




COMUNE di BRINDISI, MESAGNE E CELLINO SAN MARCO

<p>Proponente</p>	<p><b>EN. IT SRL</b>          Verona (VR), Via Francia 21/C, 37135          C.F. /IVA 04642500237          Telefono 0972 237126 - E-mail: amministrazione@enitgroup.eu</p>				
<p>Progettazione</p>	<p><b>Ing. Fabio Domenico Amico</b>          Via Milazzo, 17 - 40121 Bologna          E-Mail: f.amico@readvisor.eu</p>  	<p>Studio Ambientali e Paesaggistico</p>	<p><b>ATECH srl</b>          Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari          E-Mail: atechsrl@libero.it</p>  		
<p>Studio Incidenza Ambientale Flora fauna ed ecosistema</p>	<p><b>ATECH srl</b>          Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari          E-Mail: atechsrl@libero.it</p>  	<p>Studio Acustico</p>	<p><b>ATECH srl</b>          Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari          E-Mail: atechsrl@libero.it</p>  		
<p>Studio Archeologico</p>		<p>Studio idraulico</p>	<p><b>ATECH srl</b>          Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari          E-Mail: atechsrl@libero.it</p>  		
<p>Studio Geologico</p>	<p><b>dott. geol. Michele VALERIO</b>          Residence "Palium" - C.da Auricarro          70027 Palo del Colle (BA)          E-Mail: va.michele@libero.it</p> 				
<p>Opera</p>	<p><b>Impianto Eolico composto da n.7 aerogeneratori per una potenza complessiva di 42 MW nei Comuni di Brindisi, Mesagne e Cellino San Marco (BR)</b></p>				
<p>Oggetto</p>	<p>Folder:          Nome Elaborato:  <b>W389EX4_Disciplinare</b>          Descrizione Elaborato:  <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli impianti tecnici</b></p>				
<p>00</p>	<p>Dicembre 2019</p>	<p>Emissione per progetto definitivo</p>	<p>S.C.</p>	<p>S.S.</p>	<p>F.A.</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Scala:</p>	<p>Codice Pratica <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">W389EX4</span></p>				
<p>Formato:</p>					

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>A) PISTE, PIAZZOLE E CAVIDOTTO INTERNO ALL'IMPIANTO EOLICO .....</b>	<b>.....</b>
1 <b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
2 <b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>5</b>
3 <b>CONTROLLI.....</b>	<b>11</b>
<b>B) CAVIDOTTO LUNGO STRADE PROVINCIALI E/O STRADE COMUNALI.....</b>	<b>.....</b>
1 <b>PREMESSA .....</b>	<b>12</b>
2 <b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>12</b>
<b>C) OPERE IN CALCESTRUZZO .....</b>	<b>.....</b>
1 <b>PREMESSA.....</b>	<b>15</b>
2 <b>SPECIFICHE RELATIVE ALLA FORNITURA DEL CALCESTRUZZO.....</b>	<b>15</b>
3 <b>SPECIFICHE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO.....</b>	<b>16</b>
4 <b>CASSEFORME .....</b>	<b>21</b>
5 <b>STAGIONATURA DEL CLS.....</b>	<b>23</b>
6 <b>TIPOLOGIA STRUTTURALE E CLASSIFICAZIONE CALCESTRUZZO DA FORNIRE.....</b>	<b>26</b>
9 <b>ARMATURE.....</b>	<b>34</b>
<b>D) CAVI ELETTRICI .....</b>	<b>.....</b>
2 <b>SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE .....</b>	<b>37</b>
3 <b>DESCRIZIONE INTERVENTO .....</b>	<b>38</b>
4 <b>SPECIFICA CAVI M.T.....</b>	<b>40</b>
5 <b>SPECIFICA TERMINAZIONI SCONNETTIBILI .....</b>	<b>42</b>
6 <b>SPECIFICA TERMINAZIONI ACCOPPIATE .....</b>	<b>43</b>
7 <b>SPECIFICA GIUNTI M.T. – CONNETTORI TESTA-TESTA .....</b>	<b>44</b>
8 <b>SPECIFICA TERMINAZIONE DA INTERNO .....</b>	<b>46</b>
<b>E) SISTEMA DI CONTROLLO.....</b>	<b>.....</b>
1 <b>PREMESSA.....</b>	<b>47</b>
2 <b>SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE .....</b>	<b>48</b>
3 <b>DESCRIZIONE INTERVENTO .....</b>	<b>49</b>
4 <b>INSTALLAZIONE DEL SISTEMA SCADA.....</b>	<b>49</b>
4 <b>FORNITURA DEI MATERIALI E ACCESSORI.....</b>	<b>51</b>
<b>F) IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>.....</b>
1 <b>PREMESSA.....</b>	<b>52</b>
2 <b>SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE .....</b>	<b>53</b>
3 <b>DESCRIZIONE INTERVENTO .....</b>	<b>54</b>
<b>G) STAZIONE ELETTRICA MT/AT .....</b>	<b>.....</b>
1 <b>PREMESSA .....</b>	<b>56</b>
2. <b>SPECIFICA FORNITURA E COLLAUDO APPARECCHIATURE .....</b>	<b>59</b>
<b>SCOPO ED INTRODUZIONE .....</b>	<b>59</b>

<b>NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>59</b>
<b>CONDIZIONI AMBIENTALI.....</b>	<b>59</b>
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI .....</b>	<b>60</b>
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI .....</b>	<b>60</b>
<b>MONTANTE TRASFORMATORE.....</b>	<b>61</b>
<b>DESCRIZIONE TECNICA APPARECCHIATURE PRINCIPALI M.T. DI SOTTOSTAZIONE .....</b>	<b>69</b>
<b>QUADRISTICA.....</b>	<b>70</b>
<b>COLLAUDI .....</b>	<b>76</b>
<b>DOCUMENTAZIONE TECNICA.....</b>	<b>77</b>
<b>3. SPECIFICA MONTAGGI .....</b>	<b>78</b>
<b>CARPENTERIA METALLICA.....</b>	<b>78</b>
<b>MONTAGGIO SBARRE E COLLEGAMENTI ELETTRICI AT.....</b>	<b>79</b>
<b>MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT E MT .....</b>	<b>81</b>
<b>MONTAGGIO INTERRUTTORI.....</b>	<b>82</b>
<b>MONTAGGIO SEZIONATORI.....</b>	<b>84</b>
<b>MONTAGGIO TRASFORMATORI DI CORRENTE.....</b>	<b>86</b>
<b>MONTAGGIO TRASFORMATORI DI TENSIONE.....</b>	<b>86</b>
<b>MONTAGGIO SCARICATORI.....</b>	<b>87</b>
<b>MONTAGGIO COLONNINE DI ISOLATORI PORTANTI AT.....</b>	<b>88</b>
<b>FORNITURA E POSA IN OPERA DI TASSELLI CHIMICI O AD ESPANSIONE .....</b>	<b>88</b>
<b>MONTAGGIO QUADRI MT .....</b>	<b>89</b>
<b>MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/AT.....</b>	<b>90</b>
<b>MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/BT.....</b>	<b>90</b>
<b>REALIZZAZIONE DEI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA.....</b>	<b>91</b>
<b>COLLEGAMENTO DELLE CIME EMERGENTI ALLE STRUTTURE .....</b>	<b>91</b>
<b>COLLEGAMENTO DELLE APPARECCHIATURE ALLE STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO .....</b>	<b>92</b>
<b>POSA IN OPERA DI CORDA DI RAME.....</b>	<b>92</b>
<b>PITTURAZIONE APPARECCHIATURE E STRUTTURE .....</b>	<b>93</b>
<b>COLLEGAMENTI IN CAVO MT .....</b>	<b>94</b>
<b>PRESCRIZIONI PER LA POSA DEL CAVO.....</b>	<b>94</b>
<b>PRESCRIZIONI PER TERMINALI E GIUNTI.....</b>	<b>95</b>
<b>RIFASAMENTO.....</b>	<b>96</b>

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 3

## PREMESSA

Il presente capitolato generale d'appalto è stato predisposto al fine di esporre tutti quegli interventi funzionali all'esecuzione "chiavi in mano" delle opere civili (piazzole, scavi di fondazione, viabilità interna, vie cavo interne al parco e lungo la viabilità ordinaria ed opere in cls per le fondazioni degli aerogeneratori) e delle infrastrutture elettriche (fornitura e posa cavi, cabile elettriche, stazione elettrica, impianto di terra e impianto di controllo) a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

L'appalto in oggetto è comprensivo oltre che della costruzione anche della necessaria manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere fino all'ultimazione dei lavori di installazione dell'impianto eolico e la smobilitazione del cantiere, per un periodo massimo di 4 mesi dal completamento dei lavori relativi al presente appalto.

Sono altresì comprese tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologica ed idrogeologica eseguite per la formazione di piazzole, strade di servizio (cunette, canali di scolo, fossi di guardia, tubi di attraversamento, pozzetti, opere di contenimento) e qualunque altro intervento si renda necessario alla messa in sicurezza dei luoghi oggetto dei suddetti interventi (recinzioni, segnaletica, barriere di segnalazione e sicurezza).

Si intendono compresi anche tutti gli apprestamenti riferiti alla logistica di cantiere (compartimentazione, delimitazione aree, accessi, segnaletica, estintori, baracche di cantiere, spogliatoi, servizi igienici, informazione e formazione dei lavoratori, individuazione aree di stoccaggio dei rifiuti, impiantistica di cantiere, DPI).

Si intende compresa la garanzia di legge relativa a tutte le opere oggetto del presente capitolato.

Si intendono comprese le spese di progettazione esecutiva e di dettaglio rispetto a quanto sviluppato dal committente nonché le spese tecniche e assicurative in corso di costruzione (direzione lavori, direzione tecnica, project management, assicurazioni, collaudi di legge). Gli elaborati di progetto che dettagliano gli elaborati del progetto definitivo e/o esecutivo consegnati dal committente dovranno essere sottoposti all'approvazione del committente, tramite la Direzione Lavori, e al visto del Committente stesso.

La Direzione Lavori, che sarà a spese dell'appaltatore, sarà selezionata dal committente e potrà essere sostituita, a carico dell'appaltatore, in qualsiasi momento e a proprio insindacabile

Tipo: Documentazione di Progetto		
Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>		
Rev. 0 – 20/12/2019		Pag. 4

giudizio.

Si fa presente che durante l'esecuzione dei lavori, il presente capitolato tecnico potrà essere soggetto alla modifica delle quantità, in aumento e/o in diminuzione, ovvero delle specifiche di esecuzione dei lavori e di acquisto dei materiali, previo accordo/approvazione della Direzione Lavori. Si precisa che le suddette modifiche dovranno essere effettuate nel rispetto della normativa tecnica e amministrativa applicabile, della necessità di esecuzione "a perfetta regola d'arte" dei lavori nonché della funzionalità e garanzia contrattuale su opere e impianti.

## **A) PISTE, PIAZZOLE E CAVIDOTTO INTERNO ALL'IMPIANTO EOLICO**

### **1 PREMESSA**

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla esecuzione delle piazzole, degli scavi di fondazione, della viabilità interna e delle vie cavo interne all'area di progetto, a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.


L'appalto in oggetto è comprensivo oltre che della costruzione anche della necessaria manutenzione ordinaria e straordinaria di piste, piazzole e vie cavo, fino all'ultimazione dei lavori di installazione dell'impianto eolico e la smobilitazione del cantiere, per un periodo massimo di 4 mesi dal completamento dei lavori relativi al presente appalto.

Sono altresì comprese tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologica ed idrogeologica eseguite per la formazione di piazzole, strade di servizio (cunette, canali di scolo, fossi di guardia, tubi di attraversamento, pozzetti, opere di contenimento) e qualunque altro intervento si renda necessario alla messa in sicurezza dei luoghi oggetto dei suddetti interventi (recinzioni, segnaletica, barriere di segnalazione e sicurezza).

### **2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

#### **2.1 Piazzole aerogeneratori**

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola con superficie pressoché piana o in debole pendenza verso il perimetro (1-2%) della stessa in direzione dei canali di scolo delle acque piovane, qual'ora la loro presenza sia richiesta dalla committenza in sede di progettazione esecutiva. Tale piazzola avrà dimensione variabili in funzione delle caratteristiche geometriche degli aerogeneratori in progetto e potrà essere provvista di fossi di guardia a protezione della stessa da eventuali terreni limitrofi posti a quota maggiore rispetto a quella di progetto.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 6

Funzione principale dell'area in oggetto sarà lo stazionamento dei mezzi necessari al sollevamento dell'aerogeneratore, previo assemblaggio dello stesso a terra oppure in quota, ove, qual'ora esso avvenga a terra, saranno eseguite nelle immediate vicinanze della piazzola, in un'area di dimensioni opportune, adeguatamente livellata ma non necessariamente posta alla stessa quota di progetto della piazzola.

La piazzola sarà realizzata mediante scotico del terreno vegetale per uno spessore minimo di 20 cm, comprensivo dell'estirpazione di eventuali ceppaie, radici e arbusti che, saranno movimentati e accatastati in luogo opportuno. Anche il terreno di scotico, se ritenuto idoneo dal D.L. potrà essere accatastato nell'ambito del cantiere in modo da poter contribuire alla formazione delle scarpate artificiali, al riempimento delle vie cavo a alla formazione di rilevati. Successivamente saranno effettuati gli scavi di sbancamento in roccia frantumata (con esclusione di roccia da martellone o da mina) a sezione libera con fronte di scavo non superiore a 3 metri, ed il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il livellamento della piazzola fino alla quota di progetto ovvero trasportato entro una distanza di 1.500 metri. Prima della realizzazione del sottofondo della piazzola dovrà essere effettuata una compattazione del materiale movimentato.


Il fondo della piazzola sarà realizzato con misto di cava secco e parzialmente frantumato (sabbia grossa e ghiaia) con compattazione eseguita a strati successivi.

La D.L. potrà prescrivere la posa di uno strato drenante/anticapillare realizzato con materiale compattato avvolto in geotessile. In tale caso si intende che la posa di suddetto materiale è inclusa nell'appalto.

La piattaforma così realizzata dovrà essere in grado di sostenere una pressione al di sotto delle piastre di distribuzione dei carichi delle gru di sollevamento variabile in funzione delle caratteristiche degli aerogeneratori in progetto.

Su richiesta della D.L. si potrà prevedere che la parte superiore della piazzola sia rifinita con strato di finitura a graniglia o pietrisco di frantoio per uno spessore di circa 10 – 15 cm.

Si intende inclusa nel presente appalto la profilatura delle scarpate derivanti dagli scavi di sbancamento e la demolizione e movimentazione di trovanti rocciosi, relitti di muratura e altri manufatti di volume non superiore a 0,5 mc, nonché l'esecuzione di eventuali rilevati. Quest'ultimi dovranno essere realizzati utilizzando il materiale idoneo di recupero degli scavi ovvero utilizzando materiale arido fornito franco cantiere, steso a strati e compattato con rullo statico fino ad ottenere una densità del 95% della massima, prevedendo altresì la profilatura delle scarpate e dei bordi dei rilevati stessi. Le scarpate e i bordi risultanti sia dai rilevati che

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 7

dagli scavi di sbancamento dovranno avere pendenza di 1 verticale su 1 orizzontale (45°).

Al di fuori dell'area interessata dalla piazzola, troverà collocazione la torre di sostegno dell'aerogeneratore con la relativa fondazione, i dispersori di terra e le necessarie vie cavo. Ad ultimazione del getto in c.a. del plinto di fondazione, l'appaltatore effettuerà il riempimento dello scavo fino alla quota del sottofondo della piazzola o del piano di campagna con materiale rinveniente dagli scavi, adeguatamente compattato.

## 2.2 Scavi di fondazione

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore dell'impianto eolico in progetto è prevista l'esecuzione di uno scavo atto ad accogliere il dado di fondazione in terreno compatto; le voci di capitolato inerenti lo stesso plinto di fondazione saranno adeguatamente illustrate in altra parte del presente documento (interventi di consolidamento e/o miglioramento del piano di posa della fondazione, sottofondazione, casseformi, armature, getto di CLS, posizionamento concio di fondazione).


Lo scavo di fondazione fino alla profondità prevista potrà essere o del tipo in roccia sciolta (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili) oppure in roccia compatta (roccia da martellone e/o da mina), ed il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il riempimento dello scavo, a seguito dell'esecuzione del plinto, fino alla quota di progetto, ovvero destinato a compenso entro una distanza massima di 1.500 metri dallo scavo.

Si intende inclusa nel presente appalto la profilatura delle scarpate derivanti dagli scavi di sbancamento e la demolizione e/o movimentazione di trovanti rocciosi, relitti di muratura e altri manufatti di volume non superiore a 0,5 mc. Le scarpate e bordi risultanti dagli scavi dovranno avere pendenza generalmente di 3 verticale su 2 orizzontale (60°) e, comunque, tale da impedire possibili franamenti.

Comunque, a protezione degli operatori, saranno adottate idonee sbadacchiature e puntellature in legname o altro materiale che dovranno realizzarsi con tavoloni e puntelli di adeguata sezione, nel rispetto delle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni. Esse saranno mantenute in buono stato fino all'esecuzione dei casseri per il getto di calcestruzzo.

Come indicato nel precedente paragrafo, a seguito della realizzazione della fondazione in c.a., l'appaltatore effettuerà il riempimento dello scavo fino alla quota del sottofondo della piazzola



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 8

con materiale proveniente dagli scavi, adeguatamente compattato e rifinito con la realizzazione del fondo come sopra descritto.

### 2.3 Vie cavo

Il trasporto di energia e la trasmissione dei segnali tra gli aerogeneratori avverrà attraverso l'uso di vie cavo interrato in HDPE/PVC.

Lo scavo avrà larghezza variabile in funzione dei tubi corrugati che si intende posare ed una profondità pari a circa 1,20 mt con l'estradosso dello stesso che sarà collocato, comunque, ad una profondità non inferiore a 1,00 m dal piano campagna. Si intendono compresi nella presente voce di capitolato giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., da porsi in opera conformemente alle norme tecniche vigenti in materia (Norma CEI 11-17).

Lo scavo a sezione obbligata sarà eseguito in roccia frantumata o compatta e dovrà seguire i percorsi individuati nel progetto definitivo e/o esecutivo e confermati dalla D.L. su banchina o su terreno. Gli scavi relativi alle vie cavo saranno eseguiti prima del completato del fondo di piste e piazzole, qual'ora gli stessi interessino il tracciato di queste ultime.


Nei tratti di vie cavo su terreno vegetale con pendenza superiore al 12% saranno eseguiti terrazzamenti e opere di contenimento con briglie poste a distanza di 10-15 m e secondo indicazioni della D.L.

Il fondo dello scavo sarà adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa degli stessi cavi.

I cavi saranno posati e successivamente rinfiancati con materiali provenienti dagli scavi (previa rimozione degli inerti a maggiore granulometria) appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, compreso il livellamento ed il costipamento degli stessi sino al ricoprimento dello scavo.

Tali materiali saranno posti in opera per strati successivi adeguatamente compattati fino ad ottenere una densità del 95% della massima; nei tratti di cavidotto su terreno vegetale l'ultimo strato sarà composto dallo stesso terreno vegetale.

La posa dei cavidotti include l'onere delle giunzioni che, saranno realizzate entro vasche di dimensioni tali da consentire l'agevole operatività degli addetti e per le quali saranno predisposti appositi elementi in resina per la protezione meccanica dei cavi. Infine, ad una profondità di 20 cm circa dal piano di campagna, sarà posato un nastro monitoratore riportante la

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 9

dicitura “cavi elettrici” o simile, lungo tutto il percorso delle vie cavo.

I lavori relativi alla realizzazione delle vie cavo saranno eseguiti secondo cronoprogramma redatto a cura della Committenza e, potranno essere effettuati in concomitanza con la posa dei cavi elettrici.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dal D.L., così come l'eventuale riutilizzo dei materiali e la consistenza dei materiali impiegati per rinterri.

L'appaltatore potrà adottare una soluzione di posa dei cavi diretta su letto di sabbia e senza l'utilizzo di cavidotto corrugato. In questo caso dovranno comunque essere rispettate tutte le norme tecniche applicabili e dovrà essere prevista idonea protezione meccanica dei cavi.


## 2.4 Viabilità interna

La viabilità interna all'impianto eolico potrà essere costituita da viabilità realizzata ex-novo o da viabilità esistente che, pertanto, dovrà essere oggetto di ammodernamento per supportare un carico concentrato di 35÷40 kg/cmq.

La viabilità esistente, sarà oggetto di interventi di manutenzione straordinaria in maniera da consentire l'agevole accesso dei mezzi d'opera; ove necessario dovrà essere integrata da nuovi tratti di viabilità di servizio in maniera da assicurare l'agevole accesso alle piazzole degli aerogeneratori.

Per l'esecuzione dei nuovi tratti di viabilità interna e per l'allargamento della viabilità esistente si effettuerà uno scotico del terreno vegetale che, se ritenuto idoneo dal D.L., potrà essere accatastato nell'ambito di tutto il cantiere (identificato con la realizzazione di tutto il parco eolico) in maniera da contribuire alla formazione delle scarpate artificiali ove necessarie.

Successivamente saranno effettuati gli scavi di sbancamento in roccia frantumata (con esclusione di roccia da martellone o da mina) necessari per realizzare il sottofondo stradale con tronchi aventi pendenza longitudinale massima pari al 10-11%. Il materiale di risulta (appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3) sarà selezionato e riutilizzato per il livellamento delle strade stesse fino alla quota di progetto ovvero trasportato entro una distanza di 1.500 metri. Il sottofondo sarà quindi adeguatamente compattato con rullo statico e livellato con pendenza trasversale dell'1-2% a partire dal margine stradale verso i canali di scolo che

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 10

saranno eseguiti su uno dei due lati della carreggiata mediante scavo a sezione ristretta.

Il sottofondo relativo ai nuovi tratti di viabilità interna e all'allargamento della viabilità esistente sarà realizzato con misto di cava secco e parzialmente frantumato (sabbia grossa e ciottoli) stabilizzato con legante naturale, dello spessore indicativo di 30 cm con compattazione per strati successivi, compresa l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria.

Ove in buone condizioni il fondo della viabilità esistente sarà mantenuto, salvo essere trattato come un tratto di viabilità nuova su indicazioni della D.L.


Su richiesta della D.L., per punti circoscritti della viabilità di progetto o esistente da ammodernarsi, oggetto di più transiti, la parte superiore delle piste potrà essere rifinita con strato di usura in misto di cava stabilizzato e livellato con spessore fino a 10 cm, compresa l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria.

Si intende inclusa nella presente lavorazione la profilatura delle scarpate derivanti dagli scavi di sbancamento e la demolizione e movimentazione di trovanti rocciosi, relitti di muratura e altri manufatti di volume non superiore a 0,5 mc, nonché l'esecuzione di eventuali rilevati. Questi ultimi dovranno essere realizzati utilizzando il materiale idoneo di recupero degli scavi ovvero utilizzando materiale arido fornito franco cantiere, steso a strati e compattato con rullo statico fino ad ottenere una densità del 95% della massima, prevedendo altresì la profilatura delle scarpate e dei bordi dei rilevati stessi. Le scarpate e bordi risultanti sia dai rilevati che dagli scavi di sbancamento dovranno avere pendenza di 1 verticale su 1 orizzontale (45°).

La D.L. potrà prescrivere con idoneo preavviso l'esecuzione di piste più larghe, rispetto a quelle in progetto.

## **2.5 Noleggi attrezzature e macchinari**

Si intendono comprese nei lavori del presente capitolo tutte le movimentazioni di attrezzature, materiali e macchinari, anche se di proprietà del committente, funzionali alla realizzazione dell'impianto eolico in oggetto, nell'ambito del cantiere nonché per il trasporto/reso franco fabbrica nel territorio nazionale.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 11

### 3 CONTROLLI

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dal D.L. così come il riutilizzo dei materiale e la consistenza dei materiali impiegati per rinterri, rilevati etc.

Particolare attenzione dovrà essere posta al contenuto d'acqua del materiale da compattare. In caso di presenza di materiale di risulta ad alto contenuto d'acqua, la D.L. potrà prescrivere la sospensione delle attività di rinterro o di esecuzione dei rilevati fino all'essiccamento del materiale stesso, oppure il miscelamento con materiale arido.

Durante l'esecuzione delle lavorazioni la D.L. potrà altresì disporre prove di carico su piastra, ovvero rullatura e compattazione secondo modalità diverse da quanto sopra indicato, al fine di verificare il grado di resistenza e/o consistenza del rilevato.

## **B) CAVIDOTTO LUNGO STRADE PROVINCIALI E/O STRADE COMUNALI**

### **1 PREMESSA**

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura in opera del cavidotto da realizzarsi lungo Strade Provinciali e/o Strade Comunali, a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

L'appalto in oggetto è comprensivo di tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologia ed idrologica eseguite per la realizzazione del cavidotto stesso e ogni intervento necessario per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi (segnaletica, barriere di segnalazione).


### **2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

L'energia prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto eolico verrà trasportata, a seguito di trasformazione in media tensione, attraverso una serie di vie cavo interrato, verso una cabina primaria di consegna.

I cavidotti interni all'impianto eolico, cioè quelli di collegamento tra un aerogeneratore e l'altro e fra gli stessi e le cabine di impianto, saranno altresì destinati alla trasmissione dei segnali. Essi saranno costituiti da un idoneo numero di tubi corrugati del tipo a doppia parete in HDPE atti ad accogliere conduttori, cavi elettrici e di segnalazione in genere il cui numero, sezione e caratteristiche dipenderanno dalla tipologia degli aerogeneratori in progetto.

Tali cavi saranno posati sul fondo dello scavo con l'estradosso del tubo corrugato che sarà collocato ad una profondità non inferiore a 1,00 m dal piano campagna. Essi saranno posti in opera, compreso giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., conformemente alle norme tecniche in materia (Norma CEI 11-17).

I cavidotti seguiranno il tracciato previsto in sede di progettazione esecutiva ed autorizzato dalle Amministrazioni competenti, nonché confermato dalla D.L. fiancheggiando ed, ove previsto, attraversando le strade provinciale e/o comunali al di fuori del piano viabile o sotto lo

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 13


stesso. In tal senso, le modalità realizzative di tali fiancheggiamenti ed attraversamenti, dovranno attenersi scrupolosamente alla prescrizioni fornite dall'Ente gestore della viabilità interessata, precisando, altresì, che il fondo dello scavo sarà adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa dei cavi.

Successivamente alla posa dei cavi, si provvederà al loro rinfiacco con materiali provenienti dagli scavi (previa rimozione degli inerti a maggiore granulometria) appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 compreso il livellamento ed il costipamento degli stessi.

Per le vie cavo su banchina, il rinfiacco sarà sormontato da uno strato di sottofondo in ghiaia grossa e misto di cava per uno spessore medio di circa 10 cm e da uno strato superficiale in misto di cava stabilizzato o pietrisco di frantoio, fino al ricolmo dello scavo compresa la stesura e la compattazione. Infine, ad una profondità di 20 cm circa dal piano campagna, sarà posato un nastro monitore riportante la dicitura "cavi elettrici" o simile, lungo tutto il percorso delle vie cavo.

Per le vie cavo al di sotto del piano viabile, si predisporrà uno scavo a sezione obbligata entro cui collocare i corrugati e il successivo rinfiacco con materiali provenienti dagli scavi (previa rimozione degli inerti a maggiore granulometria) appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 compreso il livellamento ed il costipamento degli stessi fino ad una profondità di circa 50 cm dal livello superiore dello scavo. Seguirà la realizzazione di sottofondo in conglomerato cementizio preconfezionato, fino ad una profondità di circa 10 cm dal livello superiore dello scavo. Si procederà, quindi, alla posa di conglomerato bituminoso tipo binder steso in opera con vibrofinitrici, costipato con appositi rulli compressori fino alla quota del piano viabile, che potrà, successivamente all'apertura al transito del tratto di strada interessata dalla posa dei cavi, essere oggetto di fresatura della pavimentazione stradale (comprensiva dello smaltimento dei materiali di risulta) e successiva stesa del tappetino di usura (miscela di pietrischetti e graniglie confezionato a caldo in idoneo impianto, comprese la fornitura del legante di ancoraggio in ragione di 0,7 kg/m di emulsione bituminosa al 55% e la stesa in opera con vibrofinitrice meccanica).

La posa dei cavidotti include l'onere delle giunzioni che, saranno realizzate entro vasche di dimensioni tali da consentire l'agevole operatività degli addetti e per le quali saranno predisposti appositi elementi in resina per la protezione meccanica dei cavi. Infine, ad una profondità di 20 cm circa dal piano di campagna, sarà posato un nastro monitore riportante la

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 14

dicitura “cavi elettrici” o simile, lungo tutto il percorso delle vie cavo.

I lavori relativi alla realizzazione delle vie cavo saranno eseguiti secondo cronoprogramma redatto a cura della Committenza e, potranno essere effettuati in concomitanza con la posa dei cavi elettrici.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dal D.L., così come l'eventuale riutilizzo dei materiali e la consistenza dei materiali impiegati per rinterri.

L'appaltatore potrà adottare una soluzione di posa dei cavi diretta su letto di sabbia e senza l'utilizzo di cavidotto corrugato. In questo caso dovranno comunque essere rispettate tutte le norme tecniche applicabili e dovrà essere prevista idonea protezione meccanica dei cavi.

## **C) OPERE IN CALCESTRUZZO**

### **1 PREMESSA**

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi all'esecuzione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori costituenti un impianto destinato alla produzione di energia da fonte eolica.

Sono comprese nell'appalto tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologica ed idrologica eseguite per la realizzazione delle fondazioni e ogni intervento necessario per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi.


### **2 SPECIFICHE RELATIVE ALLA FORNITURA DEL CALCESTRUZZO**

Nel seguito viene descritta la specifica cui l'appaltatore dovrà attenersi nell'esecuzione dei lavori relativi al presente appalto.

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare la segregazione dei costituenti l'impasto o il deterioramento dello stesso. Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- la data e le ore di partenza dall'impianto, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- il tipo, la classe e, ove specificato nell'ordine di fornitura, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 16

- i metri cubi nominali trasportati.

A richiesta il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti agli incaricati del Direttore dei Lavori. Comunque alla fine di ogni getto, copia di detta documentazione dovrà essere consegnata al D.L. o al suo incaricato.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato. La consistenza dell'impasto dovrà essere controllata contestualmente a ogni prelievo di materiale per le prove di resistenza, di massa volumica e del rapporto a/c. Tutte le prove dovranno essere eseguite sullo stesso materiale di prelievo, in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.


### 3 SPECIFICHE RELATIVE ALLA POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

La posa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme. Per assicurare la migliore riuscita del getto, si eseguiranno una serie di verifiche preventive, oltre che sulle casseforme e i ferri d'armatura, anche sull'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

Per la movimentazione del calcestruzzo dal mezzo di trasporto al punto di messa in opera potrà essere adottato uno dei seguenti sistemi:

**canaletta:** per proteggere il calcestruzzo dal rapido essiccamento, dovrà essere riparata dal vento e dal sole, inoltre, dovrà essere accuratamente ripulita al termine di ogni operazione di scarico;

**benna:** tale soluzione sarà preferibile nei casi in cui si operi a quote elevate rispetto al piano di consegna. Particolare cura andrà posta nella verifica sulla consistenza del calcestruzzo che, dovrà essere tale da far defluire la massa senza segregare. Per accompagnare il calcestruzzo entro le casseforme evitando la caduta libera e, quindi, la segregazione, sarà consigliabile l'impiego di un tubo getto che, immerso nella superficie del calcestruzzo fresco, ne permetta l'immissione dal basso o, in alternativa, l'applicazione alla bocca di scarico della benna di un tubo di gomma flessibile (diametro 15÷20 cm, lunghezza tale da ridurre la caduta libera del calcestruzzo a meno di 50 cm);

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 17

**nastro trasportatore:** il calcestruzzo non dovrà segregare, essiccare in modo rilevante o aderire al nastro. Il nastro di ritorno, ripulito mediante gli specifici raschia-nastro, dovrà rimanere liberato dalla malta o pasta cementizia. Per salvaguardare l'omogeneità del calcestruzzo dovrà essere ottimizzata la velocità di traslazione e la pendenza del nastro;


**pompa:** la soluzione più idonea alle opere in oggetto è rappresentata dalle pompe su autocarro, grazie all'ampio spazio disponibile alla movimentazione del braccio idraulico rispetto al luogo di posa della massa. All'estremità della tubazione metallica di pompaggio sarà inserito un tubo atto a facilitare la distribuzione del calcestruzzo entro le casseforme. Si dovrà evitare, tuttavia, di sottoporre la tubazione flessibile a curve strette, ponendo attenzione ai possibili repentini scuotimenti dovuti ad aumenti della pressione di pompaggio. Per evitare pericolose espulsioni di calcestruzzo dovute a cedimenti delle tubazioni in pressione, dovrà essere verificato sistematicamente lo stato delle stesse e, in modo particolare, il loro stato di usura, nonché il corretto fissaggio degli elementi di congiunzione. Prima di iniziare il pompaggio, la superficie interna della tubazione dovrà essere lubrificata con boiaccia cementizia o apposito additivo compatibile con il calcestruzzo. Affinché l'operazione di pompaggio possa procedere in modo soddisfacente, l'impasto dovrà essere alimentato in modo continuo così che il calcestruzzo risulti uniforme, di buona qualità, omogeneamente mescolato e correttamente dosato, con aggregati di adeguato assortimento granulometrico. Nel caso in cui, a seguito delle esigenze di posa in opera, sia necessario interrompere il pompaggio, per impedirne l'intasamento, l'operatore della pompa dovrà operare brevi ed alterni movimenti di spinta ed aspirazione del calcestruzzo; ove tale interruzione si protragga oltre 10-20 minuti, in relazione alla temperatura dell'ambiente, sarà necessario effettuare la pulizia del sistema. La pompa dovrà essere disposta, specialmente in condizioni di clima caldo, il più possibile prossima al sito di messa in opera.

Il mezzo idoneo allo scarico, deve essere scelto tenendo in considerazione le caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, la distanza tra il punto d'arrivo del mezzo e quello di getto, le condizioni climatiche, la conformazione delle casseforme e del cantiere, le attrezzature di compattazione disponibili e la velocità d'avanzamento prevista.

Nel caso di calcestruzzo pompato, la consistenza dovrà essere misurata prima dell'immissione del materiale nel getto.

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori abbia verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 18

- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- posizione delle eventuali vie cavi corrugate;
- posizione degli inserti (concio di fondazione, giunti, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive. In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato ripristino.


Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti, mentre, i ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

Salvo specifica autorizzazione del Direttore dei Lavori, è esclusa la possibilità di qualunque aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto. Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione.

Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore, misurato dopo la vibrazione, comunque non maggiore di 50 cm. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 19

vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze. Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Per getti in pendenza dovranno essere predisposti cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua l'Appaltatore dovrà:

- adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento o alla deviazione dell'acqua o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche antidilavamento preventivamente autorizzate dal Direttore dei Lavori.


Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di effettuare la ripresa, la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di + 5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5 °C. Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero. La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo e, per evitare il congelamento, tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di – 5C. Tale

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 20

limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi. Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.


Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato in modo da assicurare che una eventuale carota estratta dal getto in opera presenti una massa volumica non inferiore al 97% della massa volumica del calcestruzzo compattato a rifiuto prelevato per la preparazione dei provini cubici o cilindrici in corso d'opera. Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 3 giorni dal getto e comunque per il tempo necessario, in funzione delle varie condizioni ambientali.

La durata del periodo di stagionatura sarà valutata in funzione delle condizioni ambientali e meteorologiche in cui avviene; per il magrone di sottofondazione dovrà essere pari ad almeno 2 giorni (48 ore) prima della posa del concio di fondazione.

Il calcestruzzo sarà gettato in opera per livelli successivi aventi spessore di circa 20 ÷ 30 cm con l'ausilio di vibratori (almeno un vibratore per 10 m<sup>3</sup>/h di getto) e da personale qualificato. Ogni strato di calcestruzzo fresco dovrà saldarsi con quello sottostante, pertanto, nel corso della compattazione, il vibratore sarà immerso per ca. 15 ÷ 20 cm nella massa di cls per essere ritirati lentamente in modo che il cemento si fonda e il foro creatosi si richiuda rapidamente. Fra uno strato di cls ed il successivo sarà opportuno attendere circa un ora per permettere la perfetta ricompattazione della massa.

Particolare attenzione sarà posta nell'esecuzione del getto a ridosso del concio di fondazione avendo cura di verificare la perfetta aderenza fra lo stesso e la massa di cls.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 21

## 4 CASSEFORME

Le casseforme dovranno essere rigide e a perfetta tenuta, per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia. Nel caso di cassetteria a perdere inglobata nell'opera si dovrà verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa per l'estetica o la durabilità, se è elemento accessorio.


I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano comunque pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito. Si dovrà far uso di prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866 [16], disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie a vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. E' vietato usare come disarmanti lubrificanti di varia natura o oli esausti.

Se sono impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo o sotto forma di emulsioni pastose in quantità controllata; la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

I giunti tra gli elementi di cassaforma dovranno essere realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Se prescritto nel progetto tali giunti dovranno essere evidenziati. Le riprese del getto sulla faccia a vista dovranno essere realizzate secondo linee rette; qualora previsto nel progetto, dovranno essere marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm.

I dispositivi che mantengono in posizione i casseri, quando attraversano il calcestruzzo, non dovranno risultare dannosi a quest'ultimo. Gli elementi dei casseri saranno fissati nella posizione prevista unicamente mediante fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc stabilizzato o simili, che dovranno rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo e siglati in entrambe le estremità con tappi a tenuta.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare l'adozione di altri sistemi di fissaggio dei casseri, se proposti dal Progettista, prescrivendo le cautele da adottare a totale carico dell'Appaltatore. E' vietato l'utilizzo di fili o fascette d'acciaio inglobati nel getto. E' vietato l'impiego di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi distanziatori non deformabili in plastica, ma ovunque possibile dovranno essere usati quelli in malta o pasta cementizia. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma dovrà essere la più piccola possibile e tale da

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 22

garantire il copriferro previsto nel progetto.

L'Appaltatore avrà l'onere di predisporre durante l'esecuzione dei lavori tutti i fori, tracce, cavità e incassature previsti negli elaborati costruttivi per permettere la successiva posa in opera di apparecchi accessori quali: giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, conci di fondazione ecc.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le resistenze indicate dal Progettista e comunque non prima dei tempi indicati nei decreti attuativi della Legge n° 1086 [1]. Eventuali irregolarità o sbavature di calcestruzzo o pasta cementizia, dovute anche a modeste perdite dai giunti dei casseri, qualora ritenute non tollerabili dal Direttore dei Lavori, dovranno essere asportate mediante bocciardatura; i punti difettosi dovranno essere ripristinati, immediatamente dopo il controllo del Direttore dei Lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette, che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 10 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione. Dopo la scasseratura dovranno essere adottati i provvedimenti previsti del presente capitolato al fine di evitare il rapido essiccamento delle superfici ed il loro brusco raffreddamento.

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme:

- il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe;
- la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante;
- il contenuto d'acqua e la classe di consistenza delle miscele di calcestruzzo dovranno rientrare strettamente nei limiti fissati dal Progettista;
- si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'Appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica. Si dovranno evitare macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; prendendo i dovuti provvedimenti per evitare che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

## 5 STAGIONATURA DEL CLS

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:


- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella tabella 1.1 sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

Tabella 1.1 - Durata minima della stagionatura protetta (giorni)

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante la stagionatura									
I) Non esposto ad insolazione diretta; Umidità relativa UR dell'aria circostante 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II) Insolazione diretta media o vento di media velocità o UR >50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III) Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR <50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 24

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata in tabella 1.2.

*Tabella 1.2 - Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo*


Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe di resistenza del cemento
Rapida	$\leq 0,45$	42.5 R
Media	$\leq 0,55$	42.5 R 32.5 R – 42.5 N
Lenta	$\leq 0,60$	32,5 N
Molto Lenta	In tutti gli altri casi	

Le durate di stagionatura di tabella 1.1 dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1. Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti. Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 25

all'interno del cassero.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono dalla composizione dell'impasto, dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, per limitare le tensioni di origine termica dovranno essere rispettati i limiti seguenti:


- una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- una differenza massima di 15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

La maturazione accelerata con trattamento termico dei calcestruzzi gettati in opera è normalmente esclusa; essa sarà permessa solo qualora siano state condotte indagini sperimentali sul tipo di trattamento termico che si intende adottare.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la durata di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore (in genere dalle 4 alle 5 ore);
- i gradienti termici non dovranno superare il valore di 20°C/ora durante il riscaldamento e 10 °C/ora durante il raffreddamento; essi dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- la temperatura all'interno del calcestruzzo non dovrà superare in media i 60 °C, con valore puntuale massimo non superiore a 65°C;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella alla superficie non dovrà superare 20 °C;
- durante tutta la procedura di maturazione forzata e durante il raffreddamento il calcestruzzo sarà protetto contro le perdite di umidità.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termoigrometriche della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6127.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 26

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

La superficie esterna dei getti in calcestruzzo dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera. Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati in precedenza.

## 6 TIPOLOGIA STRUTTURALE E CLASSIFICAZIONE CALCESTRUZZO DA FORNIRE

L'appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle norme tecniche applicabili, nonché dalla presente specifica, così come quelli integrativi richiesti dalla D.L. o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche.

Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura. Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione di quanto sopra descritto si intendono compresi nelle voci di capitolato.

**TIPO DI OPERA** : Plinto di fondazione

### CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Per la tipologia strutturale in oggetto si prescrive un calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche :

<b>Resistenza caratteristica Rck</b>	: 35 N/mm <sup>2</sup>
<b>Classe di esposizione</b>	: XC2 + XF1 + XA1 (determinata secondo UNI 206-1/UNI 11104)
<b>Classe di consistenza</b>	: S3
<b>Diametro max. aggregati</b>	: 16 mm

## CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO

### **Cemento**

I cementi prescritti devono essere conformi alla UNI-EN 197/1, controllati e certificati secondo la normativa vigente.

Per la tipologia strutturale in oggetto devono essere impiegati i seguenti cementi per classe e per tipo : III/B 32.5

### **Aggregati**

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo devono risultare conformi alle caratteristiche previste dalla norma UNI 8520 parte 2.

Per la struttura in oggetto si dovranno impiegare aggregati naturali o frantumati con diametro massimo di 16 mm. Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

### **Acqua**

L'acqua dell'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008.

### **Additivi**

Gli additivi dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI 7101.

Trattandosi di CLS esposto al gelo si prescrive aria aggiunta al 6%


Si prescrive l'impiego di Additivo Superfluidificante

### Composizione tipo di 1 mc di cls


Cemento III/B 32.5:	323 kg
Additivo fluidificante (WA) 0,40%:	1,17 kg
Acqua:	185 l
Aggregati:	sabbia 0/2    601 kg
	ghiaia 2/8    287 kg
	ghiaia 8/16    870 kg

## 7 RIEPILOGO DEGLI ELEMENTI DI BASE DELLE PRESCRIZIONI

### CORROSIONE INDOTTA DA CARBONATAZIONE


	La carbonatazione provoca la corrosione dei ferri d'armatura quando la struttura è prevalentemente esposta all'aria, all'acqua e all'ossigeno. Le strutture interessate sono quelle relative agli interni degli edifici, civili o industriali, all'esterno e a contatto con acqua e o terreni non aggressivi.	
<b>Classe di Esposizione</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Tipologia</b>
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo

### ATTACCO DEI CICLI DI GELO/DISGELO CON O SENZA SALI DISGELANTI

	Ripetuti cicli di gelo e disgelo possono deteriorare il calcestruzzo. Le strutture interessate a questo tipo di aggressione sono quelle esposte alla pioggia e al gelo e tutte le superfici di calcestruzzo che vengono, durante l'inverno, a contatto con sali disgelanti.	
<b>Classe di Esposizione</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Tipologia</b>

XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate o colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua
-----	---	--

### ATTACCO CHIMICO

	Da parte di acque del terreno ed acque fluenti.	
<b>Classe di Esposizione</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Tipologia</b>
XA1	Ambiente chimicamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.

### CLASSE D'ESPOSIZIONE – Rck minima – Rapporto a/c max

#### **Denominazione della classe e descrizione dell'ambiente di esposizione**

XC2: Bagnato, raramente asciutto

XF1: Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente

disgelante XA1: Ambiente chimicamente aggressivo

#### **Classe di esposizione : XC2 + XF1 + XA1 (determinata secondo UNI EN 206-1/UNI**

Rck : 35

Rapporto a/c max :


#### **Richieste prestazionali aggiuntive**

Calcestruzzo resistente alla penetrazione	S
Resistenza a trazione semplice ( $f_{ctm}$ ,	Nessuna
Resistenza a traz. per flessione ( $f_{ctm}$ ,	Nessuna



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 30

Sviluppo della resistenza:	Medio
----------------------------	-------

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 31

## 8 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEL CLS

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto, secondo le disposizioni tecniche di cui all'All. 2 del D.M. 09/01/96 e ss.mm.ii..

Qualora le variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, è obbligo del Direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee al momento della posa in opera nei casseri ed è costituito da due provini; la media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo".

In funzione del quantitativo di conglomerato accettato, si distinguono:

- controlli tipo A;
- controlli tipo B

### CONTROLLO TIPO A:

è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni:


$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Con  $R_m$  resistenza media dei tre prelievi.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 32

di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

### **CONTROLLO TIPO B:**

nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4s \text{ (N/mm}^2\text{)}$$


$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

essendo  $R_m$  la resistenza media dei 15 o più prelievi,  $R_1$  il valore minore dei 15 o più prelievi ed  $s$  lo scarto quadratico medio.

Il Direttore dei Lavori dovrà procedere direttamente al prelievo dei campioni necessari per le prove di accettazione che dovranno essere effettuate da laboratori accreditati. Il Laboratorio provvederà alla maturazione ed alla conservazione dei provini per la determinazione della resistenza a compressione allo scadere del tempo previsto dal Direttore dei Lavori, secondo quanto stabilito dalla norma EN 12390. Nel corso del prelievo dei provini sarà redatto apposito verbale e disposta l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare espresso riferimento a tale verbale.

I certificati emessi dai laboratori dovranno obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) su ciascuna pagina;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 33

- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per la preparazione e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella UNI 6127 così come revisionato dalle successive UNI EN 12390: "Prova sul calcestruzzo indurito".

In sintesi dovranno rispettarsi le seguenti indicazioni:

- prelievo in cantiere al momento del getto;
- utilizzo di stampi di dimensioni e tolleranze specificate dalla UNI-EN 12390-1;
- riempimento degli stampi e compattazione degli stessi a rifiuto per l'eliminazione dell'aria nell'impasto;
- conservazione dei provini in ambiente a temperatura e umidità controllata ( $T = 20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; U.R. > 95 %); nel caso in cui il getto sia eseguito in periodo freddo, potrà essere opportuno, per esigenze di cantiere, specificare un valore caratteristico a compressione su provini maturati a temperatura diversa da  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- maturazione per 28 giorni (in accordo alla UNI-EN 12390-2);
- alla scadenza del periodo di maturazione effettuazione di prove di schiacciamento in accordo alla UNI-EN 12390-3 e 4;

Per quel che riguarda la centrale di betonaggio, l'appaltatore dovrà attenersi alla normativa tecnica applicabile (L. 1086/71, norme tecniche UNI EN 206-1 e UNI 11104).

## 9 ARMATURE

Per quel che riguarda l'esecuzione delle armature in acciaio, di cui sarà trasmessa idonea certificazione relativa ai controlli in stabilimento con marchio di identificazione, l'appaltatore dovrà attenersi alla normativa tecnica e disposizioni legislative applicabili (EN 100021, EN 10080, UNI 564, UNI 6407-69, D.M. 09/01/1996, D.M. 14/09/05). L'appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle norme tecniche applicabili, così come quelli integrativi richiesti dalla D.L. o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche. Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

**TIPO DI OPERA** : Plinto di fondazione

### CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI

Per la tipologia strutturale in oggetto si prescrive un acciaio del tipo laminato a caldo avente le seguenti caratteristiche :

<b>Tipologia:</b>	B450C
<b>Tensione caratteristica di snervamento:</b>	$f_{yk} \geq f_{ynom} (450 \text{ N/mm}^2)$
<b>Tensione caratteristica di rottura:</b>	$f_{tk} \geq f_{tnom} (540 \text{ N/mm}^2)$
<b>Allungamento:</b>	$(A_{gt})_k \geq 7\%$
	$(f_t / f_y)_k \geq 1,13$
	$(f_t / f_y)_k \leq 1,35$
	$(f_y / f_{ynom})_k \leq 1,25$

Per l'armatura del magrone di sottofondazione è necessaria la posa in opera sul fronte inferiore di una rete in acciaio elettrosaldato a maglia quadrata avente le seguenti caratteristiche:

<b>Tensione caratteristica di snervamento:</b>	$f_{yk} \geq 390 \text{ N/mm}^2$
<b>Tensione caratteristica di rottura:</b>	$f_{tk} \geq 440 \text{ N/mm}^2$
<b>Allungamento:</b>	$A_{10} \geq 6\%$


## 10 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DELL'ACCIAIO

I controlli sono obbligatori e devono eseguirsi in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita.

I valori minimi della resistenza e dell'allungamento, accertati in accordo con quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2 da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, sono i seguenti:

### Valori Limite di Accettazione

Caratteristiche	Valore limite
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 5.0% (per acciai laminati a caldo)
$A_{gt}$ minimo	≥ 5.0% (per acciai trafilati a freddo)
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$ (per acciai laminati a caldo)
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$ per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche per tutti

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 36


## D) CAVI ELETTRICI

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dei cavi elettrici a servizio dell'impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Sono altresì compresi tutti gli interventi necessari per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi (segnaletica, barriere di segnalazione etc.) ovvero gli oneri per la sicurezza ai sensi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dalla D.L.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 37

## 2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE


Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere le condizioni di fornitura, installazione e collaudo di cavi elettrici a servizio di un impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

La fornitura dovrà intendersi nella formula “chiavi in mano” e dovrà, pertanto, comprendere la :

- Fornitura, posa in opera, prove, collaudi e messa in esercizio di cavi elettrici, comprensivi di giunzioni, connessioni, e terminazioni fino ai limiti di fornitura (quadri di cabina e di aerogeneratori);
- Fornitura di planimetrie e particolari di esecuzione (ubicazione giunzioni), sia su supporto cartaceo, sia su supporto informatico, redatti nella versione as built, ovvero secondo quanto concordato in fase realizzativa con la committente;
- Esecuzione di tutte le prove e verifiche preliminari all’attivazione dell’impianto consistenti in .
  - verifiche funzionali,
  - A fine prove dovrà essere rilasciata la documentazione tecnica e normativa relativa alle prove effettuate (bollettini di prove, ecc..).

I lavori oggetto della presente fornitura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d’arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo :

CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo
CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di i e ii categoria
CEI 61400	Sistemi di generazione a turbina eolica – parte 1: prescrizioni di sicurezza
DPR 547/55	Prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro, con successive varianti e integrazioni

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 38

### 3 DESCRIZIONE INTERVENTO


L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione verrà trasformata a 30 kV (MT) nelle singole cabine di trasformazione poste all'interno di ciascuna torre. Dopo la trasformazione, l'energia viene trasportata fino ad una o più cabine elettriche di impianto. Il cavo che conetterà gli aerogeneratori fino alle cabine di impianto è del tipo ARE4H1RX 3X1XYYY 24/30 kV. (cavo M.T. con tensione di isolamento fino a 20kV, costituito da tre conduttori intrecciati di idonea sezione ad elica visibile e isolati in gomma E4). Per la consegna alla rete elettrica di tutta l'energia prodotta dal campo eolico sarà costruito un cavidotto interrato che dalle cabine di impianto di cui sopra giunge sino alla cabina primaria MT/AT. Per questo cavidotto il cavo adottato sarà del tipo ARE4H1RX 3X1XYYY 24/30 kV. (cavo M.T. con tensione di isolamento fino a 36kV, costituito da tre conduttori intrecciati di idonea sezione ad elica visibile e isolati in gomma E4). Per il trasporto di energia in MT saranno utilizzati tubi corrugati in HDPE posato sul fondo dello scavo e attraversato dal cavo elettrico. Salvo diverse indicazioni della D.L. la sezione di scavo è pari a 0,50 (profondità) x 1,20 ml e l'estradosso del tubo corrugato sarà posto a profondità non inferiore a 1 m dal piano campagna.

I cavi elettrici saranno posati all'interno di tubi corrugati. In ogni tubo dovrà essere preventivamente infilato il sondino di materiale idoneo e di sezione adeguata per fungere da traente ai cavi di potenza riuniti ad elica.

Per quanto attiene la posa dei cavi che termineranno all'interno del concio di fondazione degli aerogeneratori, e comunque per tutte le situazioni in cui la parte terminale di un cavo dovesse rimanere scoperta per un lungo periodo, sarà cura dell'appaltatore predisporre opportuni accorgimenti tecnici (es. posa di mastice impermeabile) che evitino l'infiltrarsi di acqua e umidità negli strati costituenti il cavo.

Le terminazioni da installare direttamente sulle celle M.T. a base torre saranno del tipo sconnettibile, in modo da permettere una connessione in entra-esce che connette l'aerogeneratore sia con la macchina precedente che quella successiva utilizzando una sola terna di morsetti.

L'appaltatore eseguirà il lavoro a perfetta regola d'arte, nel rispetto della normativa tecnica applicabile e delle specifiche tecniche dei cavi elettrici.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 39

Sono comprese tra le opere oggetto del presente appalto le spese per l'allacciamento alla rete elettrica di distribuzione dell'impianto eolico di produzione nonché delle utenze ausiliarie per l'alimentazione delle cabine.

L'appaltatore potrà adottare una soluzione di posa dei cavi diretta su letto di sabbia e senza l'utilizzo di cavidotto corrugato. In questo caso dovranno comunque essere rispettate tutte le norme tecniche applicabili e dovrà essere prevista idonea protezione meccanica dei cavi.



## 4 SPECIFICA CAVI M.T.

Segue una specifica tecnica esemplificativa del cavo elettrico che potrà essere utilizzato dall'appaltatore.

- ARE4H5E(X) 18/30 kV 70mm<sup>2</sup> SK1

### CARATTERISTICHE DI COSTRUZIONE

Materiale del conduttore	Aluminum
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta classe 2
Materiale del semi-conduttore interno	Mescola semiconduttrice
Isolamento	XLPE
Materiale del semi-conduttore esterno	Mescola semiconduttrice
Schermo	Nastro di alluminio longitudinale
Guaina esterna	PE
Colore guaina esterna	Rosso

### CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Diametro del conduttore	9,8mm
Diametro sull'isolante	25,8mm
Diametro esterno	38,4mm
Peso approssimativo	1130kg/km

### CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Capacità nominale	0,166μF / km
Reattanza di fase a 50 Hz a trifoglio	0,143Ohm/km
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,443Ohm/km
Resistenza el. del cond. a 90°C in c.a. - trifoglio	0,568Ohm/km
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa a trifoglio	235A
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	205A
Corrente di corto circuito nel conduttore 1s	6,6kA

Tensione nominale U<sub>0</sub>/U (Um)

18 / 30 (36) kV

## CARATTERISTICHE D'UTILIZZO

Massima forza di tiro durante la posa	50.0N/mm <sup>2</sup>
Temperatura massima di servizio del conduttore	90°C
Temperatura massima di cortocircuito del conduttore	250°C
Temperatura d'installazione minima	-20°C
Fattore di curvatura durante l'installazione	20(xD)
Fattore di curvatura per installazione fissa	15(xD)
Tenuta d'acqua radiale	Si
Tenuta d'acqua longitudinale	Si

## 5 SPECIFICA TERMINAZIONI SCONNETTIBILI

Segue una specifica tecnica esemplificativa delle terminazioni che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

### TERMINAZIONI SCONNETTIBILI 630 A - Interfaccia C

**TERMINAZIONE A "T"**  
**(K)(M)430TB**  
 fino a  $U_m$  24 kV - 630 A

#### NORME

Le terminazioni sconnettibili soddisfano le norme CENELEC HD 629.1.

#### APPLICAZIONE

Terminazione sconnettibile a "T" (imbullonato) disegnata per connettere cavi con isolamento estruso ad apparecchiature elettriche (trasformatori, interruttori, motori...), Adatta per la derivazione con altre terminazioni utilizzando l'elemento di giunzione.

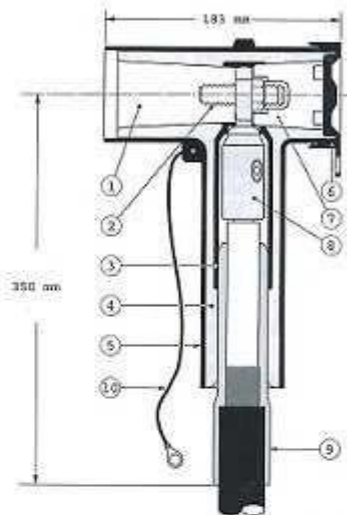
#### DESCRIZIONE

La terminazione è così composta:

1. presa ad interfaccia tipo C-A (CENELEC EN 50180 e 50181)
2. vite di fissaggio
3. gomma EPDM
4. isolamento in gomma EPDM stampata tra la parte semiconduttiva esterna ed interna
5. schermatura esterna in gomma EPDM
6. tappo di chiusura
7. presa isolante base (versione standard senza punta rilevazione tensione)
8. capocorda
9. riduttore cavo
10. messo a terra

La schermatura esterna provvede alla protezione totale dal contatto ed assicura la sicurezza del personale contro il pericolo di folgorazioni.

Ogni terminazione prima di essere spedita viene sottoposta alla prova di tenuta a frequenza industriale e alla verifica delle scariche parziali.



Terminazione sconnettibile tipo	Tensione $U_m$ kV	Corrente $I_n$ A	Sezioni Al o Cu mm <sup>2</sup>	
			min.	max.
430TB	12	630	35	300
K430TB	24	630	35	300

## 6 SPECIFICA TERMINAZIONI ACCOPPIATE

Segue una specifica tecnica esemplificativa delle terminazioni accoppiate che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

### TERMINAZIONI SCONNETTIBILI 630 A - Interfaccia C

**TERMINAZIONE ACCOPPIATA  
(K)(M)300PB  
fino a  $U_m$  24 kV - 630 A**

#### NORME

Le terminazioni sconnettibili soddisfano le norme CENELEC HD 629.1 S1 per 10 e 20 kV

#### APPLICAZIONE

Terminazione sconnettibile a "T" (imbulonato) disegnata per connettere cavi con isolamento estruso ad apparecchiature elettriche (trasformatori, interruttori, motori...), Adatta per la derivazione con altre terminazioni utilizzando l'elemento di giunzione.

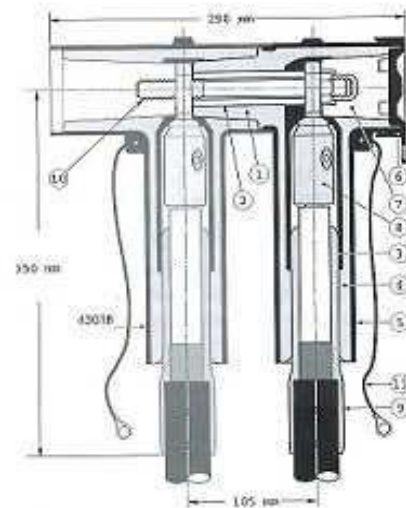
#### DESCRIZIONE

La terminazione è così composta:

1. interfaccia progettato per adattarsi alle terminazioni 430TB-630A.
2. vite di gemellaggio e fissaggio
3. gomma EPDM
4. isolamento in gomma EPDM stampata tra la parte semiconduttiva esterna ed interna
5. schermatura esterna in gomma EPDM
6. tappo di chiusura EPDM
7. presa isolante base
8. capocorda
9. riduttore cavo
10. vite di fissaggio
11. messa a terra

La schermatura esterna provvede alla protezione totale dal contatto ed assicura la sicurezza del personale contro il pericolo di folgorazioni.

Ogni terminazione prima di essere spedita viene sottoposta alla prova di tenuta a frequenza industriale e alla verifica delle scariche parziali.



Terminazione sconnettibile tipo	Tensione $U_m$ kV	Corrente $I_n$ A	Sezioni Al o Cu mm <sup>2</sup>	
			min.	max.
300PB	12	630	35	300
K300PB	24	630	35	300

## 7 SPECIFICA GIUNTI M.T. – CONNETTORI TESTA-TESTA

Segue una specifica tecnica esemplificativa dei connettori che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

### GIUNZIONI TERMORESTRINGENTI

**GTS1**  
**GIUNZIONI TERMORESTRINGENTI PER CAVI M.T.**  
**AD ISOLAMENTO ESTRUSO (per tensioni da 10 a 33 kV)**

#### NORME

CEI 20-62/1, Cenelec HD 629.S1

#### APPLICAZIONE

Corredi termorestringenti per la giunzione di cavi con isolamento estruso.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

La guaina "GT1" provvede al controllo del campo elettrico e una guaina a doppia parete "GT25" assicura la tenuta dielettrica. Una guaina di ricopertura esterna con adesivo "GT4" garantisce la tenuta meccanica e protegge dalle infiltrazioni d'acqua.



#### NOTE

- I cavi in alluminio partono dalla sezione 35 mm<sup>2</sup>
- Disponibile kit per schermo a nastri
- Kit di connessione per schermo a fili incluso
- Disponibile ricopertura con resina iniettata o colata
- Per la giunzione dei cavi tripolari ad elica visibile è necessario utilizzare tre confezioni

Codice Prodotto	Tensione di esercizio U <sub>0</sub> /U - kV	Range di applicazione (sez. mm <sup>2</sup> )												Lungh. mm	Tempi posa minuti
		25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500		
IT17GTS1-50	6/10-8,7/15	■	■	■										750	40
IT17GTS1-95	6/10-8,7/15			■	■	■								750	40
IT17GTS1-240	6/10-8,7/15				■	■	■	■	■	■				750	40
IT17GTS1-630	6/10-8,7/15									■	■	■	■	750	40
IT24GTS1-50	12/20	■	■	■										750	40
IT24GTS1-185	12/20			■	■	■	■	■	■					750	40
IT24GTS1-240	12/20				■	■	■	■	■	■				750	40
IT24GTS1-400	12/20									■	■			1000	40
IT24GTS1-630	12/20										■	■	■	1000	40



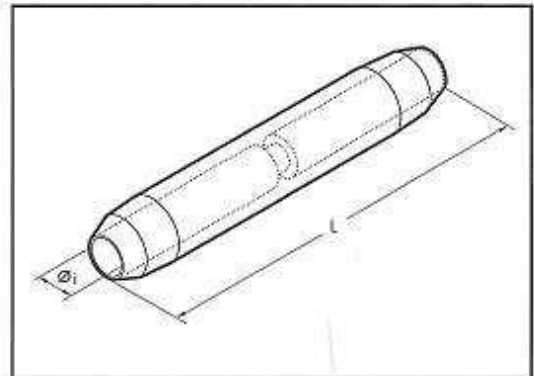
## GIUNTI PER MEDIA TENSIONE PER CAVI IN ALLUMINIO

I giunti sono ricavati da tubo di alluminio con purezza non inferiore a 99,5%.

La superficie interna è protetta contro l'ossidazione mediante apposito grasso ad elevato punto di goccia.

Sono studiati per la giunzione di cavi in alluminio a media tensione.

Nella confezione è compreso il compound necessario per il riempimento degli alveoli di punzonatura.



Riferimento	Sezione cavo mm <sup>2</sup>	Codice Prodotto	Dimensioni		Imballo standard/minimo
			Ø mm	Lunghezza mm	
AL35	35	CE2710030	8,0	138	30/3
AL50	50	CE2710070	9,0	138	30/3
AL70	70	CE2710110	11,0	138	30/3
AL95	95	CE2710150	12,5	138	30/3
AL120	120	CE2710190	13,7	164	30/3
AL150	150	CE2710230	15,5	164	24/3
AL185	185	CE2710310	17,0	176	24/3
AL240	240	CE2710350	19,5	176	15/3
AL300	300	CE2720460	22,5	135	15/3
AL400	400	CE2720475	26,0	218	3
AL500	500	CE2720509	29,1	218	3
AL630	630	CE2720530	32,5	218	3

## 8 SPECIFICA TERMINAZIONE DA INTERNO

Segue una specifica tecnica esemplificativa delle terminazioni da interno che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

### TERMINAZIONI TERMORESTRINGENTI

**TTMI1 (controllo campo con mastice)**  
**TERMINAZIONI TERMORESTRINGENTI PER INTERNO**  
**PER CAVI UNIPOLARI M.T. AD ISOLAMENTO ESTRUSO**  
**(per tensioni da 10 a 33 kV)**

#### NORME

CEI 20-62/1, Cenelec HD 629.S1

#### APPLICAZIONE

Corredi termorestringenti per la terminazione di cavi con isolamento estruso.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE


Il controllo del campo elettrico è realizzato mediante l'applicazione di un fazzoletto di mastice. L'isolamento è assicurato da una guaina antiriflesso termorestringente "GT2".



#### NOTE

- I cavi in alluminio partono dalla sezione 35 mm<sup>2</sup>
- Disponibile kit per schermo a nastri
- Kit di connessione per schermo a fili incluso
- Per la terminazione dei cavi tripolari ad elica visibile è necessario utilizzare tre confezioni

Codice Prodotto	Tensione di esercizio U <sub>0</sub> /U - kV	Range di applicazione (sez. mm <sup>2</sup> )												Lungh. mm	Tempi posa minuti		
		25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500			630	
IT17TTMI1-50	6/10-8,7/15															340	20
IT17TTMI1-120	6/10-8,7/15															340	20
IT17TTMI1-300	6/10-8,7/15															350	20
IT17TTMI1-630	6/10-8,7/15															370	20
IT24TTMI1-50	12/20															360	20
IT24TTMI1-95	12/20															360	20
IT24TTMI1-185	12/20															370	20
IT24TTMI1-240	12/20															370	20
IT24TTMI1-630	12/20															400	20
IT36TTMI1-150	19/33															460	20
IT36TTMI1-300	19/33															470	20
IT36TTMI1-630	19/33															500	20
Capicorda a rottura predeterminata		TCM 25	TCM 35	TCM 50	TCM 70	TCM 95	TCM 120	TCM 150	TCM 185	TCM 240	TCM 300	TCM 400	TCM 500	TCM 630		vedi codici pag. 46	
Capicorda bimetallici per cavi in alluminio			TAL 35	TAL 50	TAL 70	TAL 95	TAL 120	TAL 150	TAL 185	TAL 240	TAL 300	TAL 400	TAL 500	TAL 630		vedi codici pag. 47	
Capicorda a compressione per cavi in rame		TCU 25	TCU 35	TCU 50	TCU 70	TCU 95	TCU 120	TCU 150	TCU 185	TCU 240	TCU 300	TCU 400	TCU 500	TCU 630		vedi codici pag. 48	

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 47

## E) SISTEMA DI CONTROLLO

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dei cavi per la trasmissione dati a servizio di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Sono altresì compresi tutti gli interventi necessari per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi (segnaletica, barriere di segnalazione etc.) ovvero gli oneri per la sicurezza ai sensi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dalla D.L.



## 2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE


Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere i dettagli della fornitura, installazione e collaudo del sistema di controllo e acquisizione dati a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

La fornitura dovrà intendersi nella formula “chiavi in mano” e dovrà, pertanto, comprendere la :

- Fornitura, posa in opera, prove, collaudi e messa in esercizio della fibra ottica, connessioni della fibra all’interno delle macchine e all’interno della postazione PC, configurazione dei terminali e dei software specifici ;

I lavori oggetto della presente fornitura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d’arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo :

CEI EN 61754	Interfacce di connettori per fibre ottiche
CEI EN 60825-2/2001	"Sicurezza degli apparecchi laser, Parte 2: Sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche
CEI EN 50377-10-2	Connettori e dispositivi di interconnessione da utilizzare nei sistemi di comunicazione in fibra ottica
CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 49

### 3 DESCRIZIONE INTERVENTO

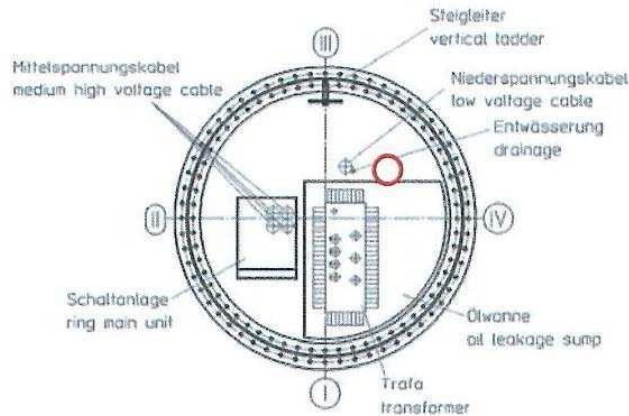
L'intervento consiste nel connettere tra di loro i quadri controllo (SPLICE BOX) dei singoli aerogeneratori mediante una connessione punto-punto. La connessione dovrà avvenire con un cavo in fibra ottica (specifiche allegate) posato all'interno di un tubo corrugato di diametro 50 mm. Il tubo sarà destinato al solo trasporto del cavo in fibra ottica per evitare interferenze di tipo elettromagnetico.

Ogni splice box (del tipo multi mode) contiene 24 connettori con 1,5 metri di fibra ottica ciascuno. La cassetta viene fornita da Enercon mentre la responsabilità delle connessioni e del fissaggio della stessa all'interno della base torre sarà dell'appaltatore.

### 4 INSTALLAZIONE DEL SISTEMA SCADA

Per prevenire danneggiamenti la fibra ottica, che seguirà nel percorso il cavidotto M.T., sarà posata in un tubo corrugato protettivo di diametro esterno 50 mm. In corrispondenza dell'ingresso all'aerogeneratore suddetto tubo verrà incanalato nel tubo in PVC che corre sotto la fondazione fino ad emergere nella turbina. Per ogni l'installazione del cavo sarà lasciato un eccesso di 10 metri per permettere la connessione agevole alla splice box all'interno della torre.

Nella figura sotto è mostrato un layout esemplificativo dell'interno di una torre con l'ubicazione del punto di ingresso della fibra ottica.



E-48 / steel tower

Seguendo una connessione del tipo entra esci in ogni singolo aerogeneratore il segnale dovrà essere condotto fino alla cabina primaria dove sarà allocato il computer con il software per l'analisi dei segnali e degli stati e per il controllo dell'intera centrale.

Il software sarà messo a disposizione dalla casa costruttrice degli aerogeneratori, mentre sarà a cura dell'appaltatore la connessione e l'interfaccia tra il cavo proveniente dalle torri e il computer in centrale.

Al termine dell'installazione del cavo dovrà essere eseguita la verifica OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) per misurare la qualità globale di trasmissione della fibra e verificare che si rientri nei parametri prescritti dalla DL. La verifica dovrà essere condotta in entrambe le direzioni di percorrenza del segnale.

Nell'installazione del sistema si intendono comprese tutte le operazioni di connessione del cavo (comprese quelle all'interno della splice box all'interno della torre), e di configurazione del computer.

## 4 FORNITURA DEI MATERIALI E ACCESSORI

La fornitura dell'impianto SCADA e sistema di controllo è inteso nella formula “chiavi in mano” e pertanto, oltre alla fibra ottica, saranno compresi anche tutti i componenti necessari alla esecuzione a regole d'arte dell'impianto.

Seguono le specifiche tecniche della fibra ottica (cavi multi mode e single mode) che dovranno essere utilizzate.



Figure 1: Fibre optic cable (cross section)

Single-mode A-DQ(ZN)B2Y 1x8 E9/125	
A	Outdoor cable
DQ	Vacant tube
(ZN)	Non-metallic strain relief element
B	Cable armour
2Y	Polyethylene cable jacket
1x8	One vacant tube with eight fibres
E	Single-mode
9/125	Glass core diameter (9µm), Glass jacket diameter (125µm)
Attenuation at 1310nm: approx. 0.38dB/km	
Outer diameter: 10 mm	
Weight: 107 kg/km	
Length: up to approx. 20 km	
Maximum tensile strength: 2500 N	
Minimum bending radius: static: 100 mm dynamic: 200 mm	
Breaking strength: 220 N	
Temperature range: Operation: -25° to +70°C Installation: -5° to +60°C	
Attenuation at 1300 nm ≤0.36 dB/km	

Multi-mode A-DQ(ZN)B2Y 1x12 G50/125	
A	Outdoor cable
DQ	Vacant tube
(ZN)	Non-metallic strain relief element
B	Cable armour
2Y	Polyethylene cable jacket
1x12	One vacant tube with twelve fibres
G	Multi-mode
50/125	Glass core diameter (50µm), Glass jacket diameter (125µm)
Attenuation at 850nm: approx. 2.7dB/km	
Outer diameter: 10 mm	
Weight: 107 kg/km	
Length: up to max. 2 km	
Maximum tensile strength: 2500 N	
Minimum bending radius: static: 100 mm dynamic: 200 mm	
Breaking strength: 220 N	
Temperature range: Operation: -25° to +70°C Installation: -5° to +60°C	
Attenuation at 850 nm ≤2.7dB/km	
Bandwidth length product at 850nm: ≥500 MHz x km	

## F) IMPIANTO DI TERRA

### 1 PREMESSA

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dell'impianto di terra a servizio di un impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Sono altresì compresi tutti gli interventi necessari per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi (segnaletica, barriere di segnalazione etc.) ovvero gli oneri per la sicurezza ai sensi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

## 2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE

Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere i dettagli dell'installazione e collaudo dell'impianto di terra a servizio dell'impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

La fornitura dovrà intendersi nella formula "chiavi in mano" e dovrà, pertanto, comprendere la :

- Fornitura, posa in opera, prove, collaudi e messa in esercizio dei dispersori, comprensivi di giunzioni, collettori di terra, e picchetti fino ai limiti di fornitura (quadri di cabina e di aerogeneratori);
- Fornitura di planimetrie e particolari di esecuzione sia su supporto cartaceo, sia su supporto informatico, redatti nella versione as built, ovvero secondo quanto concordato in fase realizzativa con la committente;
- Esecuzione di tutte le prove e verifiche preliminari all'attivazione dell'impianto consistenti in:
  - Verifica della resistività del terreno,
  - verifiche funzionali,
  - A fine prove dovrà essere rilasciata la documentazione tecnica e normativa relativa alle prove effettuate (bollettini di prove, ecc..).

I lavori oggetto della presente fornitura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo :

CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo
CEI 11-37	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di i, ii e iii categoria

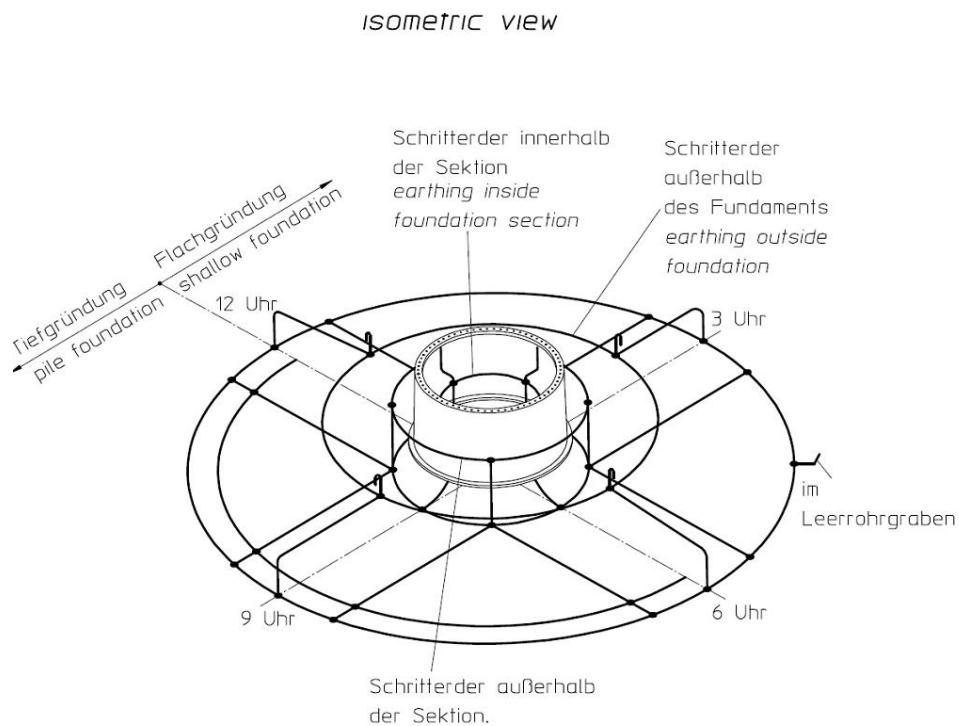
Tipo:	Documentazione di Progetto	
Titolo:	Disciplinare descrittivo e prestazionale	
Rev. 0 – 20/12/2019		Pag. 54

### 3 DESCRIZIONE INTERVENTO

L'impianto di terra sarà dimensionato a cura dell'appaltatore nel rispetto della normativa vigente, e sarà sottoposto all'approvazione della D.L.

Il sistema disperdente terrà conto delle specifiche dell'impianto di terra dei singoli aerogeneratori.


Si riporta a titolo esemplificativo un modello 3D del dispersore che potrà essere adottato per ogni singolo aerogeneratore.



La fornitura dell'impianto di terra è intesa nella formula "chiavi in mano" e pertanto, oltre alla corda di terra o piattina, saranno compresi anche tutti i componenti necessari alla esecuzione a regole d'arte dell'impianto.

Nello specifico si intendono compresi i picchetti, le giunzioni alla corda di rame e i collettori di terra.

Prima della posa in opera dell'impianto di terra sarà cura dell'appaltatore effettuare la

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 55

misura della resistività del terreno; qualora tali valori dovessero risultare differenti da quanto ipotizzato in fase progettuale, dovranno essere comunicati tempestivamente alla committenza che provvederà ad aggiornare il dimensionamento dei dispersori e a fornire planimetrie aggiornate per la corretta esecuzione dell'impianto.

L'appaltatore eseguirà il lavoro a perfetta regola d'arte, nel rispetto della normativa tecnica applicabile e delle specifiche tecniche dei cavi elettrici.



## **G) STAZIONE ELETTRICA MT/AT**

### **1 PREMESSA**

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura e installazione della stazione elettrica MT/AT a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica, e si applica ai lavori di costruzione delle Stazioni elettriche MT/AT di nuova costruzione e riguarda la fornitura, montaggio, la messa in opera e il collaudo di apparecchiature e materiali AT/MT, relativi alle parti di potenza delle sezioni isolate in aria di stazioni elettriche con tensioni di 150 kV, nonché la realizzazione di tutte le necessarie opere civili ed edilizie.

Sono altresì compresi tutti gli interventi necessari per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi (segnaletica, barriere di segnalazione etc.) ovvero gli oneri per la sicurezza ai sensi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Le apparecchiature ed i materiali oggetto del presente Capitolato, se non diversamente specificato, saranno di fornitura da parte di società certificate (Abb, Siemens o altri sottoposti all'approvazione della DL).

La fornitura in opera di materiali dovrà rispondere, oltre a quanto riportato nei documenti contrattuali e di progetto, alle caratteristiche e prescrizioni stabilite dal committente.

Ogni singola fornitura dovrà inoltre essere corredata di attestato del Costruttore comprovante la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Sarà comunque obbligo dell'appaltatore concordare col committente, prima dell'inizio dei lavori, l'elenco dei fornitori abilitati per le tipologie di materiali più significative.

I lavori dovranno essere eseguiti "a regola d'arte", nel rispetto delle norme tecniche emanate da organi ufficiali (CEI, UNI, ecc.) e delle disposizioni di legge in materia antinfortunistica.

Nell'esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le istruzioni riportate nei documenti di progetto generali ed in quelli specifici di impianto, nonché le prescrizioni dei Costruttori degli apparecchi e dei materiali.


Ciascuna prestazione richiesta è precisata nelle singole voci del Capitolato.

Si intendono comunque compresi nelle prestazioni i seguenti oneri:


- fornitura in opera di tutte le apparecchiature elettromeccaniche della stazione elettrica;

Tipo:	Documentazione di Progetto	
Titolo:	<b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
Rev. 0 – 20/12/2019		Pag. 57

- le operazioni di movimentazione delle apparecchiature e dei materiali nell'ambito dell'impianto comprese le successive aperture degli imballi a piè d'opera;
- la disponibilità e l'impiego dei mezzi necessari, compresi gru e ponteggi, e delle idonee attrezzature, anche speciali, al fine di garantire la corretta esecuzione dei lavori, nel rispetto dei tempi contrattualmente previsti;
- la disponibilità ed il posizionamento di transenne, ripari, cartelli monitori, idonei segnali, delimitazioni, che si rendessero necessari per mettere in sicurezza le zone di lavoro fino al completamento delle attività;
- gli eventuali adattamenti dei fori per l'accoppiamento delle apparecchiature e degli isolatori con il proprio sostegno;
- la fornitura in opera di bulloneria di forma e lunghezza idonea, completa di rondelle e dadi, per l'assieme dei morsetti e delle apparecchiature, per la realizzazione dei collegamenti di terra, dovrà essere in acciaio inox tipo A2.70 (UNI 7323/8) per diametri di norma fino a 16 mm.
- la fornitura in opera di bulloneria di forma e lunghezza idonea, completa di rondelle e dadi, per il fissaggio della morsetteria, delle apparecchiature sui rispettivi sostegni e per usi diversi, dovrà essere in acciaio zincato a caldo (UNI 3740) classe di resistenza non inferiore a 8.8;
- la fornitura della corda di rame, dei capicorda a compressione, dei morsetti, della bulloneria in acciaio inox (caratteristiche come sopra indicate), della pasta antiossidante e quant'altro necessario per la realizzazione dei collegamenti di messa a terra fra gli elementi delle apparecchiature e fra queste e le strutture metalliche di sostegno;
- gli eventuali ripristini con idonei cicli di pitture dei rivestimenti protettivi danneggiati durante le operazioni di movimentazione, montaggio o rimozione dei materiali;
- la fornitura di materiali vari di consumo quali: staffe, bulloni, capicorda, fascette reggicavo, pasta antiossidante, stracci, solventi, vernici, ecc.;
- l'accurata pulizia, al completamento delle attività, delle apparecchiature e dei materiali ed in particolare delle porcellane;
- la disponibilità degli opportuni contenitori per il trasporto e la conservazione degli apparecchi e dei materiali rimossi quando richiesto;
- la pulizia delle aree interessate dai lavori e trasporto alla discarica autorizzata dei materiali di risulta.
- progettazione, fornitura e messa in opera sistema di oscilloperturbografia;

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 58

- progettazione, fornitura e sistema di telecontrollo;
- progettazione ed esecuzione impianti f.m. e illuminazione interna ed esterna;
- disponibilità acqua ed energia elettrica per uso cantiere;
- progettazione ed esecuzione di opere civili ed edili in stazione nel rispetto dei disegni del progetto definitivo e della normativa applicabile;

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 59

## **2. SPECIFICA FORNITURA E COLLAUDO APPARECCHIATURE**

### ***SCOPO ED INTRODUZIONE***

Lo scopo della fornitura prevede la Stazione MT/AT del parco eolico fino al punto di consegna ENEL DISTRIBUZIONE/TERNA, previsto in prossimità della recinzione di separazione utente/ente distributore della Sottostazione MT/AT. La Sottostazione elettrica proposta sarà costituita da uno o più montanti di trasformazione 150/30 KV, in aria, collegata dal lato A.T. al punto di consegna TERNA e dall'altra ai terminali in uscita dei cavi 30 KV provenienti dal parco eolico.


Il progetto prevede la fornitura di n°1 stazione 150/30KV composta da uno o più montanti trasformatori con trasformatore di potenza unitaria pari a 42/50 MVA.

### ***NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO***

- Legge n. 46/90
- DPR 547 del 27.04.1955 e relativi emendamenti
- Norme CEI
- Raccomandazioni IEC
- Prescrizioni ISPESL
- Norme di unificazioni UNI e UNEL
- Normative in vigore sulla protezione dai campi elettromagnetici

### ***CONDIZIONI AMBIENTALI***

- Altezza sul livello del mare •1000 m
- Temperatura ambiente all'esterno - 25 + 40°C
- Temperatura ambiente all'interno - 5 + 40°C
- Temperatura ambiente media nelle 24 h + 35°C
- Umidità relativa 90 %
- Velocità del vento 36m/s

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 60

- Inquinamento leggero
- Tipo atmosfera non aggressiva
- linea di fuga 25 mm/kV

## ***CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI***

### Sistema 150kV

- Tensione nominale di esercizio : 150 KV
- Tensione massima del sistema : 170 KV
- Frequenza nominale : 50 Hz
- Tensioni di tenuta
  - . a frequenza industriale : 325 kV eff.
  - . ad impulso atmosferico : 750 kV picco
- Corrente ammissibile di breve durata : 31,5 kA x 1sec
- Corrente monofase per guasti a terra : 10 kA - 0,6 sec.
- Stato del neutro : efficacemente a terra


La scelta dei livelli d'isolamento è in armonia con quanto previsto dai criteri adottati dall'Ente Distributore

### Sistema 30kV

- Tensione nominale di esercizio : 30 KV
- Tensione massima del sistema : 36 KV
- Frequenza nominale : 50 Hz
- Tensioni di tenuta
  - . a frequenza industriale : 50 kV eff.
  - . ad impulso atmosferico : 125 kV picco
- Corrente ammissibile di breve durata : 16 kA x 1sec
- Stato del neutro : isolato

## ***CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI***

Ogni montante trasformatore sarà realizzato come di seguito descritto:

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 61

- n. 1 sezionatore equipaggiato con lame di terra come descritto ai succ. par.
- n. 1 interruttore come descritto ai succ. par.
- n. 3 trasformatori di corrente come descritti ai succ. par.
- n. 3 trasformatori di tensione di tipo induttivo per misure utente come descritti ai par. succ.
- n. 3 trasformatori di tensione di tipo induttivo per misure fiscali come descritti ai succ. par.
- n. 1 Trasformatore di potenza 150/30kV 42/50 MVA ONAN/ONAF come descritto ai succ. par.
- n. 3 scaricatori AT come descritti ai par. succ.
- n. 1 set di strutture di supporto per le apparecchiature di montante
- n. 6 colonnini di supporto sbarre come descritti ai succ. par.
- n. 1 set di morse AT di connessione
- n. 1 set di tubo Al diametro 40 mm

## **MONTANTE TRASFORMATORE**

### **N°1 Sezionatore tripolare rotativo con lame di terra**

Caratteristiche tecniche

Costruttore COELME / AREVA o altri qualificati

Tipo TCBT650-1250 CD101/SA170

Poli (n°) 3

Manovra rotativa a 3 colonne

Apertura a doppia apertura laterale

Montaggio orizzontale

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza (Hz) 50

Corrente nominale (A) 1250

Corrente nominale di breve durata:

- valore efficace (kA) 31,5
- valore di cresta (kA) 80

Durata ammissibile corrente di breve durata (s) 1

Comandi:

- lame di linea motorizzate
- lame di terra manuali

**BIL RIDOTTO**

Tensione di prova a impulso atmosferico:

verso massa (kV) 650

sul sezionamento (kV) 750

Tensione di prova a frequenza di esercizio:

- verso massa (kV) 275
- sul sezionamento (kV) 315

Tensioni nominali di alimentazione:

- motore (Vcc) 110 +10% -15%
- circuiti di comando ed ausiliari (Vcc) 110 +10% -15%
- resistenza di riscaldamento (Vca) 230

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14

Tipologia isolatori normali

Linea di fuga (mm/kV) 25

Accessori:

- contatti ausiliari lame di linea: n. 4NA + n. 4NC, del tipo a camme
- blocco elettrico sul comando per lame di linea
- cassetta tipo CD101 per il contenimento di tutte le apparecchiature ausiliarie
- varie di completamento

### **N°1 Interruttore 170kV**

Caratteristiche tecniche

Costruttore SIEMENS o altri qualificati

Tipo 3AP1 – 170

Poli (n°) 3

Mezzo di estinzione SF6

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza nominale (Hz) 50

Corrente nominale (A) 1250

Tensioni di prova

a frequenza industriale : 325kV eff.

ad impulso atmosferico : 750kV picco

Tempo totale di interruzione : 50msec.

Durata nominale di corto circuito (s) 1

Corrente nominale di corto circuito (kA) 31,5

Fattore di interruzione 1,5

Potere di stabilimento nominale in c.to c.to (kA) 80

Comando : tripolare a molla

Alimentazione circuiti ausiliari

circuito di comando : 110V c.c.

motore carica molla : 110V c.c.

resistenze di riscaldamento e anticondensa : 220V, 50Hz, monofase

Isolatori : normali

Salinità di tenuta : 14g/l

Linea di fuga : 25mm/kV

### **N°3 Trasformatori di corrente 170kV per misure commerciali/utente**

Caratteristiche tecniche

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tipo TAGa 170

Isolamento interno SF6

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza nominale (Hz) 50

Rapporto di trasformazione (A/A) 100/5-5-5

Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325

Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV) 750

Numero di avvolgimenti secondari (n°) 3

Corrente massima permanente (p.u.) 1,2

Corrente termica di breve durata nominale (kA) 31,5

Prestazioni e classi di precisione:


- I nucleo (VA) 20/0,2
- II nucleo (VA) 20/0,2
- III nucleo (VA) 20/5P10

N° 1 Morsettiera sigillabile per misure commerciali con certificazione UTF (I nucleo).

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14

Tipologia isolatori : normali



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 64

Linea di fuga : 25mm/kV

### **N°3 Trasformatori di tensione induttivi 170kV per misure utente**

Caratteristiche tecniche

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tipo TVH 170

Isolamento interno olio

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza nominale (Hz) 50

Tensione nominale primaria (V) 150.000 : • 3

Tensione nominale secondaria (V) 100 : • 3

Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325

Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV) 750

Numero di avvolgimenti secondari (n°) 2

Prestazioni e classi di precisione:

- I nucleo (VA) 20/0,2

- II nucleo (VA) 20/3P

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14

Tipologia isolatori normali

Linea di fuga 25mm/kV

### **N°3 Trasformatori di tensione induttivi 170kV per misure fiscali**

Caratteristiche tecniche

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tipo TVH 170

Isolamento interno olio

Tensione nominale (kV) 150

Tensione massima di riferimento (kV) 170

Frequenza nominale (Hz) 50

Tensione nominale primaria (V) 150.000 : • 3

Tensione nominale secondaria (V) 100 : • 3

Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV) 325

Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV) 750

Tipo:	Documentazione di Progetto	
Titolo:	Disciplinare descrittivo e prestazionale	
Rev. 0 – 20/12/2019		Pag. 65

Numero di avvolgimenti secondari (n°) 1

Prestazioni e classi di precisione:

- I nucleo (VA) 20/0,2

Morsettiera sigillabile per misure commerciali con certificazione UTF.

Salinità di tenuta alla tensione di 98kV (kg/mc) 14

Tipologia isolatori normali

Linea di fuga 25mm/kV

### **N°1 Trasformatore di potenza 150/30kV 50 MVA**

Caratteristiche elettriche/costruttive:

Trasformatore Trifase

Tipo ONAN/ONAF o altri qualificati

Potenza nominale 42/50 MVA

rapporto di trasformazione a vuoto (kV)  $150 \pm 10 \times 1.25\%/21$

gruppo YNd11

isolamento AT/MT uniforme

tensione di prova ad impulso 1.2/50 $\mu$ sec (kV) 650

tensione di prova applicata (kV) 275

tensione di prova indotta  $2xV_n$

perdite a vuoto  $V_n$  (kW) 22

perdite in c.c. (kW) 114

tensione di c.c. (%) 12,4

corrente a vuoto  $I_0$  (%) < 1

pesi indicativi:


- olio di riempimento (Kg) 11.000
- totale (Kg) 42.000

ingombro indicativo in assetto di servizio:

- larghezza: (m) 3,7
- lunghezza: (m) 5,9
- Altezza: (m) 4,1


Sovratemperatura avvolgimenti: (° C) 65

Sovratemperatura olio: (° C) 60

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 66

#### Caratteristiche costruttive

- Cassa atta al vuoto in lamiera d'acciaio con radiatori di raffreddamento collegati alla cassa mediante valvole di intercettazione.
- Ciclo di verniciatura : ciclo omologato ENEL DY 991/1. Colore di finitura RAL 7031
- Avvolgimenti concentrici in rame elettrolitico isolato in carta.
- Liquido di raffreddamento: olio minerale
- Accessori:
  - Commutatore sotto carico a 21 posizioni per una variazione complessiva del  $\pm 12.5\%$ , e comunque da verificare sulla base del reale calcolo, a 150 KV completo di armadietto di comando IP55, addossato al cassone e provvisto di comando manuale con manovella, comando motorizzato con pulsanti, blocchi che impediscono di effettuare la manovra in loco e a distanza, blocchi di fine corsa, contatore di manovre, indicatore meccanico della presa inserita, resistenza anticondensa e relativo termostato, relè di protezione montato tra due valvole di intercettazione. Tensione di alimentazione: 380 V, 50 Hz trifasi, circuiti di comando 220 V, resistenza anticondensa 220 V, 50 Hz monofase. Gli interruttori di commutazione saranno contenuti in camera separata in olio a tenuta.
  - Conservatore d'olio in due scomparti separati e con due fondelli asportabili, in grado di contenere le variazioni di volume d'olio tra le temperature di  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $+85^{\circ}\text{C}$ , completo di livello d'olio con contatto NA, n° 2 dispositivi di immissione ed areazione, n° 2 essicatori al gel di silice, n° 2 tappi di scarico
  - Attacco per pompa di vuoto
  - Attacco per vacuometro
  - Rubinetto per prelievo campioni olio
  - Valvola di scarico dell'olio
  - Attacchi per filtro pressa
  - n° 2 pozzetti termometrici
  - Golfari per il sollevamento della parte estraibile e del trasformatore completo
  - Piastre di supporto per martinetti
  - Rulli di scorrimento con bordino con scartamento di mm 1435x 1935 (interasse 1500x2000 mm)
  - Ganci di traino orizzontale
  - n° 2 morsetti di terra
  - Termometro olio con due contatti per allarme e sgancio (NA/NA) con sospensione elastica

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 67

- Relè Buchholz con due contatti per allarme e sgancio (NA/NA) completo di raccoglitore di gas riportato in basso e montato tra 2 valvole di intercettazione
- Cassetta di centralizzazione dei servizi ausiliari addossata al cassone, grado IP 55, con termostato, scaldiglia e cavetteria disposta in tubi di flessibili di acciaio zincato ricoperto di PVC
- armadio smistamento morsettiere installato su apposito basamento nei pressi del trasformatore, grado IP 55, con termostato e scaldiglia. Il collegamento dei cavi BT e ausiliari provenienti dalle cassette a bordo trasformatore sarà effettuato tramite connettori a spina, al fine di consentire un rapido distacco e riattacco degli stessi nel caso di sostituzione della macchina.
- .L'armadio sarà equipaggiato con una presa CEE 32 A 3p+t e una presa CEE 16 A 2p+t protette con interruttore modulare magnetotermico differenziale. Ciascuna presa sarà del tipo interbloccato con fusibili.

### **Scaricatori A.T.**

Caratteristiche tecniche

Tipo costruttivo all'ossido di zinco senza spinterometri

Installazione da esterno

Tipo 3EL2 144-2P

Costruttore Siemens o altri qualificati

Tensione di isolamento (kV) 170

Tensione ad impulso (BIL) (kV) 750

Tensione nominale (Ur) (kV) 144

Stato del neutro in condiz. nominali direttamente a terra

Corrente di scarica nominale e classe 10kA - 3

Corrente massima d'impulso 100kA

### **Isolatori A.T.**

Isolatori portanti per esterno a nucleo pieno per il sostegno delle sbarre con le seguenti caratteristiche:


linea di fuga 25 mm/kV

carico di rottura a torsione 500 daN x m

carico di rottura a flessione 800 daN

momento flettente di rottura in testa 350 daN x m

tensione nominale 170 kV

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 68

tensione di esercizio 150 kV

tensione di tenuta ad impulso atmosferico 750 kV

tensione di tenuta sotto pioggia 325 kV

### **Materiali di completamento piazzale A.T.**

Strutture metalliche

Le strutture metalliche previste per il sostegno apparecchiature A.T., saranno realizzate in tubi e profilati di acciaio, zincati a caldo secondo norme CEI 7-6

Tubi in lega di alluminio A.T.

I collegamenti tra le varie apparecchiature A.T. saranno realizzate in tubo in lega di alluminio:

- diametro esterno/interno 40x30 mm.
- sezione teorica 549,8 mmq
- peso teorico 1,48 kg/m

### **Morsetteria A.T.**


Per le connessioni dei tubi in lega di alluminio ai codoli delle apparecchiature AT sarà utilizzata la morsetteria di tipo monometallico in lega di alluminio, a profilo antieffluvio, con serraggio a bulloni in acciaio inox. Nell'accoppiamento alluminio-rame si utilizzerà una pasta antiossidante per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

### **Cavi elettrici M.T.**

I cavi elettrici MT saranno posati per i collegamenti tra il/i trasformatore/i di potenza ed il quadro MT di sottostazione, tra il quadro MT di sottostazione e trasformatori di distribuzione MT/BT. La costruzione del cavo unipolare sarà la seguente:

- tipo ARG7H1RX oppure ARE4H1RX 24/30 KV
- sezioni adeguate ai carichi
- conduttore in corda di fili di alluminio.
- isolamento in EPR oppure XLPE
- schermo semiconduttore sulla superficie esterna dell'isolante
- schermo metallico in fili di ram.
- guaina protettiva esterna in PVC

I terminali cavo proposti saranno il tipo autorestringente/termorestringente per installazione all'esterno (lato trasformatore di potenza) e per installazione all'interno (quadro MT e

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 69

trasformatori di distribuzione S.A.).

#### **Cavi elettrici BT**

Saranno di tipo unipolare e multipolari, non propaganti l'incendio secondo CEI 20-22-II, con corda flessibile in rame, isolamento in PVC sotto guaina di PVC tipo N1VV-K (potenza) e N1VC7V-K (ausiliari).

Sezioni considerate:

- sezione minima 1,5 mmq.
- sezione cavi per i collegamenti voltmetrici e amperometrici 4 mmq
- sezioni cavi comando 2,5 mmq

I cavi di comando e controllo saranno schermati.

I cavi per i cablaggi elettrici dei quadri e per i servizi generali (luce, f.m. ecc.) posati in tubo PVC, saranno costituiti da conduttori flessibili in rame isolati in PVC, non propaganti l'incendio secondo CEI 20-22 II, tipo N07V-K 450/750 V

## **DESCRIZIONE TECNICA APPARECCHIATURE PRINCIPALI M.T. DI SOTTOSTAZIONE**

#### **Scaricatori M.T.**


Sul secondario di ciascun trasformatore di potenza presente in sottostazione verranno installati n. 3 scaricatori MT aventi le seguenti caratteristiche:

- tipo costruttivo :all'ossido di zinco senza spinterometri
- tensione di servizio continua : 30 KV
- corrente di scarica nominale : 10 kA
- tensione residua alla scarica di onda  
8/20 microsec -10 KA. : 67 KV
- isolatori :in materiale polimerico

#### **Sistema di rifasamento**

In generale, se necessario, verrà installato un sistema di rifasamento per ciascun montante trasformatore presente in sottostazione. Ciascun sistema di rifasamento sarà costituito da due banchi, uno con potenza pari a un terzo della potenza totale del montante, l'altro con potenza pari ai restanti due terzi.

In generale, se necessario, verrà installato un sistema di rifasamento per ciascun montante

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 70

trasformatore presente in sottostazione. Ciascun sistema di rifasamento sarà costituito da due banchi, uno con potenza pari a un terzo della potenza totale del montante, l'altro con potenza pari ai restanti due terzi.

Caratteristiche tecniche dei banchi:

- tensione nominale di esercizio 30 KV
- tensione di dimensionamento 36 KV
- frequenza nominale 50 Hz
- BIL 50 / 150 KV
- classe di temperatura -25 + 45°C
- installazione per interno
- grado di protezione IP00
- collegamento trifase, doppia stella, neutro isolato
- reattanze di limitazione della corrente di inserzione
- dispositivo di scarica interno, 50 V dopo 5 minuti
- norme CEI 33-7, IEC 871-1 Condensatori CEI 14-5

Protezioni:

protezioni a squilibrio di corrente tramite TA collegato tra i centri delle due stelle e un relè di massima corrente 51N di tipo statico installato sul quadro protezioni

Componenti dei banchi:


- condensatori monofasi con cassa verniciata in acciaio
- n.1 TA in resina per protezione a squilibrio
- n.1 relè di massima corrente di tipo statico
- n.1 telaio in acciaio zincato a caldo completo di isolatori di sostegno dei collegamenti
- n.1 set di collegamenti in rame e relativa bulloneria.

## **QUADRISTICA**

### **Quadro di distribuzione MT**

Il quadro 30 kV, 16 KA, 36 KV, sarà di tipo metalenclosed composto dagli scomparti che seguono:

- n. 1 scomparti arrivo cavi trasformatore di potenza MT/AT, con interruttore e completo di relè a microprocessore per le protezioni max. I (50-51-51N-59N) e con le misure di A , V , W ,VAR , cosfi, frequenza
- n. 2 scomparti protezione banchi di rifasamento , con interruttore e completo di relè a

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 71

microprocessore per le protezioni max. I (50-51) e con le misure di A , V , W ,VAR , cosfi, frequenza , relè di massima corrente 51N di tipo statico (protezione a squilibrio di corrente dei banchi di rifasamento).

- n. 2 scomparti di arrivo dai parchi eolici, con interruttore e completo di relè a microprocessore per le protezioni max. I (50-51-51N) e con le misure di A , V , W ,VAR , cosfi, frequenza

- n. 1 scomparti protezione trasformatori S.A.

- n. 1 scomparti con TV di sbarre

Caratteristiche Elettriche Principali:

- Tensione nominale 30 KV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz/1 min valore efficace 50 KV
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico  
1,2 / 50 microsec. valore di picco 125 KV
- Tensione di esercizio 30 KV
- Frequenza nominale 50 Hz
- N° fasi 3
- Corrente nominale ammissibile di breve durata 16 KA
- Corrente nominale di picco 40 KA
- Potere di interruzione degli interruttori alla V nominale 16 KA
- Durata nominale del corto circuito 1 sec

### **Quadro protezioni**

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte. Sul quadro verranno installate, per ciascun montante trasformatore, le seguenti protezioni:

- relè a microprocessore per le protezioni max. I e immagine termica (27/69-50/51-81-59N) e con le misure di A , V , W ,VAR , cosfi, frequenza (lato AT)

- relè a microprocessore per la protezione differenziale del trasformatore (87T)


- regolatore di tensione con indicatore di posizione V.S.C., pulsanti e lampadine di comando e segnalazione(90).

- set di rele ausiliari

- set di interruttori automatici modulari

Sul pannello delle protezioni sarà previsto il sinottico del montante comprensivo di manipolatori per il comando



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 72

Misure fiscali:

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte. Sul fronte del quadro saranno montati due contatori statici multifunzione aventi le seguenti caratteristiche principali:

- misura dell'energia attiva in due direzioni e reattiva in quattro quadranti
- classe di precisione energia attiva 0.2S, energia reattiva 0.5S
- dispositivo emettitore d'impulsi per energia attiva, reattiva e cambio di fascia oraria con contatto libero da tensione

### **Sistema di distribuzione Servizi Ausiliari**

Sistema di distribuzione in corrente alternata

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- n. 1 trasformatori di distribuzione, 100 KVA, 30 / 0,4 KV, isolamento in olio
- n. 1 quadro di distribuzione 400 / 230 V.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- prese F.M. interne ed esterne.
- alimentazione motore variatore sotto carico trasformatore.
- illuminazione interna ed esterna
- resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando.
- raddrizzatore
- impianti speciali

Caratteristiche del trasformatore di distribuzione:

potenza nominale 100 KVA

rapporto nominale 30+-2x2,5% / 0,4 KV

tensione di c.to c.to 4 %

collegamento Dyn11

numero avvolgimenti 2


isolamento in olio minerale

raffreddamento naturale in aria

esecuzione a giorno per interno

n.2 morsetti di terra

Uno dei due trasformatori sarà di riserva all'altro; ogni trasformatore sarà installato in un locale

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 73

in muratura, con porta di accesso dall'esterno. Si potrà accedere al trasformatore solo se l'interruttore BT e il corrispondente sezionatore MT sono aperti e il cavo MT messo a terra. Pertanto le chiavi della porta di accesso saranno accompagnate dalle chiavi sfilate dall'interruttore e dal sezionatore sopra indicati, solo dopo le operazioni di messa in sicurezza dell'impianto; inoltre l'assenza delle chiavi impedirà la chiusura del sezionatore MT e dell'interruttore BT.

Caratteristiche e composizione del quadro BT in corrente alternata:

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione nominale 1000 V
- Tensione esercizio 400/230 V
- Corrente nominale 160 A
- Corrente c.to c.to 15 KA
- Forma 2
- Grado di protezione IP30

ed indicativamente sarà composto da:

- n.1 arrivi con interruttore 4x160 A, scatolato, estraibile, protezione magnetotermica, motore per telecomando, contatti ausiliari segnalazione scatto; la commutazione tra i due interruttori potrà essere fatta in automatico e in manuale; ogni arrivo sarà equipaggiato con un gruppo misura costituito da voltmetro e amperometro
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione, alcuni interruttori saranno con blocco differenziale 300mA.
- relè minima tensione

Sistema di distribuzione in corrente continua:

Il sistema di distribuzione in corrente continua sarà costituito da:

- n.1 raddrizzatore carica batteria a due rami
- n.1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità 200 Ah alla scarica di 10 ore.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- motori interruttori e sezionatore AT
- segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo

Caratteristiche tecniche del raddrizzatore:

n.1 raddrizzatore di corrente trifase/caricabatteria a due rami adatti per l'alimentazione stabilizzata delle utenze a 110 V cc ed alla contemporanea carica di una batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità di 200 Ah alla scarica in 10 ore.

Caratteristiche elettriche principali:

Alimentazione c.a.:

- tensione nominale trifase 400 V ca +/- 10 %
- frequenza 50Hz +/- 5%

Erogazione c.c ramo utenze:

- tensione alle utenze 110 V, stabilizzato a +/-1%
- corrente massima erogata 50 A
- ripple < 1%

Erogazione c.c ramo batteria:

- carica di mantenimento 2,27 V/elemento
- carica a fondo 2,4 V/elemento
- corrente massima erogata 50 A
- ripple < 1%
- funzionamento completamente automatico, caratteristica IU

Strumenti:


- voltmetro e amperometro sul carico
- voltmetro e amperometro sulla batteria

Segnalazioni luminose e allarmi a morsettiera:

- rete regolare
- batteria in carica a fondo
- batteria in carica di mantenimento
- minima tensione batteria
- avaria erogazione
- sovraccarico
- sovratemperatura
- sovratensione

Caratteristiche di funzionamento del raddrizzatore

Il raddrizzatore carica batterie è a due rami.(ramo batteria RB, ramo impianto RS), adatto

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 75

all'alimentazione continua dei carichi permanenti e alla contemporanea ricarica di una batteria di accumulatori al Pb ermetici. Nelle condizioni normali il ramo RS alimenta i servizi ausiliari e il ramo RB ricarica la batteria. In caso di mancanza di rete o a una qualsiasi avaria, la batteria sarà commutata senza soluzione di continuità sull'impianto. Nel caso di avaria del ramo RS , il carico sarà trasferito al ramo RB con batteria in pieno tampone. Nella eventualità di avaria del ramo RB, la batteria verrà commutata sul ramo RS, il quale modificherà automaticamente la sua tensione in modo da predisporre in carica di mantenimento della stessa.

Caratteristiche e composizione quadro distribuzione in corrente continua:

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

Tensione esercizio 110 V + - 10%

Corrente nominale 100 A

Corrente c.to c.to 10 KA

Forma 2

Grado protezione IP30

e sarà composto da:


- arrivo con sezionatore sottocarico 2x100 A
- segnalazione scatto.
- relè minima tensione
- relè polo a terra
- voltmetro e amperometro
- interruttori modulari bipolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione.

Caratteristiche batteria:

n.1 batteria di accumulatori ermetici al piombo con le seguenti caratteristiche principali:

- tensione nominale: 108V
- capacità nominale: 200 Ah alla scarica in 10 ore
- vita attesa: 12 anni

La batteria, costituita da n.27 monoblocchi da 4V ciascuno, sarà contenuta in un apposito armadio metallico e sarà fornita completa dei normali accessori d'uso. L'armadio batteria sarà installato vicino al raddrizzatore.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 76

## COLLAUDI

Il committente si riserverà di eseguire o far eseguire sotto la propria sorveglianza tutte le prove e le verifiche previste nel piano controllo qualità che l'appaltatore dovrà sottoporre per approvazione in conformità alle norme vigenti.

### Prove di tipo

Preliminarmente alle prove di officina verrà effettuata la verifica della Conformità al tipo prevista dalle norme CEI vigenti. Il committente potrà soprassedere all'effettuazione di tali prove nel caso che l'appaltatore sia in grado di esibire idonea certificazione rilasciata da organismi riconosciuti nell'ambito della CEE o compresi tra quelli indicati nel D.M. 13/6/89 (e successivi aggiornamenti) del ministero delle Attività Produttive, oppure accreditati dal SINAL(Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori) .

### Prove di accettazione

Sulle apparecchiature oggetto della presente offerta saranno eseguite prove di accettazione in accordo alla normativa sopra richiamata e saranno forniti i relativi rapporti di prova. L'appaltatore è tenuto a comunicare per iscritto la data di disponibilità della sala prove con almeno 15 giorni di anticipo. Le relative prove saranno a carico dell'appaltatore (compreso il costo dei materiali che si rendessero inservibili o non utilizzabili).


### Prove in sito

Le prove in cantiere saranno tutte quelle che, in conformità alle norme CEI, il Committente potrà richiedere sia in corso d'opera che all'atto dell'ultimazione lavori. I materiali, le prestazioni, gli apparecchi necessari per le prove in cantiere saranno forniti dall'appaltatore.

### A montaggio ultimato

saranno effettuate in particolare le seguenti prove:

- verifiche dimensionali
- prove operazionali con verifica dei comandi, segnalazioni, allarmi, interblocchi, ecc..
- misura della resistenza di isolamento
- verifica della continuità dei circuiti dei conduttori di protezione
- le misure di resistività del terreno prima della posa della rete di terra
- misure di tensione di passo e contatto nell'area di sottostazione al termine dell'installazione dell'impianto


	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 77

Tutte le prove saranno effettuate in accordo al dossier dei collaudi in sito.

## **DOCUMENTAZIONE TECNICA**

La fornitura dovrà comprendere la seguente documentazione :

- schema unifilare
- schemi funzionali
- planimetria e sezioni della sottostazione
- input per opere civili (planimetria con andamento cunicoli/conduit cavi, tipici)
- tabella morsetti A.T.
- disegni di ingombro delle apparecchiature principali
- disegni costruttivi delle strutture metalliche di sostegno apparecchiatura
- planimetria e sezioni rete di terra con dettagli per la messa a terra dell'apparecchiatura
- distinta cavi
- istruzioni per il montaggio, esercizio e manutenzione apparecchiatura principale
- prove e messa in servizio
- certificati di collaudo
- certificazioni UTF

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 78

### 3. SPECIFICA MONTAGGI

#### **CARPENTERIA METALLICA**

Consiste nella messa in opera della carpenteria metallica, di qualunque altezza e forma, generalmente in acciaio zincato a caldo, utilizzata nelle stazioni elettriche MT/AT e costituita da:

- profilati normali a sezione aperta usati prevalentemente per sostegni a portale e per tralicci partenze linee;
- profilati tubolari a sezione chiusa, flangiati alle estremità, utilizzati per il sostegno delle apparecchiature, eventualmente integrati con profilati di acciaio saldati o imbullonati.

In particolare sono previste le seguenti attività:


- la cernita, l'accoppiamento e l'assiemeaggio dei componenti costituenti i sostegni;
- il corretto montaggio ed il fissaggio dei sostegni alle fondazioni già predisposte, comprese le eventuali piccole operazioni di adattamento;
- la pulizia, l'ingrassaggio e l'eventuale ripassatura delle parti filettate che a causa della zincatura non si possono agevolmente avvitare;
- i collegamenti alla rete di terra dei sostegni;
- gli eventuali piccoli lavori di adattamento con scasso e bloccaggio con malta di cemento che si rendessero necessari;
- l'eventuale ripristino della zincatura con idonei prodotti dopo le operazioni sopra descritte.

L'assiemeaggio e la messa in opera di tutta la carpenteria dovranno essere eseguiti rispettando le istruzioni riportate nei disegni di progetto e prestando particolare cura onde evitare danni al materiale.

Tutta la bulloneria necessaria all'assiemeaggio ed al montaggio della carpenteria dovrà essere zincata a caldo o in acciaio inox.

La bulloneria zincata per l'assiemeaggio dei sostegni portale del tipo tralicciato è parte integrante della fornitura delle strutture metalliche.

Nel montaggio dovrà essere rispettata la verticalità e l'allineamento della struttura. In particolare, per i sostegni dei sezionatori, costituiti da profilati di acciaio tubolari e da longheroni e traverse in profilato di acciaio a sezione aperta, dovranno essere verificate anche la complanarità e il parallelismo delle traverse e longheroni.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 79

Il fissaggio dei sostegni alle fondazioni potrà essere eseguito mediante tirafondi, tasselli chimici o ad espansione, oppure mediante l'accoppiamento con monconi, previo controllo dell'esatta posizione planimetrica e altimetrica delle fondazioni.

Nel caso di fondazioni con fori predisposti per i tirafondi, si dovrà procedere ad una pulizia accurata dei fori con scalpellatura delle pareti per migliorarne l'aderenza. Si procederà quindi al montaggio dei tirafondi con l'uso di idonea dima, annegando gli stessi con malta cementizia additivata con resine epossidiche.

Eventuali correzioni, per portare il sostegno alle quote stabilite, dovranno essere eseguite operando sui dispositivi di livellamento (dadi di appoggio, ecc.). Il sostegno dovrà essere successivamente fissato mediante rondelle piane e dadi di bloccaggio o altri sistemi previsti.

Nel caso in cui il fissaggio dei sostegni debba essere eseguito mediante tasselli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla foratura e all'inserimento degli stessi nei basamenti secondo quanto indicato nei disegni del progetto di dettaglio.

Per garantire l'esatta posizione planimetrica dei sostegni ed il loro allineamento, il posizionamento dei tasselli dovrà essere effettuato mediante l'impiego di una dima. La dima dovrà essere messa a disposizione dall'Appaltatore, previa verifica di corrispondenza ai disegni forniti dal committente

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito con chiave dinamometrica tarata in funzione delle istruzioni del Costruttore dei componenti o delle caratteristiche degli stessi.

A montaggio ultimato, in particolare per le strutture tralicciate (es: portali di amarro), dovrà essere eseguita la cianfrinatura della bulloneria, con tre incisioni a  $20^\circ$  tra filetto e dado in modo da assicurarne il perfetto bloccaggio.


Per tutte le altre strutture la cianfrinatura sarà eseguita solo se richiesta dal committente. La messa a terra dei sostegni dovrà essere eseguita in conformità alle specifiche ed alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato.

### ***MONTAGGIO SBARRE E COLLEGAMENTI ELETTRICI AT***

La prestazione consiste nel montaggio, a qualunque altezza, delle sbarre e dei collegamenti elettrici AT di stazione, mediante l'impiego di conduttori cordati o tubolari (alluminio, lega di alluminio, alluminio-acciaio o rame) e della relativa morsetteria di connessione.

L'impiego dei conduttori cordati richiede, in alcuni casi, la messa in opera degli



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 80

equipaggiamenti di amarro, sospensione e sostegno. Gli equipaggiamenti possono essere costituiti con isolatori a cappa e perno o di tipo rigido.

La morsetteria monometallica o bimetallica può essere a compressione, a cavallotti e bulloni, odi tipo misto.

In questo capitolo non sono descritti i collegamenti AT in cavo nè il montaggio degli isolatori di sostegno, in quanto trattati in altra parte del Capitolato.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- il montaggio di sbarre in corda;
- il montaggio di sbarre in tubo;
- il montaggio di conduttori tesati;
- il montaggio dei conduttori di collegamento e di connessione;
- la messa in opera di tutta la morsetteria di estremità, di derivazione, di congiunzione e, nel caso di conduttori multipli, dei distanziatori;
- la posa in opera dei dispositivi contro le vibrazioni, (morsetti del tipo a frizione, anche a più componenti o a contrappesi, oppure corda in alluminio o alluminio/acciaio inserita nelle sbarre in tubo) e delle chiusure di estremità nei collegamenti in tubo;
- la posa in opera dei punti fissi di messa a terra sia sui conduttori che sui sostegni;
- l'assieme e posa in opera degli armamenti completi delle catene di isolatori, dei distanziatori e di ogni altro accessorio.

La lunghezza dei collegamenti aerei AT in corda o in tubo va rilevata dai disegni di progetto tenendo conto, in particolare per i collegamenti orizzontali, della freccia dovuta al peso del conduttore stesso.


L'Appaltatore dovrà ricavare le lunghezze effettive dei vari collegamenti dalle pezzature più idonee in modo da ridurre al minimo gli sfridi.

La tesatura dei conduttori cordati dovrà essere eseguita secondo le tabelle dal costruttore, ed adottando tutti gli accorgimenti della buona tecnica, comprese eventuali controventature, per evitare danni al conduttore ed anormali sforzi sui sostegni e sui terminali delle apparecchiature.

Nella esecuzione dei collegamenti si dovrà evitare accuratamente ogni strozzatura e deformazione della corda.

I collegamenti in tubo dovranno essere eseguiti effettuando il taglio dei tubi nelle lunghezze necessarie, tenendo conto delle tabelle di posa, degli effetti della dilatazione termica e della eventuale sagomatura.

Dopo il taglio gli spigoli verranno accuratamente smussati. Il tubo sarà quindi fissato alle

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 81

morse precedentemente montate sugli isolatori portanti e sulle apparecchiature.

Per consentire lo scarico dell'acqua piovana su ciascun tubo costituente una campata saranno effettuati gli opportuni fori, nella posizione e delle dimensioni riportate nel progetto, curando che i bordi dei fori risultino perfettamente lisci e senza sbavature interne ed esterne. Ove le morse di sostegno non siano provviste di dispositivo di smorzamento delle vibrazioni, dovranno essere applicati al tubo appositi antivibranti come previsto dal progetto.

Gli equipaggiamenti di amarro e sospensione dovranno essere assiemati osservando scrupolosamente le indicazioni riportate nelle tabelle di Unificazione e nei disegni del costruttore.

A montaggio ultimato l'Appaltatore rilascerà al committente una dichiarazione scritta attestante l'esecuzione del controllo del serraggio di tutta la bulloneria mediante chiave dinamometrica, riportando su tabella i valori delle coppie di serraggio. Il committente si riserva di eseguire controlli in merito.

## ***MONTAGGIO APPARECCHIATURE AT E MT***


Questo capitolo riguarda l'assiemaggio ed il montaggio in opera di:

- Interruttori;
- Sezionatori;
- Trasformatori di corrente;
- Trasformatori di tensione;
- Scaricatori;
- Colonnini di isolatori.

Una descrizione particolareggiata della prestazione per ciascuno degli apparecchi sopra elencati è riportata nei successivi paragrafi.

Il montaggio dei sostegni metallici delle apparecchiature, ad eccezione di quelli degli interruttori, come pure i collegamenti elettrici AT tra le apparecchiature e le varie parti dell'impianto, sono considerate operazioni distinte dal montaggio dell'apparecchio e pertanto sono descritte in altra parte del presente Capitolato.

Per tutte le apparecchiature, al termine del montaggio, i codoli e/o le piastre per i collegamenti elettrici di potenza dovranno essere lasciati accuratamente puliti e protetti contro le ossidazioni ed i danneggiamenti per eventuali urti meccanici accidentali. Altrettanta cura dovrà essere posta

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 82

nella pulizia, con l'uso di idonei solventi, di tutte le parti in porcellana.

Nel caso trattasi di interventi di sostituzione dell'apparecchiatura, l'Appaltatore dovrà ripristinare i collegamenti elettrici all'apparecchio, riutilizzando i precedenti collegamenti.

Sarà cura dell'Appaltatore correggere eventuali modeste differenze di altezza dei sostegni dell'apparecchiatura, interponendo spessori in ferro zincato tra la base dell'apparecchio ed il piano di appoggio per portare lo stesso alla quota prescritta.

Sarà inoltre a carico dell'Appaltatore l'eventuale adattamento o il rifacimento dei fori per l'accoppiamento delle apparecchiature o degli isolatori con i relativi sostegni, nel caso non vi sia corrispondenza tra le parti.

## **MONTAGGIO INTERRUTTORI**


Gli interruttori oggetto del presente capitolo sono generalmente del tipo omologato, dotati di dispositivo di manovra ad aria compressa, oleodinamico o a molla e di norma sono forniti scomposti nei principali elementi.

Sono previste le seguenti attività:

- la messa in opera dei sostegni dell'apparecchiatura;
- l'assieme e la messa in opera dei componenti l'interruttore;
- i vari collegamenti pneumatici e/o oleodinamici;
- il collegamento di messa a terra delle varie parti dell'interruttore, dell'armadio di comando e dell'eventuale gruppo motocompressore, ai rispettivi sostegni secondo quanto prescritto dal Costruttore;
- il collegamento dei sostegni dell'apparecchiatura alla rete di terra con corda di rame da 125 mm<sup>2</sup>, capicorda a compressione e bulloneria inox;
- la posa dei cavi BT ed i relativi collegamenti fra i vari componenti dell'interruttore fino all'armadio di comando, compresa la messa in opera delle protezioni dei cavi e delle vie di percorso dei cavi nei punti previsti nel progetto di dettaglio.
- il controllo dell'intervento dei contatti del manometro indicatore pressione gas SF6 ed il rilievo di eventuali perdite di gas.

L'assieme e la messa in opera dei componenti l'interruttore dovrà essere eseguito rispettando le istruzioni e la sequenza operativa riportata nel manuale del Costruttore o in quello messo a disposizione dal committente.

Nel caso di interruttori in gas SF6, prima della loro movimentazione bisogna accertarsi che la pressione del gas all'interno dell'apparecchio sia quella prescritta dal

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 83

Costruttore per tale tipo di operazione; inoltre prima di procedere al loro montaggio è bene verificare il valore della pressione del gas per accertare che nessuna perdita è intervenuta durante la movimentazione od il periodo di immagazzinaggio.

I sostegni metallici dell'apparecchiatura dovranno essere fissati alle fondazioni mediante tirafondi o con tasselli ad espansione o chimici, previo controllo della esatta posizione planimetrica ed altimetrica delle fondazioni.

I tirafondi sono di norma già predisposti nella fondazione con l'esecuzione delle opere civili e sono stati posizionati con l'impiego di una dima.

Nel caso in cui il fissaggio dei sostegni debba essere eseguito mediante tasselli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla foratura ed all'inserimento degli stessi nei basamenti secondo quanto indicato nei disegni del progetto definitivo e/o esecutivo.

Per garantire l'esatta posizione planimetrica dei sostegni ed il loro allineamento, il posizionamento dei tasselli dovrà essere effettuato mediante l'impiego di una dima.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito con chiave dinamometrica tarata in funzione delle istruzioni del Costruttore dei componenti o delle caratteristiche degli stessi.

L'Appaltatore, prima di procedere al montaggio dell'interruttore, dovrà verificare accuratamente l'allineamento e la verticalità dei sostegni e controllare che la loro distanza ed altezza sia quella prevista.

Nella messa in opera dei collegamenti pneumatici o oleodinamici si dovrà evitare che i tubi di rame nudo vengano lasciati a contatto di superfici zincate che potrebbero causare la formazione di processi di corrosione.

Il collegamento di messa a terra delle varie parti dell'interruttore, dell'armadio di comando e dell'eventuale gruppo motocompressore ai rispettivi sostegni, dovrà essere eseguito in conformità alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato, utilizzando corda di rame, capicorda stagnati a compressione e bulloneria in acciaio inox 18/8.


Nei collegamenti di messa a terra si dovrà evitare che i conduttori di rame nudo vengano lasciati a contatto di superfici zincate che potrebbero causare la formazione di processi di corrosione.

Per la posa dei cavi BT ed il relativo collegamento ai vari componenti dell'interruttore l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni riportate nel manuale di istruzione del Costruttore.

Non saranno ammesse giunzioni dei cavi lungo i percorsi e i raggi di curvatura non dovranno essere inferiori a quelli minimi prescritti.

Gli schermi dei cavi saranno collegati a terra nei punti indicati nel progetto di dettaglio.

A montaggio ultimato il committente potrà richiedere, a spese dell'appaltatore, l'intervento del Costruttore dell'interruttore per la verifica, la messa a punto ed il precollaudo con rilascio di

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 84

dichiarazione scritta attestante l'esecuzione del corretto montaggio dell'apparecchio.

Qualora, durante le fasi di collaudo, si riscontrasse un qualsiasi difetto dovuto a cattiva installazione, sarà sempre a cura e spese dell'Appaltatore intervenire per la messa in pristino dell'apparecchiatura; il tempo necessario per tali operazioni, non potrà essere eccepito come ritardo giustificato ai fini della prevista consegna.

Oltre a quanto prescritto sopra si intendono compresi:

- assistenza con personale dell'Appaltatore e fornitura di eventuali attrezzature e ponteggi necessari durante tutte le fasi di controllo, messa a punto e collaudo a cura Costruttore;
- materiale aggiuntivo quale: tubi, raccorderia, staffe, supporti ecc., che si rendesse necessario nei collegamenti pneumatici e/o oleodinamici;
- accessori di ancoraggio, fascette reggicavo, protezione dei cavi e delle vie di percorso dei cavi utilizzati nei collegamenti di BT;
- montaggio dei sostegni dell'interruttore di qualunque tipo essi siano.
- il primo riempimento di gas SF6 alla pressione e con le modalità previste dal Costruttore.
- fornitura dei tasselli, completi di accessori, di sezione fino a i4 mm.

Non sono compresi:

- fornitura dei cavi BT;
- la bombola di gas per il riempimento;

## **MONTAGGIO SEZIONATORI**


La prestazione riguarda il montaggio dei sezionatori dei seguenti tipi:

- a rotazione con sezionamento orizzontale, con o senza lame di terra e con comando tripolare;
- a gomito con sezionamento verticale o orizzontale, con comando unipolare o tripolare;
- sezionatori terra sbarre con comando unipolare o tripolare.

I sezionatori completi di tutti gli accessori, di isolatori portanti e di manovra, dei dispositivi di manovra, sono forniti scomposti nei principali elementi.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- l'assieme dei componenti il sezionatore ed il montaggio dell'apparecchio sui sostegni precedentemente predisposti;
- i collegamenti di messa a terra delle varie parti del sezionatore e degli armadi di manovra e di interfaccia ai rispettivi sostegni secondo quanto prescritto dal Costruttore;

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 85

- la posa dei cavi BT ed il relativo collegamento fra i vari componenti del sezionatore fino all'armadio interfaccia lato sezionatore, compresa la messa in opera delle protezioni dei cavi e delle vie di percorso dei cavi nei punti previsti nel progetto di dettaglio.

L'assieme e la messa in opera dei componenti il sezionatore dovrà essere eseguito rispettando le istruzioni e la sequenza operativa riportata nel manuale del Costruttore.

I collegamenti di messa a terra delle varie parti del sezionatore, degli armadi di manovra e di interfaccia ai rispettivi sostegni dovranno essere eseguiti in conformità alle specifiche e alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato e nel manuale istruzioni di montaggio del Costruttore.

Nei collegamenti di messa a terra si dovrà evitare che i conduttori di rame nudo vengano lasciati a contatto di superfici zincate che potrebbero causare la formazione di processi di corrosione.

Per la posa dei cavi BT ed il relativo collegamento ai vari componenti del sezionatore, l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni riportate nel manuale di istruzioni del Costruttore.

Non saranno ammesse giunzioni dei cavi lungo il percorso ed i raggi di curvatura non dovranno essere inferiori a quelli minimi prescritti (cfr. Norme CEI).


Gli schermi dei cavi saranno collegati a terra nei punti indicati nel progetto di dettaglio.

A montaggio ultimato il committente potrà richiedere, a spese dell'appaltatore l'intervento del Costruttore dell'interruttore per la verifica, la messa a punto ed il precollaudo con rilascio di dichiarazione scritta attestante l'esecuzione del corretto montaggio dell'apparecchio.

Qualora, durante le fasi di collaudo, si riscontrasse un qualsiasi difetto dovuto a cattiva installazione, sarà sempre a cura e spese dell'Appaltatore intervenire per la messa in pristino dell'apparecchiatura; il tempo necessario per tali operazioni, non potrà essere eccepito come ritardo giustificato ai fini della prevista consegna.

Oltre a quanto prescritto sopra si intendono compresi:

- montaggio degli isolatori portanti e di manovra compresa la bulloneria di assieme e fissaggio;
- assistenza con personale dell'Appaltatore e fornitura di eventuali attrezzature e ponteggi necessari durante tutte le fasi di controllo, messa a punto e collaudo a cura Costruttore;
- bulloneria necessaria al fissaggio dell'apparecchio alle strutture metalliche di sostegno;
- accessori di ancoraggio, le fascette reggicavo, la protezione dei cavi e delle vie di percorso dei cavi utilizzati nei collegamenti di BT.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 86

## MONTAGGIO TRASFORMATORI DI CORRENTE

I trasformatori di corrente oggetto del presente capitolo sono generalmente isolati in gas SF6 o in carta-olio. Le prescrizioni sotto riportate sono comunque applicabili anche ai TA non omologati.

Sono previste le seguenti attività:

- il montaggio dell'apparecchio, compresi gli accessori, sul sostegno precedentemente predisposto;
- i collegamenti di messa a terra del TA al sostegno con corda di rame sez. 125 mm<sup>2</sup>, dei morsetti degli avvolgimenti secondari e della relativa cassetta con cavo giallo/verde di sez. min 16 mm<sup>2</sup>
- il riempimento del TA con gas SF6 alla pressione e con le modalità previste dal Costruttore per l'esercizio;
- il controllo dell'intervento dei contatti del manometro indicatore pressione gas SF6 ed il rilievo di eventuali perdite di gas.

L'apparecchio, compresi i suoi accessori, dovrà essere installato sul proprio sostegno con le modalità prescritte dal Costruttore del TA e le indicazioni riportate nel progetto di dettaglio.

Nel caso di TA in gas SF6 prima della loro movimentazione si dovrà accertare che la pressione del gas all'interno dell'apparecchio sia quella prescritta. Per il riempimento del TA con gas SF6, da eseguirsi a fine montaggio secondo le prescrizioni del costruttore, l'Appaltatore dovrà utilizzare proprie attrezzature e la bombola di gas messa a disposizione dal costruttore.

I collegamenti di messa a terra dell'apparecchio al sostegno dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni riportate nel progetto di dettaglio e nel presente Capitolato, utilizzando corda di rame, capicorda a compressione e bulloneria in acciaio inox 18/8.


A montaggio ultimato i morsetti degli avvolgimenti secondari del TA dovranno essere lasciati in corto circuito e collegati a terra, secondo le prescrizioni riportate nel progetto di dettaglio e nel presente Capitolato.

## MONTAGGIO TRASFORMATORI DI TENSIONE

I trasformatori di tensione in relazione ai vari tipi, induttivi o capacitivi, ed ai vari livelli di tensione, sono forniti già completamente assiemati o scomposti in più elementi da assiemare.

Sono previste le seguenti attività:

- l'assiemaggio ed il montaggio dell'apparecchio sul sostegno precedentemente predisposto;
- i collegamenti di messa a terra del TV al sostegno con corda di rame sez. 125 mm<sup>2</sup>, dei

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 87

morsetti degli avvolgimenti secondari e della relativa cassetta con cavo giallo/verde di sez. min 16 mm<sup>2</sup>.

Il montaggio dell'apparecchio, compresi i suoi accessori, dovrà essere eseguito con le modalità prescritte dal Costruttore del TV e le indicazioni riportate nel progetto di dettaglio.

I collegamenti di messa a terra dell'apparecchiatura al sostegno dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni riportate nel progetto di dettaglio e nel presente Capitolato, utilizzando corda di rame, capicorda a compressione e bulloneria in acciaio inox 18/8.

## **MONTAGGIO SCARICATORI**

Gli scaricatori, completi di tutti gli accessori, sono forniti completamente assiemati o scomposti nei principali elementi.

Sono previste le seguenti attività:

- l'assieme dei componenti ed il montaggio dello scaricatore sul sostegno precedentemente predisposto;
- il montaggio degli accessori (anelli equipotenziali, eventuale contascariche e numeratori, ecc.);
- il collegamento di messa a terra dello scaricatore o, in presenza del contascariche, il collegamento di questo allo scaricatore e alla rete di terra secondo le specifiche e le prescrizioni del Costruttore e del presente Capitolato.


Il montaggio dello scaricatore e dei suoi accessori dovrà essere eseguito con le modalità prescritte dal Costruttore dell'apparecchio e le indicazioni riportate nel progetto di dettaglio.

Il collegamento di messa a terra dello scaricatore o del contascariche dovrà essere realizzato in corda di rame, avente sezione idonea ed isolata per 4 kV, che sarà collegata alla base del sostegno sull'apposito foro, seguendo il percorso più diretto possibile.

La corda di rame isolata dovrà essere protetta da una robusta canaletta di plastica o metallica onde evitarne il danneggiamento per urti meccanici accidentali. La canaletta deve essere fissata al sostegno dello scaricatore con fascette o staffe di materiale amagnetico.

Per rendere possibili le misure della corrente di conduzione sul collegamento a terra, si richiede che il collegamento sia fatto lasciando, in prossimità del morsetto di terra, uno spazio libero di almeno 4 cm tra corda e struttura di base al fine di permettere l'inserimento della pinza amperometrica di misura. Per gli stessi motivi la corda di terra, con relativo isolamento, dovrà



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 88

avere un diametro massimo di 45 mm.

## **MONTAGGIO COLONNINE DI ISOLATORI PORTANTI AT**

Le colonnine di isolatori portanti, in relazione ai vari tipi ed ai livelli di tensione, sono fornite completamente assiemate o scomposte in più elementi e complete degli eventuali accessori (piattelli antigocciolamento).

La prestazione prevede l'assiemaggio e la messa in opera degli isolatori sui sostegni già predisposti e di qualsiasi altezza.

Nell'assiemaggio e montaggio degli isolatori portanti dovranno essere particolarmente curati i livellamenti e la verticalità.

Il serraggio di tutti i bulloni sarà effettuato con l'impiego di una chiave dinamometrica seguendo la procedura e applicando le coppie indicate dal Costruttore.

Al termine del montaggio i fori filettati della flangia superiore dovranno essere lasciati puliti e riempiti di grasso.

## **MONTAGGIO APPARECCHIATURE E ISOLATORI MT**


La prestazione consiste nell'installazione, in genere nel secondario dei trasformatori AT/MT, su supporti predisposti, di apparecchiature ed isolatori portanti a colonna con tensione 8,4-20 kV.

Il montaggio dei sezionatori (con o senza lame di terra), dei TV, dei TA, degli scaricatori e degli isolatori a colonna dovrà essere eseguito con le modalità riportate nei paragrafi precedenti per le corrispondenti apparecchiature AT.

## **FORNITURA E POSA IN OPERA DI TASSELLI CHIMICI O AD ESPANSIONE**

Il fissaggio delle apparecchiature AT o dei loro sostegni alle fondazioni tramite tasselli chimici prevede:

- verifica della esatta posizione planimetrica ed altimetrica della fondazione;
- foratura con posizionamento ed inserimento dei tasselli effettuato mediante l'impiego di una dima;
- la dima, dovrà essere messa a disposizione dall'appaltatore previa verifica di corrispondenza ai disegni forniti dal committente;

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 89

- il tirante di ancoraggio dovrà sporgere dal filo superiore del dado di fissaggio per una lunghezza compresa tra 1 e 1,5 volte il diametro;
- le forature dovranno essere proporzionate al diametro del tassello secondo le indicazioni del fornitore del tassello.

### **MONTAGGIO QUADRI MT**

La prestazione consiste nella installazione, all'interno dell'edificio servizi ausiliari, degli scomparti MT, ognuno dei quali è fornito già completo di apparecchi, sbarre e accessori.


In particolare sono previste le seguenti attività:

- il posizionamento ed il fissaggio a pavimento di eventuali controtelai in profilati di ferro;
- l'assieme e il fissaggio a pavimento, od al controtelaio, delle varie sezioni costituenti il quadro;
- il collegamento delle sbarre MT e dei cavi BT all'interno degli scomparti e tra scomparti adiacenti;
- il collegamento di terra esterno tra gli scomparti, mediante le barrette e i bulloni a corredo del singolo scomparto e il collegamento del quadro e dell'eventuale controtelaio alla rete di terra dell'impianto;
- la verifica della funzionalità meccanica delle apparecchiature elettriche di interruzione e sezionamento, nonché degli interblocchi meccanici tra gli apparecchi;
- il controllo del serraggio di tutta la bulloneria di fissaggio delle apparecchiature elettriche e degli organi meccanici: interblocchi, pannelli divisorii, ecc.;
- il montaggio di tutti i pannelli mobili degli scomparti, in modo che la struttura finale del quadro risulti perfettamente chiusa;
- la protezione del quadro mediante fogli di polietilene fino alla sua messa in servizio.

L'installazione del quadro dovrà avvenire in base alla disposizione topografica, alle indicazioni fornite dai documenti di progetto e nel rispetto delle prescrizioni del Costruttore.

Gli scomparti costituenti il quadro saranno fissati sui basamenti, già predisposti, mediante tasselli chimici o ad espansione, curando la verticalità della posa nonché il livellamento e l'allineamento tra i vari scomparti.

Il collegamento elettrico delle sbarre di potenza sarà eseguito a mezzo delle contropiastre di serraggio, avendo cura di pulire accuratamente le superfici di contatto con straccio asciutto o, se necessario, con spazzola metallica e di ingrassarle con un velo di vaselina. Per il serraggio dei bulloni si dovrà utilizzare la chiave dinamometrica tarata al valore raccomandato della

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 90

coppia di serraggio.

Il collegamento dei cavi BT dovrà essere eseguito con le seguenti modalità riportate in apposito capitolato che sarà consegnato dalla committenza ovvero secondo la normativa tecnica applicabile.

Oltre a quanto prescritto sopra si intendono compresi:

- eventuali spessori metallici che si rendessero necessari per il livellamento del quadro;
- corda di rame ed i morsetti per la realizzazione dei collegamenti di messa a terra tra il quadro MT e la maglia di terra dell'impianto. I tipi di morsetto e la sezione della corda da utilizzare sono indicati nel progetto di dettaglio;
- tasselli di tipo chimico o ad espansione eventualmente occorrenti per il fissaggio degli scomparti e/o dell'eventuale controtelaio;
- bulloneria per il fissaggio degli scomparti ai basamenti o al controtelaio nonchè il completamento della bulloneria di fornitura del Costruttore eventualmente mancante;
- accessori di ancoraggio, le fascette reggicavo, la protezione dei cavi e delle vie di percorso dei cavi BT;
- curata pulizia del quadro, compresa quella interna agli scomparti e delle zone di lavoro;
- assistenza con personale dell'Appaltatore alle prove di collaudo in impianto.

## ***MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/AT***


Il montaggio dei trasformatori AT sarà realizzato secondo specifiche del Costruttore.

## ***MONTAGGIO TRASFORMATORI MT/BT***

La prestazione consiste nella installazione di trasformatori MT/BT, su fondazioni già predisposte e nella posizione topografica indicata nei documenti di progetto.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- il trasporto all'interno dell'impianto dei trasformatori da installare, utilizzando idonei mezzi di sollevamento e trasporto tali da permettere la movimentazione in condizioni di sicurezza nonchè di salvaguardia dell'apparecchiatura, avendo cura di non danneggiare gli accessori e il sistema refrigerante;
- il montaggio dei dispositivi di scorrimento mediante l'accoppiamento delle forcelle con le rispettive traverse, da realizzare con le viti, i dadi e le rosette di acciaio inox a corredo;

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 91

- l'installazione e il fissaggio dei trasformatori, sugli appositi basamenti già predisposti, in conformità a quanto previsto nei documenti di progetto;
- l'esecuzione dei collegamenti dei circuiti di controllo e della cassa del trasformatore alla maglia di terra.

Le attività descritte dovranno essere eseguite secondo le norme della buona tecnica e nel pieno rispetto della normativa antinfortunistica (Norme CEI, DPR 547, D.L. 626, ecc.).

## **REALIZZAZIONE DEI COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA**

Le attività inerenti i collegamenti di messa a terra, descritte nel presente capitolo, presuppongono, come accade di norma, che i dispersori di terra siano già stati collocati in opera con l'esecuzione delle opere civili.

Il committente potrà comunque richiedere la posa in opera in scavo, su passerella, in cunicolo, in tubo e su superfici in genere, di conduttore in rame nudo di idonea sezione.

Vengono qui illustrate le modalità di esecuzione delle seguenti attività:


- Collegamento delle cime emergenti alle strutture;
- Collegamento delle apparecchiature alle strutture metalliche di sostegno;
- Posa in opera di corda di rame.

## **COLLEGAMENTO DELLE CIME EMERGENTI ALLE STRUTTURE**

Le cime emergenti (corda in rame di idonea sezione) della rete principale di terra vanno fissate alle strutture metalliche (tralicci, sostegni, recinzioni, ecc.), presenti nella stazione elettrica.

Il collegamento della cima emergente al punto predisposto per la messa a terra dovrà essere eseguito sagomando opportunamente la corda di terra, con raggi di curvatura che non deformino la corda e non ne modifichino le sue caratteristiche meccaniche. Il collegamento dovrà essere eseguito seguendo il percorso più breve, ma comunque lasciando, in prossimità del punto di collegamento, un'opportuna ansa per l'applicazione delle pinze di messa a terra volante. Si dovrà evitare che il conduttore di rame nudo venga posato in opera a contatto di superfici zincate per evitare processi di corrosione.

Qualora la cima emergente fosse di lunghezza insufficiente, l'Appaltatore provvederà al suo prolungamento utilizzando corda di rame di identiche caratteristiche e idonei giunti a compressione. Il giunto di prolungamento sarà effettuato nel tratto di salita della cima all'uscita dal basamento.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 92

Le corde in rame dovranno essere tagliate con idonee attrezzature, e le parti terminali, da inserire nel capocorda o nel giunto, dovranno essere pulite con spazzola metallica.

I giunti a compressione e i capicorda dovranno essere serrati, con idonea attrezzatura, alla pressione indicata dal loro Costruttore.

I punti di messa a terra delle strutture metalliche dovranno essere puliti con spazzola metallica e protetti con pasta antiossidante.

I punti di collegamento alle strutture e la bulloneria in acciaio inox da utilizzare sono descritti nel progetto.

Le lunghezze delle viti e le coppie di serraggio dovranno essere commisurate ai componenti da serrare nel rispetto delle norme sui collegamenti meccanici. Sono previste le seguenti attività:

- il collegamento delle cime emergenti alle strutture metalliche di sostegno delle apparecchiature e ai sostegni a portale o ai tralicci (ove presenti), qualora non compreso nelle voci precedenti di montaggio carpenteria;
- il collegamento delle recinzioni metalliche alla rete di terra;
- il collegamento delle cime emergenti ai punti di messa a terra degli armadi metallici;
- il collegamento alla rete di terra dei collettori di terra collocati negli edifici, nei chioschi e negli armadi delle apparecchiature MT e BT;


## **COLLEGAMENTO DELLE APPARECCHIATURE ALLE STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO**

I collegamenti delle apparecchiature ai rispettivi sostegni dovranno essere eseguiti conformemente alle prescrizioni dei Costruttori, secondo le modalità di esecuzione riportate al punto precedente. Le corde di rame di collegamento longitudinale tra i vari componenti delle apparecchiature, dovranno essere ancorate alle rispettive strutture a mezzo di graffette o collari aperti di fissaggio in acciaio inox.

La prestazione prevede i collegamenti di messa a terra delle apparecchiature verso i sostegni metallici qualora non compresi nelle specifiche voci precedenti di montaggio apparecchiature.

## **POSA IN OPERA DI CORDA DI RAME**

I conduttori in rame costituenti la rete di terra magliata hanno un diametro di idonea sezione, mentre le derivazioni, denominate cime emergenti e realizzate in corrispondenza delle fondazioni dei portali e delle apparecchiature elettriche, hanno un diametro di idonea sezione, superiore alla precedente. Le cime emergenti dovranno elevarsi di circa 1 m rispetto al piano

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 93

finito di quota zero della stazione.

I conduttori potranno essere posati anche in scavi già predisposti.

Dopo la posa in opera dei conduttori di sezione inferiore della maglia di terra si provvederà ad eseguire nei punti di incrocio, le connessioni a mezzo morsetto a C tipo BURNDY, serie pesante.

Si provvederà inoltre alla messa in opera delle derivazioni utilizzando conduttore aventi sezione maggiore.

Nel caso di posa su passerelle, pareti in muratura o su strutture metalliche in genere, le corde di rame dovranno essere ancorate con graffette o collari aperti di fissaggio in acciaio inox.

Oltre a quanto prescritto sopra si intendono compresi:

- tutto il materiale necessario alla posa della corda di rame, alla esecuzione delle giunzioni, delle derivazioni e dei collegamenti di terra (bulloneria e viteria di fissaggio in acciaio inox, pasta antiossidante, graffette, collari, ecc.).

## ***PITTURAZIONE APPARECCHIATURE E STRUTTURE***

La prestazione consiste nella pitturazione di strutture metalliche (sostegni e portali, carpenteria leggera) e di apparecchiature e macchinario elettrico presenti nelle stazioni elettriche MT/AT.


Le superfici da pitturare saranno valutate in base alla loro effettiva estensione ed in funzione della loro altezza da terra. In alternativa, per manufatti di geometria particolare, la valutazione sarà fatta in base alle norme applicabili.

Per la pitturazione di strutture metalliche, ai fini della contabilizzazione, la misura della superficie da pitturare sarà convenzionalmente effettuata sulla base delle superfici tronche dei profilati e delle piastre ricavate dai disegni costruttivi.

In mancanza di disegni costruttivi il computo della superficie da pitturare verrà desunta dai disegni schematici dei sostegni interessati; nessuna maggiorazione per bulloni, dadi, chiodi, sovrapposizioni, ecc., verrà applicata sulla superficie così ricavata.

Il lavoro di pitturazione di apparecchiature e macchinario elettrico sarà computato a misura (n° di apparecchi o macchine), secondo le singole tipologie indicate nell'Elenco prezzi.

L'interruttore va sempre considerato completo di sostegno.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 94

## **COLLEGAMENTI IN CAVO MT**

La prestazione prevede i lavori di fornitura e posa di cavi MT isolati in PVC, PE, EPR e similari e dei terminali e degli eventuali giunti lungo il percorso del cavo.

Le sezioni dei cavi saranno dimensionate secondo le esigenze del progetto definitivo e/o esecutivo.

La stesura verrà effettuata tenendo conto delle pezzature delle bobine, evitando per quanto possibile, spezzoni e sfridi inutili.

La posa del cavo può essere fatta:

- all'interno di cunicolo predisposto in cemento armato, chiuso con coperture in cemento o metalliche;
- all'interno di tubazioni in cemento o PVC;
- all'interno di scavo in sezione obbligata;
- a parete mediante appositi staffaggi o su passerelle a giorno all'interno e/o all'esterno degli edifici.


Le terminazioni potranno essere con terminali per interno o per esterno del tipo unipolare e/o tripolare.

## **PRESCRIZIONI PER LA POSA DEL CAVO**

Le operazioni della posa dei cavi dovranno essere eseguite a "regola d'arte" secondo le norme CEI 20-13 e 20-14 e le prescrizioni e procedure sotto riportate che riguardano:

- il rispetto delle modalità di svolgimento del cavo dalle bobine che potrà essere effettuato solo con mezzi idonei quali alza bobine o similari;
- il rispetto dei raggi di curvatura imposti dal Costruttore del cavo e delle distanze prescritte per una migliore dissipazione del calore;
- la cura nella posa all'interno dei cunicoli o tubi di qualsiasi natura per non danneggiare la guaina esterna;
- il fissaggio dei cavi nei percorsi a parete, su passerelle o su incastellature metalliche, da eseguirsi ogni metro lineare del percorso tramite collari in materiale amagnetico o mensole in legno che saranno serrate senza danneggiare la guaina esterna.

I cavi dovranno essere posati a trifoglio o in piano. Nei tratti di posa in piano si dovranno eseguire trasposizioni di fase in modo che ogni fase occupi ciclicamente tutte e tre le posizioni.

	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 95

Quando due o più linee in parallelo sono costituite da cavi unipolari, i cavi della medesima fase non devono essere disposti adiacenti, ma alternati con quelli delle altre fasi.

I cavi posati all'interno di scavi, segnalati con nastro monitore, dovranno essere coperti con coppelle di cemento o vetroresina, da disporre per ogni singolo cavo. Inoltre ciascun cavo negli ultimi due metri, prima dell'uscita dal terreno, dovrà essere inserito dentro un tubo d'acciaio zincato di diametro adeguato.

Per la stesura, il cavo dovrà scorrere su appositi rulli distanziati in modo da evitare lo strofinamento al contatto del terreno; nel caso in cui i cavi dovessero passare all'interno di tubazioni in cemento o PVC la stesura dovrà essere effettuata tirando il cavo da una estremità con una fune di nylon del diametro di 10 mm. A posa ultimata, una analoga fune dovrà restare all'interno del tubo per eventuale successivo utilizzo.

## **PRESCRIZIONI PER TERMINALI E GIUNTI**

L'esecuzione dei terminali e dei giunti, ove previsti, dovrà essere fatta esclusivamente da personale specializzato, rispettando le istruzioni del Costruttore e quanto previsto dalle norme CEI 20-24. I materiali saranno di fornitura da parte dell'appaltatore.

Si dovrà collegare alla rete di terra una estremità dello schermo dei cavi unipolari e isolare l'altra estremità (tensione di isolamento 3 kV).


Per i cavi tripolari gli schermi vanno collegati a terra ad entrambe le estremità. Sui cavi interrati, la zona dei giunti dovrà essere segnalata in modo che sia facilmente individuabile.

Oltre a quanto prescritto sopra si intendono compresi:

- attrezzature necessarie per l'esecuzione del lavoro compresi i ponteggi, i ripari dalle intemperie, i mezzi di trasporto e sollevamento per la movimentazione all'interno dell'impianto delle bobine del cavo e delle attrezzature per la posa a regola d'arte, quali: alzabobine, rulli per la stesura dei cavi, ecc.;
- materiali occorrenti per il fissaggio dei cavi (collari e staffe di materiale amagnetico, mensole di qualunque tipo, bulloneria, ecc.) e la loro messa in opera;
- opere murarie accessorie, ove necessario, compresa la fornitura dei materiali occorrenti.
- eventuale apertura, richiusura delle copertine dei cunicoli e pulizia all'interno degli stessi;
- fissaggio del cavo sul telaio predisposto;
- fornitura e posa in opera di coppelle di cemento o vetroresina e dei tubi di acciaio zincato per la protezione dei cavi posati all'interno degli scavi.

Inoltre l'esecuzione dei terminali e dei giunti prevede:



	Tipo: Documentazione di Progetto	
	Titolo: <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale</b>	
	Rev. 0 – 20/12/2019	Pag. 96

- collegamento di messa a terra degli schermi del terminale, con la fornitura dei materiali necessari;
- per i terminali tripolari la posa del bicchiere di biforcazione e la nastratura di protezione delle anime;
- preparazione e l'esecuzione del giunto con idonee attrezzature (per il sistema di serraggio a compressione o a saldatura) compresi eventuali ponteggi, protezioni all'interno degli scavi e protezioni dalle intemperie;  
materiali necessari per la protezione del giunto prima del reinterro. Non comprendono:
- tutte le opere civili primarie;
- prova di tensione del cavo dopo posa.

## **RIFASAMENTO**

Se necessario, su richiesta della DL, verrà installato un sistema di rifasamento per ciascun montante trasformatore presente in sottostazione, così come descritto nella specifica di fornitura.