimento con il carico ammesso dalla calza, ecc.);
- verifica della buona funzionalità della calza autostringente (integrità dei manti della calza, assenza di rigonfiamenti in corrispondenza del punto di calzatura con la corda, assenza di grippaggio del giunto girevole, ecc.);
- corretta installazione della calza autostringente (idonea nastratura protettiva dell'estremità tagliata della corda al di sopra della consueta legatura dei fili elementari, inserimento completo

della calza sulla corda, legatura e successiva nastratura di tutti i manti presenti sulla calza, il tutto per garantire la perfetta aderenza tra calza autostringente e corda).

L'adozione di qualsiasi altro sistema di accoppiamento dovrà essere, preventivamente, comunicata a Terna.

In caso di sostituzione delle corde di linee esistenti si potrà procedere:

- con l'abbassamento a terra delle corde, il taglio delle stesse, il loro recupero e il successivo stendimento di cordino pilota per la posa di nuove corde;
- utilizzando le stesse corde esistenti come traenti per la posa delle nuove o di eventuali funi traenti, fatta salva la verifica di fattibilità tecnica dell'operazione mediante opportune verifiche di idoneità in relazione allo stato di conservazione:
 - della corda da sostituire (controlli visivi, finalizzati ad accertare l'assenza di eventuali strefolature, soprattutto in prossimità delle morse di sospensione e di amarro e in corrispondenza, se presenti, dei distanziatori e degli smorzatori di vibrazione e lo stato di corrosione e/o ammaloramento);
 - dei giunti presenti.

Per questi ultimi, in particolare, il passaggio in carrucola dovrà essere preceduto da un'accurata ispezione visiva degli stessi che ne evidenzia l'idoneità in relazione allo stato di corrosione e/o ammaloramento. In caso di riscontrata non idoneità, anche in relazione al metodo di lavoro dell'Appaltatore, per i conduttori si procederà al taglio ed all'inserimento di calze di testa con giunto girevole (in corrispondenza della prima posizione utile, preferibilmente mediante l'abbassamento a terra) mentre per le funi di guardia si procederà con l'esecuzione di una nuova giunzione.

Il passaggio in carrucola, sia dei giunti che delle calze, dovrà essere comunque effettuato con le dovute precauzioni, quali:

- presidio in corrispondenza dei punti di passaggio in carrucola;
- collegamento radiofonico tra gli operatori in prossimità dei sostegni ed i responsabili delle postazioni di argano/freno;
- preventiva riduzione della velocità di stendimento;

e, solo nel caso dei giunti:

- eventuale utilizzo di passaggio;
- ove necessario, presa in carico della corda al momento del passaggio in carrucola del giunto.

È assolutamente vietato sottoporre i giunti e le calze (e relativo giunto girevole) a sollecitazioni anomale, come ad esempio flessioni, dovute al passaggio in carrucola; ciò vale, in particolare, per carrucole singole montate su sostegni di culmine e/o d'angolo. Nei suddetti casi l'Appaltatore dovrà garantire un efficiente servizio di controllo tecnico e di segnalazione e prevedere l'installazione di carrucole doppie (tandem) o rulliere al fine di superare tale criticità.

Inoltre, è da attenzionare il passaggio dei giunti (da intendersi come elementi di giunzione, compresi giunti a compressione e giunti girevoli) attraverso i cabestani, che dovranno avere in tale senso un diametro adeguato rispetto alle dimensioni del conduttore e comunque secondo le indicazioni del costruttore delle attrezzature. In particolare, dovranno essere adottati sistemi di sicurezza atti a:

- ridurre il carico sul conduttore durante il passaggio sul cabestano;
- garantire la ritenuta del conduttore, in caso di rottura del giunto.

Infine, è da attenzionare anche il passaggio delle calze con relativo giunto fisso nelle gole del cabestano.

Si segnala che, nel caso di conduttori a filo singolo (ad esempio conduttore in tondino di rame), dovrà essere valutato se procedere con la calata a terra del conduttore (soluzione obbligatoria in caso di condizioni di degrado del conduttore e/o dei giunti) o con l'utilizzo del conduttore stesso come traente, avendo cura, in quest'ultimo caso, di verificare la compatibilità con il tipo di percorso (ad esempio verificando che il tracciato non presenti punti di cuspidi e/o di forte angolo) e con le attrezzature in uso all'appaltatore (carrucole e tamburo dei cabestani di diametro adeguato).

Per conduttori speciali (ad esempio conduttori ACSS, conduttori cavi, conduttori con elementi non metallici) o di diametro elevato (per esempio per conduttori ACSR con diametro > Ø 40,5mm) o in particolari condizioni di tiro o di attraversamento potranno essere proposti dall'Appaltatore e accettati da Terna altri sistemi di stendimento secondo i criteri che riterrà più opportuni, con le sole limitazioni di non assoggettare le bobine a tiri eccessivi e di non danneggiare i conduttori. Se durante lo stendimento i tiri e i franchi sui punti critici si discostassero sensibilmente da quelli previsti in programma, dovrà essere fermato lo stendimento per accertare la causa dell'anomalia. L'Appaltatore è tenuto a preavvisare Terna prima dell'esecuzione dei giunti, operazione che dovrà essere effettuata con particolare cura e diligenza, previa accurata pulizia delle parti da congiungere. I giunti dovranno essere realizzati mediante stampi delle dimensioni prescritte. Essi saranno eseguiti allentando il conduttore all'argano ed al freno solo di quel poco che sarà necessario, senza far toccare in alcun punto il suolo al conduttore; prima di eseguire i giunti, verrà scartata la parte di conduttore danneggiata dalla calza.

Eventuali giunti speciali saranno eseguiti in base alle prescrizioni che saranno impartite di volta in volta.

Con riferimento ai nuovi giunti realizzati sulle corde (conduttori o funi di guardia), l'eventuale passaggio in carrucola degli stessi dovrà avvenire con adeguata attrezzatura ed essere riportato esplicitamente nel Piano di Recupero/Stendimento sopracitato. L'Appaltatore dovrà garantire, lungo ogni tratta di stendimento frenato, un efficiente servizio di controllo tecnico e di segnalazione, soprattutto in corrispondenza di eventuali punti critici: sostegni di culmine, carrucole antistrappo e sospensioni in angolo. Dovrà inoltre predisporre strumenti di controllo del tiro esercitato sul conduttore, sia in corrispondenza degli argani sia in corrispondenza dei freni. Quale che sia il metodo di lavoro, l'Appaltatore dovrà comunque garantire la perfetta posa del conduttore evitando qualsiasi danneggiamento ai conduttori stessi, ai sostegni e ad opere di terzi vicine o attraversate. In particolare, durante le operazioni di stendimento non dovranno formarsi pieghe, nodi, o infiascature che possano pregiudicare l'integrità dei conduttori; i conduttori danneggiati per procedimenti di stendimento difettosi o per altre ragioni imputabili all'Appaltatore, dovranno essere sostituiti a cura e spese dello stesso. Durante tutto lo stendimento i conduttori di energia e di guardia dovranno essere assoggettati ad accurato controllo visivo, segnalando immediatamente a Terna eventuali difetti di fabbricazione; l'Appaltatore sarà responsabile della eventuale messa in opera di elementi difettosi. I collegamenti tra il portale di stazione ed il sostegno capolinea dovranno essere sempre eseguiti dopo la regolazione delle campate di linea adiacenti. La regolazione del tiro di posa dovrà essere eseguita con il controllo della freccia e, in condizioni particolari come ad esempio scarsa visibilità, anche mediante il controllo del tiro con apposito dinamometro.

In caso di sospensione temporanea delle attività di stendimento (es. pausa pranzo), è necessario lasciare il cantiere in sicurezza con particolare attenzione all'ormeggio in sicurezza dei conduttori ed alla delimitazione delle aree con interdizione all'accesso.

Dopo ogni stendimento (ad esempio alla fine della giornata lavorativa), tutti gli impianti e tutti gli apprestamenti provvisori dovranno essere messi in sicurezza, utilizzando almeno un secondo sistema in parallelo oltre alla presa in carico. In particolare, i conduttori, le funi di guardia e le funi traenti dovranno essere ancorati a punti sicuri (per esempio zavorre, mensole di sostegni di amarro, ecc.) con ormeggi, "stroppe" di sicurezza e adeguate morse di ritenuta.

Presa in carico e sistema aggiuntivo di sicurezza potranno essere attuati a livello della postazione di tiro solo nel caso che il cantiere sia dotato di guardiania diurna e notturna. In caso contrario, presa in carico e sistema aggiuntivo di sicurezza dovranno essere realizzati sul primo sostegno adiacente alla postazione di tiro solo se di amarro opportunamente controventata, qualora necessario.

In caso di sospensioni dell'attività diverse da quelle sopra descritte, ad esempio in caso di sospensione non programmata ovvero non prevista nel programma cronologico dei lavori, dovrà essere valutata l'adozione di soluzioni aggiuntive idonee a garantire la sicurezza degli apprestamenti per tutta la durata della sospensione, con relativa integrazione del Piano di Recupero/Stendimento.

Ormeggi supplementari su conduttori, funi di guardia ed eventuali funi traenti dovranno essere messi in opera sui sostegni di attraversamento stradale, ferroviario, di linee elettriche e/o telefoniche e in

tutti quei casi in cui, per ragioni connesse ai rischi ambientali oppure per particolari situazioni di lavoro, è opportuno impiegare sicurezze aggiuntive.

Le morse autostringenti dovranno essere idonee al tiro applicato ed il loro rivestimento interno dovrà essere integro e di caratteristiche adatte al tipo di conduttore. Gli anelli, le funi di ormeggio, i paranchi, dovranno essere muniti di adeguata protezione per non danneggiare i conduttori o i sostegni.

Dovranno essere sempre adottati tutti gli accorgimenti necessari ed opportuni allo scopo di evitare sulla tratta in lavorazione tensioni indotte pericolose che possano essere prodotte sia dalla vicinanza di altre linee elettriche in servizio che da fenomeni meteorologici.

L'Appaltatore dovrà conservare documentazione fotografica (riportante data e ora) relativa agli ancoraggi provvisori, con particolare attenzione alle stroppe di sicurezza, fino alla rimozione degli stessi.

9.5 Regolazione, morsettatura, montaggio accessori

Ultimato lo stendimento, l'Appaltatore eseguirà la regolazione in base alle tabelle di tesatura consegnate da Terna. La regolazione sarà eseguita controllando la catenaria in corrispondenza delle campate scelte con opportuni criteri dall'Appaltatore e preventivamente controllate, a sostegni montati, per quanto riguarda i dati geometrici effettivi. Prima della regolazione l'Appaltatore dovrà controventare opportunamente gli eventuali sostegni di amarro le cui prestazioni non risultassero idonee a sopportare il tiro unilaterale. Durante le operazioni di regolazione di una tratta l'Appaltatore dovrà procedere alla rilevazione delle temperature a mezzo termometri a immagine termica o digitali posti in posizione opportuna, in corrispondenza di tutte le campate di regolazione. La media di queste temperature sarà considerata come base di riferimento per la regolazione dei conduttori stessi. Non appena verificata la corretta regolazione, l'Appaltatore dovrà provvedere alla segnatura del conduttore in corrispondenza della intersezione con il piano verticale (o con la verticale) passante per i punti di attacco delle catene di isolatori (o della catena); detta segnatura, che consentirà la successiva determinazione dei punti di morsettatura anche in funzione dei valori "delta" comunicati da Terna, dovrà essere eseguita contemporaneamente su tutti i sostegni di sospensione della tratta interessata. Eseguita la regolazione in linea dei conduttori di ciascuna tratta, l'Appaltatore dovrà iniziare al più presto l'esecuzione degli amarri (operazione questa che completa le attività di regolazione) e la morsettatura dei conduttori; entro 10 giorni dalla morsettatura dovrà poi iniziare la posa dei distanziatori/smorzatori. I dispositivi di segnalazione dovranno essere installati entro 10 giorni dalla ultimazione dello stendimento e morsettatura della fune di guardia. Tutte le lavorazioni dovranno comunque essere ultimate entro 30 giorni dalla regolazione, salvo ritardi preventivamente autorizzati da Terna. Le tolleranze sulla regolazione finale dei conduttori e delle funi di guardia (anche in considerazione dell'assestamento intervenuto nel frattempo) saranno le seguenti:

- per la freccia per singola fase di ogni campata tolleranze massime del $\pm 2\%$ e comunque con valori non superiori a $+ 0,5$ m e $-1,0$ m;
- fra i conduttori costituenti un fascio di 2 o più conduttori, prima di procedere ai lavori di morsettatura, si dovrà riscontrare il parallelismo dei conduttori costituenti il fascio con una tolleranza massima pari a ± 1 diametro del conduttore;
- tra le frecce dei conduttori e delle funi di guardia omologhi delle fasi di una stessa campata dopo la morsettatura non dovranno presentarsi differenze superiori a ± 20 cm, oltre alle differenze di freccia fra le fasi di campate in angolo.

Ove fossero riscontrate imprecisioni di regolazione di entità superiore, l'Appaltatore sarà tenuto a spostare la morsettatura e, se del caso, a rifare a sue spese la regolazione. Il serraggio dei bulloni dei morsetti di sospensione, dei distanziatori e degli smorzatori di vibrazione, ed eventuali morse passanti a bulloni, dovrà essere eseguito al valore prescritto nei disegni di progetto a mezzo chiave dinamometrica tarata. I lavori sopracitati dovranno essere eseguiti con continuità per ogni tratta.

Durante i lavori di tesatura l'Appaltatore dovrà controllare con continuità l'esatta corrispondenza delle opere alle prescrizioni dei progetti forniti da Terna. In particolare, dovrà controllare le morsetterie ed

i sostegni e dovrà assicurarsi che siano rispettate le frecce nonché i franchi e le distanze minime di sicurezza in qualsiasi punto della linea, secondo quanto indicato nei progetti.

Ogni anomalia rispetto al progetto, qualunque ne sia la causa, dovrà essere tempestivamente segnalata a Terna.

9.5.1 Posa in opera delle sfere di segnalazione

Le sfere di segnalazione dovranno essere di tipo omologato e dovranno essere montate con l'utilizzo di dispositivi per il serraggio dei morsetti di tipo omologato posati o no con l'elicottero mediante mezzi automatizzati o con altri metodi che dovranno comunque avere le necessarie autorizzazioni aeronautiche relative alla tipologia di lavoro nonché essere conformi a quanto previsto nella Specifica Tecnica ST-MAVL-21-005.

Dovrà essere posta in ogni caso la massima attenzione a non compromettere l'integrità della fune di guardia stessa.

9.5.2 Installazione dei dispositivi antirotazionali

L'installazione dei dispositivi antirotazionali, dovrà essere eseguita con le modalità di seguito indicate.

Laddove praticabile dovrà essere effettuata con l'utilizzo di PLE, eventualmente anche in configurazione cingolata/ragno, in funzione dell'accessibilità della campata di installazione.

Sono inoltre possibili le seguenti modalità:

- posa in opera di dispositivi antirotazionali sul conduttore e/o sulla fune di guardia mediante l'escursione in campata,
- posa a mezzo elicottero, limitatamente alla fune di guardia, subordinatamente all'ottenimento delle necessarie autorizzazioni aeronautiche relative alla tipologia di lavoro ed in conformità a quanto previsto nella Specifica Tecnica ST-MAVL-21-005.

Relativamente alla posa mediante escursione in campata, da eseguire mediante idoneo dispositivo di accesso, si dovranno rispettare le prescrizioni riportate negli accordi Terna-ANIE, sulla percorribilità di conduttori e funi di guardia; non sarà possibile eseguire l'escursione in campata su conduttori singoli nel caso di cattivo stato di conservazione dell'elettrodotto (ammaloramenti della morsetteria di contatto e/o strefolature) e/o in presenza di giunti. Nel caso di conduttori a fascio è ammessa l'escursione in campata, anche in presenza di giunti, previa verifica di assenza di ammaloramenti, nei casi di montaggio/smontaggio di distanziatori-smorzatori.

Le attrezzature impiegate dovranno essere munite di adeguata protezione per non danneggiare il conduttore e dovranno essere impiegate chiavi dinamometriche.

Si precisa che la posa dei dispositivi sulle funi non percorribili potrà essere effettuata tramite calata in quota parziale della stessa fino alla quota del conduttore più prossimo e traslazione orizzontale, in modo da consentire l'installazione tramite percorrenza del conduttore.

9.6 Revisione e controrevisione

Dopo il completamento dei lavori di tesatura delle singole tratte, l'Appaltatore dovrà effettuare la revisione del lavoro compiuto verificando, anche in contraddittorio con Terna (controrevisione), che siano state rispettate tutte le distanze prescritte dal vigente Decreto Ministeriale e che gli equipaggiamenti risultino montati correttamente ed in modo completo. Della revisione così effettuata e dei risultati della stessa sarà fatta apposita annotazione sul Giornale dei Lavori.

Ultimati tutti i lavori di tesatura affidatigli, la revisione e la contro revisione, l'Appaltatore rilascerà la dichiarazione di fine lavori col benessere per le prove di tensione e la messa in servizio della linea oggetto dell'appalto (si veda par. 7.4.6 della Parte 3: controlli).

9.7 Ormeggi a terra

Nei casi in cui si rendesse necessario ormeggiare a terra i conduttori per un certo periodo di tempo, l'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché il complesso d'ormeggio risulti idoneo a sopportare con adeguato margine di sicurezza i tiri esercitati dai conduttori e venga comunque assicurata l'integrità dei conduttori stessi. La posizione della postazione di ormeggio dovrà essere scelta in maniera tale da non sollecitare in maniera anomala il sostegno adiacente alla postazione. In ogni caso sarà necessario proteggere la superficie dei conduttori in prossimità delle funi di ormeggio con idonei rivestimenti in gomma.

L'ormeggio a terra dovrà prevedere l'impiego di idonee stroppe di sicurezza sia sui conduttori che sulle funi di guardia al fine di prevenire eventuali scorrimenti degli stessi in caso di anomalie delle morse autostringenti di ormeggio.

I conduttori e le funi di guardia ormeggiati dovranno necessariamente essere provvisti di idonea messa a terra al fine di evitare, anche transitoriamente, tensioni di passo e/o di contatto pericolose. L'area occupata dagli ormeggi a terra dei conduttori e dalle eventuali zavorre dovrà essere adeguatamente recintata, segnalata e sottoposta a vigilanza continuativa.

9.8 Amarri bilaterali in sospensione

L'amarro "bilaterale in sospensione" dovrà essere sempre realizzato facendo riferimento sia alle frecce delle campate su cui si opera che a quelle delle campate contigue. Durante le operazioni dovranno essere adottate tutte le precauzioni necessarie ad evitare squilibri di tiro sulle mensole del sostegno in cui si opera e su quelle dei sostegni adiacenti.

9.9 Utilizzo mezzi e attrezzature speciali

Con riferimento al paragrafo 2.3.3 del Capitolato Generale di Appalto, sono a carico dell'Appaltatore: i lavori per la costruzione delle piste di accesso ai picchetti e/o eventuali aree di stoccaggio materiali, gli stessi sono subordinati all'acquisizione delle autorizzazioni da parte degli Enti locali interessati ed eventuali benessere di tipo ambientale in caso di aree protette.

Nel caso di impossibilità dell'ottenimento delle suddette autorizzazioni, di condizioni particolari dovute alla particolare orografia dei terreni, a particolari condizioni atmosferiche, a criticità di carattere ambientale ecc., l'Appaltatore dovrà prevedere, previa autorizzazione di Terna, soluzioni alternative per gli accessi ai picchetti e alle campate, quali l'impiego di elicottero e di attrezzature e macchinari speciali.

Le attività di lavoro svolte con l'elicottero devono essere specificate nella licenza dell'Operatore. L'operatore deve altresì preoccuparsi della stesura del piano di volo e del rispetto dei limiti delle ore di attività del pilota, nonché delle eventuali comunicazioni alle Autorità aeronautiche in caso di sorvolo di aree regolamentate o proibite.

Le informazioni operative e d'impiego riguardanti gli equipaggiamenti di sollevamento dei carichi esterni devono essere contenute nei supplementi del manuale di volo.

L'elicottero può essere impiegato solamente nelle condizioni stabilite nei predetti documenti e nel rispetto delle limitazioni e delle prestazioni contenute nello stesso manuale.

Il rapporto contrattuale tra l'Appaltatore e la società di volo è di norma definito come "Subappalto/nolo a caldo" e la responsabilità del coordinamento tecnico-operativo delle attività resta in capo all'Appaltatore.

Peraltro, sarà compito del CSP/CSE/Committente prevedere nei documenti specifici (PSC/DUVRI) la gestione della sicurezza e delle interferenze tra le attività delle imprese presenti in cantiere con la società di volo.

L'utilizzo dell'elicottero per le attività di stendimento del cordino pilota rappresenta un onere a carico dell'Appaltatore compreso nella voce di prezzo tesatura.

Per tutto quanto non specificato nel presente paragrafo, relativo all'impiego degli elicotteri, valgono le prescrizioni tecniche allegate all'ordine nonché quanto indicato in PSC/DUVRI.

10 Impiego di sostegni tubolari monostelo

L'impiego dei sostegni tubolari monostelo è nel tempo diventato sempre più frequente a seguito di specifiche prescrizioni contenute nei decreti di autorizzazione degli elettrodotti aerei.

Nel presente paragrafo sono descritte le modalità operative, i mezzi d'opera impiegati, e la sequenza delle operazioni richieste per la realizzazione dei lavori a perfetta regola d'arte.

In particolare, essendo l'attività caratterizzata dall'introduzione di nuove soluzioni progettuali che comportano particolari problematiche tecniche / realizzative, sono state considerate le seguenti fasi di lavoro, con le rispettive sottofasi, nella loro successione operativa con l'evidenza delle particolari metodologie operative e progettuali da adottare:

- opere civili – realizzazione fondazioni con montaggio dei tronchi di fondazione o gabbia di tirafondi – castelletto; realizzazione collare di sigillatura flangia di base;
- montaggio pali tubolari, con impiego di Autogrù o, in caso di inaccessibilità, con elicottero speciale di adeguato carico di sollevamento: movimentazione, preparazioni, premontaggio, montaggio in opera, chiusure e serraggi – piombatura;
- tesatura conduttori su pali tubolari: attrezzaggio sostegni di linea e di amarro, stendimento conduttori, esecuzione della morsettatura sui pali di sospensione ed esecuzione degli amarri.

Sono a carico dell'Appaltatore l'approntamento e la fornitura di tutte le attrezzature necessarie in funzione delle metodologie operative adottate per ognuna delle fasi operative sopra indicate.

Nel caso di impiego di un elicottero speciale per la fase di montaggio, sarà cura e onere dell'Appaltatore la programmazione dell'attività necessaria ai fini di un oculato impegno nell'utilizzo del velivolo, nel rispetto del programma cronologico dei lavori.

10.1 Opere civili

L'esecuzione delle fondazioni, dal punto di vista strettamente tecnico, non comporta particolari difficoltà e modalità esecutive e sequenze lavorative diverse da quelle standard, consolidate per la realizzazione di elettrodotti AT.

In caso di inaccessibilità dell'area di lavoro il trasporto delle attrezzature occorrenti allo scavo e dei materiali potrà essere eseguito con l'impiego di elicottero tradizionale o speciale (a elevato carico di sollevamento) in funzione dei carichi da trasportare.

In funzione delle diverse tipologie di sostegno, siano esse a petalo (tronco realizzato in 2 o 4 settori collegati mediante bullonatura) o tradizionali, è previsto il loro ancoraggio direttamente tramite l'annegamento dei conci/petali di fondazione, ovvero tramite l'inserimento dei tradizionali tiranti di fondazione a gabbia (castelletto).

10.1.1 Conci ancorati in fondazione

Per il montaggio dei petali in fondazione, si procede come segue:

- preparativi/attrezzaggio dei singoli petali a piazzale con n° 2 "piedi di appoggio e inclinatura, costituiti da tronchi di travi HEA opportunamente bullonate alla flangia di base;
- posizionamento tramite elicottero speciale a elevato carico di sollevamento o autogrù di portata adeguata del primo petalo, eventuale affinamento della posizione dei petali saranno effettuati tramite martinetti idraulici o attrezzature similari;
- posizionamento dei successivi petali con elicottero o con autogrù di portata adeguata, come sopra;
- livellamento dei singoli conci e chiusura dei bulloni con chiavi oleodinamiche, nel rispetto delle copie di serraggio indicate dal progettista dei pali;

- livellamento del tronco di fondazione operando sui piedi di regolazione dei conci, con verifica dei livelli orizzontali e della verticalità del tronco tramite idonei strumenti ottici, nel rispetto delle indicazioni riportate nei disegni dei sostegni.

A montaggio e livellamento completati si procederà con il getto / riempimento con calcestruzzo, a completamento dell'opera di fondazione, in osservanza alle prescrizioni tecniche applicabili.

10.1.2 Montaggio tiranti di fondazione gabbia – castelletto

L'assemblaggio della gabbia – castelletto / tiranti di fondazione per i pali tubolari è, di norma, effettuato a piè d'opera impiegando le flange/dime previste nei disegni costruttivi. A seguire il castelletto viene collocato all'interno della fondazione tramite gru. Prima del getto di calcestruzzo deve essere riscontrata, ed eventualmente rettificata, l'esatta posizione dei tiranti al fine di garantire che:

- i tirafondi siano disposti su una circonferenza e siano spazati secondo le tolleranze a disegno;
- i tirafondi siano verticali.

Per i sostegni inaccessibili ai mezzi d'opera, tenuto conto che la massa del castelletto è superiore alla portata dell'elicottero tradizionale, si procederà al montaggio della gabbia castelletto direttamente all'interno della fondazione, effettuando le misurazioni e le eventuali rettifiche come indicato in precedenza.

10.1.3 Casseratura e getto del collare di base

Rientrano fra le "opere civili" di cui al presente capitolo anche le attività finali per la realizzazione del collare in calcestruzzo di sigillatura della flangia del tronco base del palo, previsto solo per la tipologia di sostegni tubolari ancorati ai tiranti della gabbia-castelletto.

La lavorazione è da effettuarsi successivamente alla regolazione / piombatura del palo completo.

10.2 Montaggio del sostegno tubolare

Per il montaggio dei sostegni tubolari monostelo può essere adottato sia il metodo tradizionale che prevede l'impiego di un'Autogrù di adeguata portata, sia il metodo che prevede l'impiego di elicottero speciale a elevato carico di sollevamento.

La scelta della metodologia da usare dipende dall'accessibilità dei siti dei sostegni ma comunque l'utilizzo dell'elicottero dovrà sempre essere autorizzato dal personale Terna in cantiere.

In ogni caso il serraggio dei tronchi ad innesto dovrà avvenire solo dopo il completo montaggio del sostegno con l'utilizzo di appositi martinetti idraulici. Le zone di sovrapposizione degli innesti devono rispettare le lunghezze previste nei disegni costruttivi e marcate sui tronchi. I martinetti idraulici utilizzati per l'applicazione delle forze di innesto devono essere installati sulle bitte saldate sui tronchi ed essere azionati simultaneamente al fine di garantire azioni equilibrate sui tronchi. I martinetti devono poter applicare le forze di innesto indicate nei disegni dei sostegni.

In caso di tronchi realizzate con una o due flange terminali e di tronchi a settori con flange longitudinali deve essere garantita il corretto allineamento dei fori delle varie flange di accoppiamento e tutti i bulloni devono essere serrati alle coppie prescritte nei disegni costruttivi a mezzo di chiavi dinamometriche tarate.

In caso di impiego dell'elicottero speciale a elevato carico di sollevamento sarà cura ed onere dell'Appaltatore individuare eventuali aree di stoccaggio dei tronchi di palo interessati dal montaggio e/o piazzole per il rifornimento dell'elicottero.

L'area, che sarà pertanto anche l'area di carico / aggancio degli elementi strutturali all'elicottero, sarà oggetto di valutazione da parte dei piloti in merito alla sua idoneità e sarà dotata di tutte le infrastrutture, attrezzature e macchinari e quant'altro necessario alla movimentazione dei carichi ed alla loro predisposizione per il sollevamento e successivo montaggio con elicottero.

I tronchi e "petali" saranno quindi posizionati ed allineati in funzione della sequenza dei sollevamenti / montaggi, e orientati tutti nel giusto senso al fine di consentire all'elicottero le più idonee e semplici manovre di avvicinamento - sollevamento e ripartenza.

Detti aspetti saranno definiti di comune accordo con i tecnici ed i piloti dell'elicottero, in funzione della tipologia del piazzale, della sua ubicazione – anche in funzione della vicinanza o meno di altre infrastrutture, della distanza minima e massima dai picchetti in fase di montaggio ed in funzione dell'orientamento del piazzale rispetto alla tratta di elettrodotto interessata dai montaggi.

Sarà cura dell'Appaltatore promuovere ed organizzare apposite riunioni preliminari propedeutiche alle suddette attività tra il personale di volo e gli addetti dell'impresa appaltatrice che operano a terra, allo scopo di definire, in dettaglio, le modalità e tutti gli aspetti operativi legati alle attività di montaggio.

Tutto il personale individuato per operare a terra e/o sul sostegno, durante le lavorazioni, deve essere sottoposto ad azioni di formazione ed informazione sugli aspetti specifici inerenti all'attività di aggancio/sgancio e montaggio di parti assemblate o elementi strutturali dei sostegni.

Dovrà sempre essere garantito il contatto radio tra pilota dell'elicottero e il personale che opera a terra o sui sostegni.

Nel montaggio del sostegno l'Appaltatore deve garantire la verticalità della struttura entro i limiti previsti dai disegni costruttivi e dalle indicazioni di progetti.

Subito dopo il completamento del montaggio, l'Appaltatore dovrà procedere al serraggio dei bulloni alla coppia di progetto a mezzo di chiavi dinamometriche tarate e ove previsto nei disegni costruttivi, alla loro bulinatura su tre punti disposti all'incirca a 120° e tali da interessare la filettatura del dado e del bullone, e al ricoprimento con vernice zincante della zona bulinata; dovrà altresì controllare con particolare accuratezza tutti i punti di attacco dell'armamento e gli "attacchi di servizio" dei sostegni.

10.3 Tesatura

Fermo restando tutto quanto riportato al par. 9 del presente Capitolato Tecnico, l'impiego dei sostegni tubolari comporta diverse modalità operative rispetto alle lavorazioni previste per i sostegni tradizionali a traliccio, per le attività di seguito elencate:

- preparazione degli armamenti e montaggio delle carrucole per lo stendimento conduttori;
- morsettatura conduttori sui pali in sospensione;
- esecuzione degli amarri.

10.3.1 Preparazione degli armamenti e montaggio delle carrucole per lo stendimento conduttori

Per lo stendimento dei conduttori sui sostegni in sospensione, le carrucole andranno di norma installate direttamente all'estremità inferiore della catena di sospensione senza la presenza del puntone isolante.

Per i sostegni di vertice, allo scopo di evitare l'avvicinamento dei conduttori a fusto palo, sarà cura dell'Appaltatore utilizzare gli accorgimenti/attrezzature che riterrà opportuni allo scopo (controventature, puntoni provvisori, ecc.).

10.3.2 Morsettatura conduttori sui pali in sospensione

Per detta operazione è necessario allestire il palo con tutta una serie di attrezzature ed accorgimenti, (falconi ausiliari, linee vita, ponti di lavoro, ecc.) necessari a causa della difficoltà di spostamento ed ancoraggio del personale addetto sulla struttura dei sostegni tubolari.

10.3.3 Esecuzione degli amarri

Le operazioni per l'esecuzione degli amarri sui pali tubolari non differiscono da quelle tradizionali per i sostegni a traliccio.

In pratica, in senso longitudinale alla linea, presso l'estremità della mensola, si installa il ponte di lavoro tradizionale, opportunamente controventato a terra.

La criticità si ha nell'accesso del personale all'estremità della mensola; pertanto, sarà cura dell'Appaltatore predisporre i necessari accorgimenti atti a garantire l'accesso in sicurezza alle aree di lavoro.

11 Smantellamento linee esistenti e demolizioni

Prima dell'inizio delle attività di smantellamento delle linee esistenti sarà cura ed onere dell'Appaltatore ricercare tutte le autorizzazioni necessarie da parte delle Autorità locali competenti ed assolvere ogni adempimento richiesto (produzione di elaborati grafici, eventuali indagini preventive, stesura di programmi di lavoro, eventuali opere provvisorie aggiuntive, sorveglianza da parte del personale competente, ecc.) per l'esecuzione dei lavori.

Con congruo anticipo, prima di iniziare i lavori di smantellamento e demolizione, l'Appaltatore dovrà consegnare in modo formale a Terna – per consentirne la presa visione – e, ove presente, al Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione (CSE) il Piano di Demolizione, da produrre ai sensi del dlgs 81/08 e allegare al POS, contenente tutti i dati tecnici necessari. Ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore derivante dal rapporto contrattuale con Terna, detto Piano di Demolizione dovrà essere timbrato e firmato da ingegnere iscritto all'ordine e dovrà indicare, tra l'altro:

- le modalità operative con le quali l'Appaltatore eseguirà le attività di smantellamento, demolizione e recupero;
- planimetria delle aree oggetto delle attività;
- eventuale documentazione fotografica ante-operam di aree particolarmente a rischio per presenza di manufatti, fabbricati, opere interferenti ecc.

Per evitare che durante alcune lavorazioni con materiali utilizzati in cantiere si possano verificare incendi o esplosioni, l'Appaltatore dovrà adottare specifiche modalità operative ed adeguate misure tecniche, organizzative, procedurali e formative.

In particolare, tutte le lavorazioni dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dal PSC/DUVRI, dalle normative vigenti e da ogni disposizione emessa dagli Enti tutori del territorio. Ad esempio, durante i lavori che comportano la proiezione di scintille (saldatura, smerigliatura, molatura, taglio, ecc.) si dovrà aver cura di usare schermi o ripari per evitare la proiezione incontrollata delle stesse, previa preventiva accurata pulizia del sito di lavoro dalla presenza di sterpaglia, legna e materiale infiammabile in generale.

11.1 Recupero conduttori, funi di guardia ed armamenti

Sono a carico dell'Appaltatore, oltre agli oneri derivanti dall'osservanza delle prescrizioni di cui al par. 5.2.3 del presente Capitolato Tecnico, i seguenti oneri:

- preparazione e montaggio opere provvisorie sulle opere attraversate (impalcature, piantane, ecc.) così come precisato nel par. 9.3.6 del presente Capitolato Tecnico;
- taglio e recupero dei conduttori per singole tratte, anche piccole, in considerazione di eventuali criticità (attraversamento di linee elettriche, telefoniche, ferroviarie, ecc.) e/o in qualsiasi altro caso anche di natura tecnica, dovessero rendersi necessarie, su richiesta Terna, particolari metodologie di recupero conduttori.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori di smantellamento, dovrà presentare a Terna, come già indicato, il Piano di Demolizione, indicando tempi e modalità operative per ogni singola tratta da smantellare. Le attività da svolgersi in linea indicativa e non esaustiva saranno le seguenti:

- taglio delle piante interferenti con l'attività;
- separazione del materiale tolto d'opera (conduttori, funi di guardia, isolatori, morsetteria) destinato alla vendita;
- carico e trasporto di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio e destinati alla vendita.
- pesatura dei materiali recuperati;

- adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento se destinati a rottamazione;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

11.2 Conduttori e materiali provenienti dallo smantellamento

Le modalità dei lavori di smontaggio saranno differenti a seconda della destinazione finale dei materiali. Se essi sono destinati a essere riutilizzati, dovranno essere usate tutte le cautele per evitarne il danneggiamento. In particolare, i conduttori non dovranno mai strisciare sul terreno o su oggetti che li possano danneggiare.

Durante il recupero i conduttori dovranno essere assoggettati ad assiduo controllo visivo da parte dell'Appaltatore, che dovrà segnalare immediatamente a Terna eventuali difetti o danni riscontrati. Gli spezzoni di lunghezza uguale o superiore a 500 m saranno raccolti su bobine con doghe di protezione; quelli di lunghezza inferiore saranno consegnati in matasse ben legate. Le bobine vuote saranno messe a disposizione da Terna, mentre la dogatura sarà a cura dell'Appaltatore. Sia le bobine che le matasse dovranno essere numerate e pesate. Il peso dovrà essere indicato in maniera sicura e permanente sia sulle bobine che sulle matasse. La bulloneria degli equipaggiamenti da riutilizzare dovrà essere sciolta previo impiego di opportuni solventi. Gli equipaggiamenti smontati dovranno essere accuratamente controllati a vista dall'Appaltatore e quindi imballati in opportune gabbie e pesati. L'Appaltatore dovrà consegnare a Terna distinte complete riassuntive sia dei conduttori che degli equipaggiamenti smontati.

Se invece i materiali smontati non sono destinati a riutilizzo, il lavoro potrà essere eseguito con i mezzi e i metodi che l'Appaltatore riterrà più opportuno. Quanto recuperato dovrà poi essere diviso a seconda della categoria merceologica del materiale e pesato separatamente categoria per categoria; distinte complete riassuntive dovranno essere consegnate a Terna. Tutti i materiali riutilizzabili dovranno essere consegnati dall'Appaltatore presso i magazzini e/o depositi segnalati da Terna, mentre i materiali tolti d'opera, i residui delle forniture e i materiali di risulta saranno gestiti dall'Appaltatore in accordo a quanto prescritto ai parr. 3.7.4 e 3.7.5 del Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori.

Per quanto riguarda il recupero dei conduttori restano sempre valide le prescrizioni date nel cap. 9 del presente Capitolato Tecnico, con particolare riferimento ai parr. 9.3.2 e 9.4, circa la protezione da tensioni indotte pericolose; in caso di interferenza con altre infrastrutture elettriche valgono inoltre, per quanto applicabili, le prescrizioni date nelle DPRET.

11.3 Smontaggio carpenteria metallica dei sostegni

Le modalità per i lavori di smontaggio dei sostegni esistenti saranno differenti a seconda della destinazione finale degli elementi smontati:

Se questi sono destinati a successivo utilizzo, dovranno essere adottate tutte le cautele necessarie per evitare danni alle singole membrature. In particolare, l'estrazione dei bulloni dovrà avvenire senza deformazione dei fori facilitando se possibile l'operazione con opportuna lubrificazione.

Le aste smontate dovranno essere sistemate in fasci trasportabili dopo aver ripristinato su di esse, ove necessario, le marcature con l'ausilio dei disegni costruttivi. Tali fasci dovranno essere numerati, distinti per tipo di sostegno ed elemento strutturale, e corredati con elenco a parte di tutte le posizioni contenute in ogni singolo fascio.

Nel caso invece che i sostegni da smontare siano destinati a rottame, il lavoro potrà essere eseguito con i mezzi ed i metodi che l'Appaltatore riterrà più opportuni. Sarà cura dell'Appaltatore, comunque, adottare tutte le precauzioni necessarie previste in materia di sicurezza per eliminare i rischi connessi allo svolgimento dell'attività di smontaggio in aree poste nelle vicinanze di strade, linee elettriche, linee telefoniche, case, linee ferroviarie, ecc. A tal fine la Terna potrà richiedere all'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori di smontaggio, una relazione che evidenzii sostegno per sostegno, il metodo che si intende utilizzare per lo smontaggio della carpenteria metallica.

Sarà a carico dell'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, richiedere le eventuali autorizzazioni previste da Enti e/o amministrazioni locali secondo le modalità descritte al par. 9.3 del presente Capitolato Tecnico, per lo svolgimento dell'attività di smontaggio e demolizioni. Tutte le membrature metalliche dovranno essere asportate fino ad una profondità di 1,5 m, salvo diverse prescrizioni comunicate da Terna durante il corso dei lavori.

La carpenteria metallica così come gli isolatori e gli elementi di morsetteria smontati, salvo diverse prescrizioni previste nel contratto di appalto, saranno acquisiti dall'Appaltatore secondo i prezzi e le modalità indicate nell'ordine.

Sono a carico dell'Appaltatore e quindi da intendersi compresi nella voce di prezzo specifica, oltre agli oneri derivanti dall'osservanza delle prescrizioni suddette, i seguenti oneri:

- taglio delle strutture metalliche smontate in pezzi idonei al trasporto;
- carico e trasporto di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio;
- pesatura dei materiali recuperati;
- adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei rifiuti (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- taglio delle piante interferenti con l'attività;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio;
- tutti i materiali tolti d'opera, i residui delle forniture e i materiali di risulta saranno gestiti dall'Appaltatore in accordo a quanto prescritto ai parr. 3.7.4 e 3.7.5 del Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori.

11.4 Demolizioni delle fondazioni dei sostegni

La demolizione delle fondazioni dei sostegni, salvo diversa prescrizione di Terna e/o del Direttore dei Lavori, comporterà l'asportazione dal sito del calcestruzzo e del ferro di armatura fino ad una profondità di 1,5 m dal piano di campagna.

La demolizione dovrà essere eseguita con demolitore, avendo cura pertanto di adottare tutte le necessarie precauzioni previste in materia di sicurezza, in presenza di aree abitate e nelle vicinanze di strade, ferrovie, linee elettriche e telefoniche, ecc.

Sono compresi nella voce di prezzo specifica, oltre agli oneri derivanti dall'osservanza delle prescrizioni di cui al successivo par. 11.5 del presente Capitolato Tecnico, i seguenti oneri:

- scavo della fondazione fino alla profondità necessaria;
- asporto, carico e trasporto a discarica di tutti i materiali (calcestruzzo, ferro d'armatura e monconi, fino ad una profondità, salvo diversa prescrizione in sede di autorizzazione, di 1,50 m dal piano di campagna) provenienti dalla demolizione;
- rinterro eseguito con le stesse modalità e prescrizioni previste nella voce scavo di fondazione e ripristino dello stato dei luoghi.
- acquisizione, trasporto e sistemazione di terreno vegetale necessario a ricostituire il normale strato superficiale presente nella zona.
- taglio delle piante interferenti con l'attività;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di demolizione e movimentazione dei mezzi d'opera.
- tutti i materiali tolti d'opera, i residui delle forniture e i materiali di risulta saranno gestiti dall'Appaltatore in accordo a quanto prescritto ai parr. 3.7.4 e 3.7.5 del Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori.

Si precisa infine che gli oneri relativi al conferimento dei materiali di risulta presso le discariche autorizzate saranno remunerati a parte con le voci di prezzo richiamate nel Capitolato Tecnico Smaltimento terre e rocce da scavo. Nel caso di materiali inquinanti o pericolosi gli oneri relativi al conferimento a discarica saranno definiti di volta in volta a seguito dell'individuazione della discarica più appropriata.

11.5 Demolizione di muratura

Le demolizioni interesseranno strutture esistenti che potranno essere riprese, modificate o eliminate.

Nel primo caso la demolizione delle parti destinate all'asportazione dovrà avvenire con le necessarie precauzioni in modo da non arrecare alcun danno alle parti rimanenti. Le superfici di ripresa dovranno essere accuratamente scalpellate e pulite con acqua ed aria compressa in modo da staccare tutte le parti fessurate, lesionate o comunque labili; i ferri di armatura presenti nella struttura destinata alla ripresa, dovranno essere puliti e raddrizzati. I materiali provenienti dalla demolizione dovranno essere, in ogni caso, trasportati a discarica.

Nel caso di demolizioni di strutture interrato, occorrerà provvedere al rinterro ed alla sistemazione dell'area interessata con le stesse modalità previste al par. 6.7 del presente Capitolato Tecnico.

12 Attività specifiche di manutenzione

12.1 Lavaggio degli isolatori

La pulizia delle superfici degli isolatori potrà essere eseguita con elicotteri o in maniera tradizionale utilizzando stracci puliti o spazzole ed acqua semplice od opportunamente additivata. Può essere inoltre consentito l'uso di idonee apparecchiature quali lance munite di testa snodata, corredata di ugelli e/o spazzole e collegata ad un'idropulitrice. Dall'intera superficie lavata dovranno essere rimossi, nel modo più completo ed uniforme, ogni tipo di deposito inquinante. L'uso di additivi nell'acqua di lavaggio è consentito purché non lascino tracce inquinanti sulla superficie isolante, non contengano agenti aggressivi per le zincature e gli elementi metallici degli armamenti, non siano dannosi per la vegetazione e le colture sottostanti e comunque non siano in contrasto con la vigente legislazione in materia di inquinamento ambientale.

12.2 Siliconatura degli isolatori

Il materiale costituente il rivestimento protettivo sarà normalmente di fornitura Terna; quando ne sarà richiesta la fornitura all'Appaltatore il tipo dovrà essere preventivamente approvato da Terna.

Il materiale dovrà essere distribuito più uniformemente possibile in modo da impedire sia al deposito contaminante che all'umidità di formare strati e veli continui sulle superfici trattate; dovrà essere evitato lo spargimento, nell'ambiente circostante, dei prodotti utilizzati per la pulizia e i residui di lavorazione dovranno essere consegnati presso una discarica autorizzata allo smaltimento di tali rifiuti a cura e spese dell'Appaltatore nel rispetto delle norme e leggi vigenti. La pulizia delle superfici già trattate con grassi protettivi di qualsivoglia tipologia potrà essere effettuata con spatole in legno o PVC od altri metodi che preservino le superfici oggetto di pulizia da possibili graffiature e/o abrasioni. I solventi eventualmente impiegati non dovranno lasciare residui grassi sulle superfici trattate, tali da non consentire la perfetta aderenza dei nuovi prodotti.

12.3 Bonifica giunti dei montanti

La bonifica dei giunti dei montanti tronco piramidali di sostegni di linee elettriche AT (al di sotto delle mensole, nonché del tronco piramidale dei sostegni a delta fino alla biforcazione) dovrà essere eseguita adottando le opportune tecniche mirate a garantire la stabilità del sostegno.

L'attività comprende generalmente le seguenti lavorazioni:

- smontaggio bulloni nei punti di collegamento/sovrapposizione dei montanti;
- pulizia meccanica con opportuno attrezzo pneumatico e/o elettrico, della superficie metallica dei montanti, ivi comprese le rispettive facciate interne nei punti di collegamento/sovrapposizione;
- apposizione di una mano di vernice antiruggine di adeguato spessore a rapida essiccazione (es. zincatura a freddo) su tutte le facciate dei montanti e delle tralicciature, nei punti di collegamento/sovrapposizione;
- montaggio e serraggio della giunzione utilizzando nuovi bulloni di fornitura inclusa.

Al fine di garantire la stabilità del sostegno durante la lavorazione, Terna richiederà direttamente all'Appaltatore la progettazione della modalità operativa dell'intervento nella sua globalità, accompagnata dalla relazione di calcolo che attesti la sicurezza delle lavorazioni in ogni sua fase; tali documenti dovranno essere redatti e firmati da ingegnere iscritto all'Ordine e consegnati a Terna preliminarmente alle attività. Le caratteristiche del sostegno, i disegni (ove disponibili) e le azioni esterne saranno fornite da Terna. Qualora i disegni non fossero disponibili, sarà cura dell'Appaltatore ed onere di Terna provvedere ai rilievi necessari per procedere all'elaborazione della relazione di calcolo.

Le attività dovranno essere condotte in modo tale da non pregiudicare la stabilità del sostegno durante lo smontaggio/rimontaggio di ciascun giunto da bonificare; pertanto, in relazione al tipo di giunto e alle condizioni di carico dei montanti interessati (es. pali d'angolo con montanti compressi o in trazione) saranno, di volta in volta, adottate le opportune metodologie atte a preservare l'integrità meccanica del montante oggetto di lavorazione.

12.4 Bonifica e ripristino monconi

La bonifica dei monconi di fondazione di sostegni di linee elettriche AT dovrà essere eseguita adottando le opportune tecniche mirate a garantire la stabilità del sostegno.

Preliminarmente, si dovrà procedere alla demolizione della parte superiore della fondazione in calcestruzzo attorno al montante (pilastrino), generalmente fino ad una profondità massima di 1 metro, previo scavo di scalzamento in terreno di varia natura o consistenza.

Una volta messo a nudo il tratto di moncone ammalorato, demolendo una porzione del colonnino di lunghezza massima di 50cm, si procede con le seguenti attività:

- eventuale smontaggio bulloni nei punti di collegamento/sovrapposizione dei monconi;
- pulizia meccanica con opportuno attrezzo pneumatico e/o elettrico, della superficie metallica degli elementi ammalorati, ivi comprese le rispettive facciate interne nei punti di collegamento/sovrapposizione;
- preparazione e montaggio di eventuale rinforzo del moncone, con inserimento di giunto a sovrapposizione o piastre bullonate;
- apposizione di una mano di vernice antiruggine di adeguato spessore a rapida essiccazione (es. zincatura a freddo) su tutte le facciate dei montanti e delle tralicciature, nei punti di collegamento/sovrapposizione;
- scalpellatura e pulizia delle superfici di ripresa, quando necessarie;
- raddrizzatura e pulizia dei ferri di armatura, quando necessarie;
- ripristino della porzione di calcestruzzo demolito;
- rinterro, costipamento, e sistemazione del terreno e trasporto a discarica dei materiali di risulta eccedenti.
- compresi trasporto dei materiali di risulta a discarica e oneri di smaltimento.

Le attività dovranno essere condotte in modo tale da non pregiudicare la stabilità del sostegno durante le varie fasi di lavoro, pertanto di volta in volta, saranno adottate le opportune metodologie atte a preservare l'integrità meccanica della struttura montante/piede di base oggetto di lavorazione.

Nel caso di necessità di smontaggio bulloni nei punti di collegamento/sovrapposizione dei monconi, Terna richiederà direttamente all'Appaltatore la progettazione della modalità operativa dell'intervento nella sua globalità, accompagnata dalla relazione di calcolo che attesti la sicurezza delle lavorazioni in ogni sua fase; tali documenti dovranno essere redatti e firmati da ingegnere iscritto all'Ordine e consegnati a Terna preliminarmente alle attività. Le caratteristiche del sostegno, i disegni (ove disponibili) e le azioni esterne saranno fornite da Terna. Qualora i disegni non fossero disponibili, sarà cura dell'Appaltatore ed onere di Terna provvedere ai rilievi necessari per procedere all'elaborazione della relazione di calcolo.

12.5 Realizzazione o rifacimento impianti di terra

La realizzazione o il rifacimento degli impianti di terra esistenti di sostegni di linee elettriche AT dovranno essere eseguiti adottando opportune tecniche mirate a garantire le prestazioni dell'impianto e comprenderanno:

- per le MT superficiali: scavo, posa piattine, collegamento al sostegno, rinterro;
- per le MT profonde: scavo degli anelli, posa piattine/trecce, collegamento al sostegno, esecuzione micropali con camicia di calcestruzzo additivato con inerti conduttivi, rinterro.

Per quanto riguarda le MT profonde, qualora non diversamente dettagliato nei documenti di progetto, esse comprenderanno:

- due anelli realizzati con piattina di acciaio zincato 40 x 4 mm, di cui:
 - il primo (superficiale) installato ad una profondità di 70 cm dal piano di campagna e ad una distanza di 50 cm al di fuori del perimetro della base del sostegno
 - il secondo (profondo) installato ad una profondità pari a quella del pando di appoggio della fondazione e comunque compresa tra 1.5 e 2.5 m e ad una distanza di 2 m al di fuori del primo anello.
- Micropali in numero variabile, con lunghezza compresa tra 18 e 36 m, inclinazione compresa tra 0° e 30° dalla verticale, diametro dell'armatura zincata compreso tra 88,9 e 114,3 mm con fori valvolati in punta e di spessore di almeno 4 mm, diametro del foro di trivellazione compreso tra 150 e 180 mm. Gli stessi dovranno essere incamiciati con una miscela di calcestruzzo, secondo le prescrizioni progettuali, additivato con inerti conduttivi (Marconite™) ottenuta per iniezione in pressione. Previo assenso di Terna, potranno essere utilizzati anche altri materiali equivalenti alla Marconite™ in termini tecnici nonché in termini di compatibilità ambientale, il tutto supportato da idonea certificazione.
- Collegamenti equipotenziali tra gli anelli, i micropali ed i montanti (nel caso di sostegni a traliccio) oppure i tirafondi/tronchi di fondazione (nel caso di sostegni tubolari), realizzati con piattina in acciaio zincato 40 x 4 mm.

Nel caso in cui, per rifacimento di impianti di terra esistenti, l'anello profondo risulti eccessivamente interferente con le opere di fondazione, la MT profonda sarà realizzata con il solo anello superficiale ed i micropali di dispersione.

Durante e a conclusione delle attività di realizzazione o rifacimento, dovranno essere eseguite le verifiche previste nella sezione controlli.

12.6 Altre manutenzioni

Ulteriori attività manutentive possono essere eseguite su conduttore/fune di guardia (distanziatori, strefolature, ecc), o su palo (isolatori rotti, smorzatori, elementi di morsetteria, ecc.).

Per le manutenzioni su conduttore/fune di guardia possono essere utilizzati strumenti eliportati.

13 Lavori di adeguamento della vegetazione arborea

13.1 Generalità

L'adeguamento alle condizioni di esercizio nella fascia asservita di un elettrodotto aereo comporta l'eliminazione della vegetazione arborea incompatibile sia con la costruzione che con l'esercizio della linea stessa. Sono considerate "incompatibili con la costruzione" della linea tutte e solo le piante radicate nella "area occupata dal sostegno", area che si stabilisce sia quella circoscritta dal perimetro esterno dell'area teorica di base della fondazione con l'aggiunta di un allargamento di due metri su ogni lato. Sono considerate "incompatibili con la messa in esercizio" della linea tutte e solo le piante aventi distanza minore di otto metri, esclusi casi particolari, dai conduttori anche sbandati a 30°. La individuazione delle zone con vegetazione arborea rientranti nei limiti sopra precisati dovrà essere effettuata preliminarmente all'inizio dei lavori. con l'ausilio dei documenti di progetto, mentre la individuazione delle singole piante incompatibili con l'esercizio della linea avverrà di regola dopo la

tesatura dei conduttori. L'Appaltatore, per sue esigenze (accessi, opere accessorie, od altro) e sotto la sua responsabilità, potrà procedere al taglio o alla sramatura di altre piante oltre a quelle "incompatibili con la costruzione" o " incompatibili con la messa in esercizio" come sopra definite. Anche in questi casi l'Appaltatore si dovrà attenere alle prescrizioni di cui ai successivi par. 13.2, 13.3, 13.4 e 13.5.

13.2 Segnature delle piante pregiate

Le piante da frutto, gli ulivi, le viti e le altre piante simili particolarmente "pregiate", che siano ritenute "incompatibili" secondo la definizione di cui al paragrafo precedente, dovranno essere preliminarmente contrassegnate con vernice durevole, rilevate ed elencate singolarmente. Tutte le operazioni di segnatura e rilevazione dovranno essere eseguite presenti i proprietari e/o gli aventi diritto che saranno stati precedentemente individuati da Terna avvertiti per iscritto o, in loro assenza, presenti due testimoni validi; si procederà contestualmente alla redazione in contraddittorio dei verbali di consistenza. Tutte le piante contrassegnate e rilevate dovranno essere riferite ai singoli mappali di appartenenza e riportate in elenco con la massima scrupolosità, indicandone l'essenza, l'età media, il diametro del fusto a 1,40 m dal suolo se applicabile, ed esprimendo un giudizio sintetico sul loro stato di vegetazione, produttività e su tutte le altre caratteristiche che possano contribuire ad una loro equa valutazione. Gli elenchi delle piante contrassegnate e le planimetrie mappali con l'indicazione grafica delle aree occupate da dette piante saranno consegnati periodicamente dall'Appaltatore al personale Terna per zone, secondo un programma preventivamente concordato.

13.3 Taglio di piante pregiate e di piante d'alto fusto

Terna provvederà a consegnare tempestivamente all'Appaltatore copia del "nulla-osta" rilasciato dall'Autorità tutoria (Corpo Forestale od altri). Prima di iniziare qualunque operazione di taglio piante l'Appaltatore dovrà individuare e quindi avvertire per iscritto i singoli proprietari e/o gli aventi diritto nonché, ove occorra, l'Autorità tutoria (Corpo Forestale od altri), precisando l'epoca e le modalità del taglio; e ciò ai fini della presa in consegna da parte dei proprietari delle piante tagliate, nonché del rilascio dell'autorizzazione a tagliare, se richiesta. Le piante tagliate dovranno essere opportunamente sfrondate, sezionate ed accatastate sulle singole proprietà, avendo cura di tenere separati i tronchi dalle ramaglie.

Nei casi previsti dalle Autorità locali (Regioni, Corpo Forestale ecc.) o se espressamente prescritto nei decreti autorizzativi o infine se richiesto dal singolo proprietario in sede di trattativa per asservimento in via bonaria, sarà cura dell'Appaltatore e onere di Terna effettuare l'espianto e il reimpianto in altro sito delle specie interferenti secondo le prescrizioni contrattuali di remunerazione delle attività.

13.4 Apertura tracciato in bosco ceduo

In caso di interferenza dell'elettrodotto con aree boschive dove l'altezza delle essenze arboree risulti incompatibile con l'esercizio, potrà essere necessario in taglio dell'intera fascia sottostante i conduttori prevedendo anche un allargamento della stessa per tener conto dello sbandamento dei conduttori stessi per effetto del vento.

In tal caso, prima di procedere al taglio, si dovrà ottemperare alle prescrizioni/nulla osta, se richieste, di cui ai paragrafi precedenti.

13.5 Esbosco

È a carico ed onere dell'Appaltatore l'allontanamento delle ramaglie delle piante tagliate dai fondi ed il loro concentramento, in aree opportunamente concordate, in ottemperanza alle prescrizioni dell'Autorità tutoria.

13.6 Controllo finale e benessere dell'Autorità tutoria

A taglio completamente ultimato dopo la tesatura dei conduttori, l'Appaltatore dovrà effettuare un controllo finale dei franchi alla ricerca di eventuali piante non compatibili con l'esercizio della linea, che dovrà quindi tagliare o sfrondare. L'Appaltatore potrà procedere al taglio di piante pregiate, come definite al precedente paragrafo, giudicate incompatibili, solo se già contrassegnate. In mancanza di contrassegno, dovrà provvedere alla loro segnatura ed elencazione come precisato all'articolo succitato; il loro taglio avverrà successivamente, dopo esplicita autorizzazione di Terna.

14 Danni

14.1 Generalità

Con riferimento all'art. 3.11 della parte B – Capitolato Generale di Appalto, ad avvenuta ultimazione dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a liquidare ai rispettivi proprietari e/o terzi pubblici e privati i danni eventualmente arrecati durante l'esecuzione dei lavori

14.2 Classificazione dei danni

I danni sono classificabili in danni diretti e indiretti.

14.2.1 Danni diretti

Sono tutti i danni conseguenti al taglio/capitozzatura/espianto della vegetazione arborea, quelli derivanti dal danneggiamento/rimozione di manufatti, incompatibili con la costruzione ed esercizio dell'elettrodotto.

14.2.2 Danni indiretti

Sono tutti i danni conseguenti al taglio/capitozzatura/espianto della vegetazione arborea, quelli derivanti dal danneggiamento/rimozione di manufatti, provocati dall'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori (accessi, approntamento area cantiere base, aree di stoccaggio/deposito provvisorio, aree micro-cantieri, postazioni macchine di tiro per la tesatura, eventuali aree da adibire per l'atterraggio/rifornimento elicotteri, ecc.).

14.3 Modalità di liquidazione dei danni

14.3.1 Modalità di liquidazione di danni diretti (a cura Terna)

Sono liquidati direttamente dai rappresentanti di Terna. Il processo di liquidazione dei danni viene gestito attraverso la sottoscrizione in contraddittorio con i proprietari dei documenti sotto-riportati:

- verbale di consistenza terreni da redigere, di norma redatto dall'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori;
- verbale di consistenza danni da redigere a lavori ultimati e ripristino dello stato dei luoghi;
- eventuale quietanza di liquidazione danni controfirmata dal proprietario al momento della liquidazione delle somme dovute (consegna assegni agli aventi diritto) o in assenza di danni, dichiarazione liberatoria.

14.3.2 Modalità di liquidazione dei danni indiretti (a cura dell'Appaltatore)

Sono liquidati dall'Appaltatore che dovrà consegnare a Terna copia di tutte le quietanze dei pagamenti da lui effettuati agli aventi diritto per i danni comunque provocati a proprietà pubbliche o private durante l'esecuzione dei lavori, unitamente ad una planimetria generale della zona in cui sono indicati, per ogni proprietà attraversata, gli estremi delle ricevute dei pagamenti effettuati.

Per quelle proprietà per cui non sia stato corrisposto alcun risarcimento, l'Appaltatore deve unire opportuna dichiarazione liberatoria firmata in contraddittorio con il proprietario/ affittuario, attestante che nessun danno è stato arrecato.

In caso di mancato accordo sull'entità della liquidazione danni, l'Appaltatore dovrà consegnare a Terna copia della proposta di risarcimento inviata al proprietario tramite lettera raccomandata con AR eventualmente corredata di apposita perizia estimativa.

A completamento della documentazione di cui sopra l'Appaltatore, a fine lavori, dovrà fornire comunque una dichiarazione liberatoria che sollevi TERNA da qualsiasi responsabilità presente e futura derivante da eventuali pretese di terzi (pubblici o privati) inerenti i danni, a carico dell'Appaltatore stesso, arrecati nel corso dei lavori.

La mancata consegna a Terna della documentazione completa di cui sopra, o parte di essa, costituirà motivo di mancata restituzione delle ritenute a garanzia e sblocco delle fidejussioni contrattuali.

15 Trasporti

15.1 Generalità

L'Appaltatore dovrà provvedere al trasporto da magazzino o deposito, Terna o Terzi, a piè d'opera, o viceversa, di tutti i materiali di fornitura Terna da mettere in opera e di tutti materiali di recupero, valutati riutilizzabili. Altresì sarà cura ed onere dell'Appaltatore provvedere al trasporto (in conto proprio o tramite terzi) di tutti i materiali di risulta e dei materiali valutati non riutilizzabili, in qualità di produttore dei rifiuti, conformemente alle disposizioni di cui al D.lgs n. 152/06 e s.m.i.