

REGIONE: PUGLIA  
PROVINCIA: FOGGIA  
COMUNE di SAN SEVERO

ELABORATO:

**4.2**  
**12**

OGGETTO:

**PARCO EOLICO SAN SEVERO LA PENNA**  
**composto da 14 WTG da 3,40MW/cad.**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI**

PROPONENTE:

**TOZZIgreen**

**TOZZI Green S.p.A.**

Via Brigata Ebraica, 50  
48123 Mezzano (RA) Italia  
[tozzi.re@legalmail.it](mailto:tozzi.re@legalmail.it)

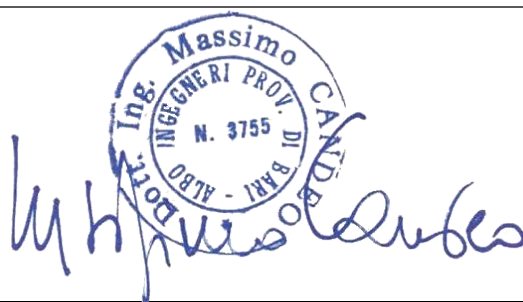
tel. +39 0544 525311  
fax +39 0544 525319

PROGETTISTA:

**ing. Massimo CANDEO**

Ordine Ing. Bari n° 3755  
Via Cancellotto, 3  
70125 Bari  
[m.candeo@pec.it](mailto:m.candeo@pec.it)

tel. +39 328 9569922  
fax +39 080 2140950



Collaborazione:  
ing. Gabriele CONVERSANO  
Ord. Ing.ri Bari n° 8884

Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
08.12.2017	0	Emissione	ing. Massimo Candeo e Gabriele Conversano	ing. Massimo Candeo

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,  
SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1	FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	8
1.2	STIMA DI MASSIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE .....	9
<b>2</b>	<b>OPERE DA REALIZZARE .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>OPERE EDILI: DESCRIZIONE MODALITÀ ESECUZIONE .....</b>	<b>11</b>
4.1	PROGETTAZIONE.....	11
4.2	INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI .....	11
4.3	PREDISPOSIZIONE DELLE AREE E MEZZI D'OPERA .....	11
4.4	MATERIALI .....	12
4.4.1	<i>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</i>	<i>12</i>
4.4.2	<i>CONTROLLI E CERTIFICAZIONI SUI MATERIALI.....</i>	<i>12</i>
4.5	SCAVI IN GENERE .....	13
4.5.1	<i>SCAVI DI SBANCAMENTO ED ASSIMILABILI CON MEZZO MECCANICO.....</i>	<i>13</i>
4.5.2	<i>SCAVI DI FONDAZIONE .....</i>	<i>14</i>
4.5.3	<i>SCAVI PER I PLINTI DEGLI AEROGENERATORI E DELLA TORRE ANEMOMETRICA .....</i>	<i>14</i>
4.5.4	<i>SCAVI PER CAVIDOTTI.....</i>	<i>14</i>
4.5.5	<i>SCAVI PER FONDAZIONI IN GENERE ED ALTRI MANUFATTI.....</i>	<i>14</i>
4.5.6	<i>TROVANTI .....</i>	<i>14</i>
4.6	DEMOLIZIONI .....	14
4.6.1	<i>DEMOLIZIONI DI STRUTTURE IN C.A., MURATURE E CALCESTRUZZI.....</i>	<i>14</i>
4.6.2	<i>DEMOLIZIONE DI TESTE DI PALI (SCAPITIZZATURA).....</i>	<i>15</i>
4.6.3	<i>SMANTELLAMENTO DI RECINZIONI ESISTENTI, CANCELLI, ECC. ....</i>	<i>15</i>
4.7	RILEVATI E RINTERRI .....	15
4.7.1	<i>RILEVATI COMPATTATI E SOVRASTRUTTURE PER PIAZZOLE E STRADE.....</i>	<i>15</i>
4.7.2	<i>PREPARAZIONE E BONIFICA DI SOTTOFONDI .....</i>	<i>17</i>
4.7.3	<i>RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETRAMI.....</i>	<i>17</i>
4.8	PAVIMENTAZIONI STRADALI.....	18
4.8.1	<i>FORMAZIONE DI RIPRISTINO DELLE PAVIMENTAZIONI IN MACADAM.....</i>	<i>18</i>
4.8.2	<i>RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI BITUMATE .....</i>	<i>18</i>
4.8.3	<i>RIMESSA IN PRISTINO DEI TERRENI.....</i>	<i>19</i>
4.8.4	<i>TRASPORTO E POSA A DISCARICA DEI MATERIALI DI RISULTA .....</i>	<i>19</i>
4.9	DRENAGGI DI SUPERFICIE .....	19

4.9.1	TRINCEE DRENANTI .....	19
4.9.2	DRENAGGI CONTRO-MURO .....	20
4.10	GEOTESSILE .....	21
4.10.1	GEOTESSILE PER DRENAGGI .....	21
4.10.2	GEOTESSILE PER SEPARAZIONI .....	21
4.11	GABBIONATE .....	21
4.12	CALCESTRUZZO E ACCIAIO .....	22
4.12.1	REQUISITI DEI MATERIALI DA IMPIEGARE, CONTENUTO D'ACQUA .....	22
4.12.2	LEGANTI IDRAULICI .....	22
4.12.3	INERTI .....	22
4.12.4	CLASSE DEI CALCESTRUZZI .....	23
4.12.5	CALCESTRUZZI MAGRI E DI RIEMPIMENTO .....	23
4.12.6	DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DEI CLS .....	23
4.12.7	CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO .....	23
4.12.8	MODALITÀ ESECUTIVE DEI GETTI DI CLS .....	23
4.12.9	ADDITIVI PER CALCESTRUZZI .....	24
4.12.10	CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO .....	24
4.12.11	GIUNTI STRUTTURALI .....	24
4.12.12	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....	24
4.12.13	PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ .....	25
4.13	MURATURE IN CALCESTRUZZO .....	25
4.14	ANCORAGGI .....	26
4.15	PALIFICATE IN CALCESTRUZZO ARMATO .....	26
4.15.1	CRITERI DI ESECUZIONE DELLE TRIVELLAZIONI .....	26
4.15.2	GABBIE DI ARMATURA PER I PALI .....	27
4.15.3	CALCESTRUZZO PER PALI .....	27
4.16	IMPERMEABILIZZAZIONI E COMPOSITI .....	28
4.17	CONTROLLO FINALE DEL PLINTO DELL'AEROGENERATORE .....	28
<b>5</b>	<b>AEROGENERATORE.....</b>	<b>29</b>
5.1	NAVICELLA .....	29
5.2	BASAMENTO NAVICELLA .....	29
5.3	MOLTIPLICATORE DI GIRI .....	30
5.4	SISTEMA DI IMBARDATA .....	30
5.5	SISTEMA FRENANTE .....	30

5.6	GENERATORE.....	30
5.7	TRASFORMATORE.....	31
5.8	ROTORE - MOZZO .....	31
5.9	REGOLAZIONE DEL PASSO .....	31
5.10	PALE.....	31
5.11	TORRE .....	32
5.12	CONTROLLO E REGOLAZIONE .....	32
5.13	MONITORAGGIO.....	32
5.14	PROTEZIONE CONTRO I FULMINI .....	32
<b>6</b>	<b>CAVI ELETTRICI DI CONNESSIONE .....</b>	<b>33</b>
6.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	33
6.2	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE PER I CAVIDOTTI.....	33
6.2.1	<i>POZZETTI E CAMERETTE .....</i>	<i>34</i>
6.2.2	<i>MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI .....</i>	<i>35</i>
6.2.3	<i>COESISTENZA FRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE.....</i>	<i>35</i>
6.3	DATI CARATTERISTICI DEI CAVI MT .....	37
6.3.1	<i>DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE DI DISTRIBUZIONE DELL'IMPIANTO .....</i>	<i>40</i>
6.4	PROTEZIONE DAI CONTATTI.....	40
6.4.1	<i>DATI DI PROGETTO .....</i>	<i>40</i>
6.4.2	<i>VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA .....</i>	<i>41</i>
6.4.3	<i>VERIFICA TERMICA E MECCANICA DEL DISPERSORE .....</i>	<i>42</i>
6.4.4	<i>CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA UT.....</i>	<i>42</i>
<b>7</b>	<b>CONNESSIONE ELETTRICA ALLA RTN.....</b>	<b>43</b>
7.1	SOTTO STAZIONE ELETTRICA UTENTE MT/AT (SSEU) .....	44
7.1.1	<i>INGOMBRI DELLA SSEU.....</i>	<i>44</i>
7.1.2	<i>DATI ELETTRICI.....</i>	<i>45</i>
7.1.3	<i>IMPIANTO IN A.T. A 150 kV.....</i>	<i>45</i>
7.1.4	<i>IMPIANTO DI TERRA.....</i>	<i>49</i>
7.1.5	<i>TRASFORMATORE A.T./M.T. ....</i>	<i>49</i>
7.1.6	<i>OPERE EDILI .....</i>	<i>50</i>
7.1.7	<i>SERVIZI AUSILIARI.....</i>	<i>54</i>
7.1.8	<i>SISTEMA DI PROTEZIONE COMANDO E CONTROLLO (SPCC) .....</i>	<i>56</i>

## 1 INTRODUZIONE

La presente proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione industriale di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da:

- **14 aerogeneratori** tripala (WTG) ad asse orizzontale, **ciascuno di potenza nominale pari a 3,4 MW**, per una potenza elettrica complessiva pari a **47,6MW**,

da realizzarsi in agro del Comune di San Severo La Penna (FG).

La società proponente è la TOZZI GREEN S.p.A. con sede in Mezzano (Ravenna), 48123, Via Brigata Ebraica , 50.

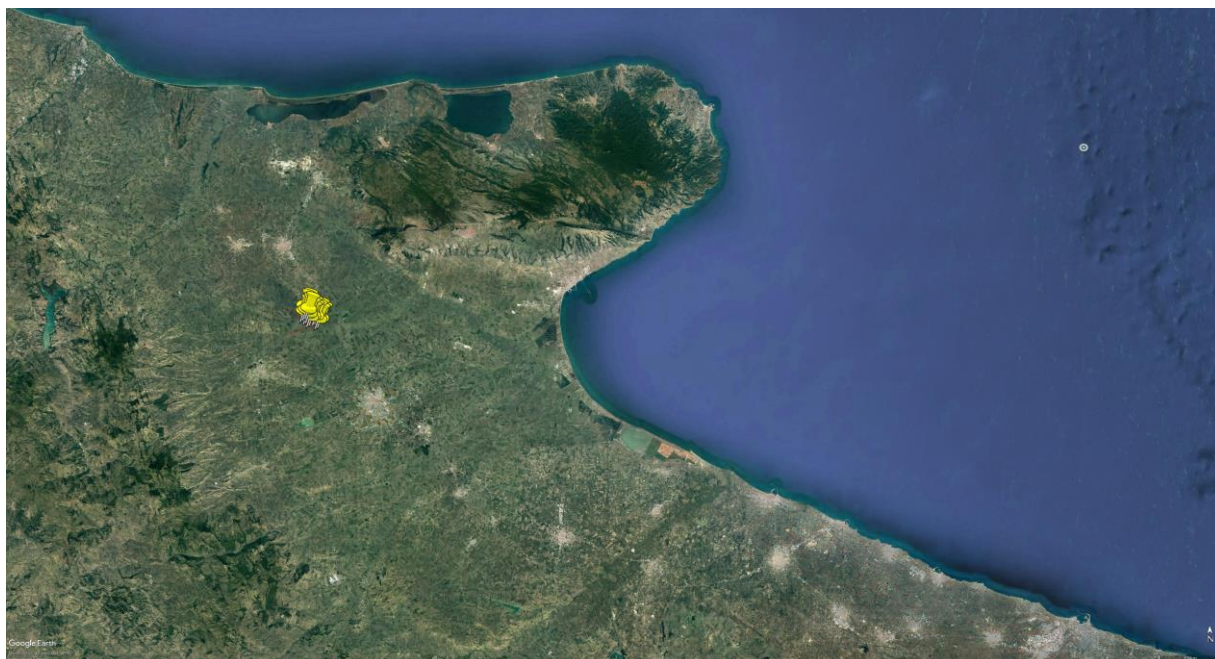
L'impianto in scala ampia è posizionato come indicato nella seguente ortofoto. Di seguito alla stessa il layout d'impianto in scala più ristretta.

Il Layout dell'impianto è schematicamente indicato nella precedente figura, ma meglio dettagliato nelle **Tavole di Progetto**.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a 110mt dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a 130m (lunghezza pala 62,5mt circa), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 175mt slt.

Sarà impiegata la turbina eolica GENERAL ELECTRIC GE 3,4-130 da 3,4 MW, ritenuta fra le macchine più performanti ad oggi disponibili sul mercato stando le caratteristiche anemometriche proprie del sito e le esigenze di impianto.

A seguito di apposita richiesta di connessione, la TOZZI Green S.p.A. ha ottenuto e successivamente accettato la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) Codice Pratica n. 201700239 di cui all'ALLEGATO A1 alla comunicazione prot. n. TE/P2017 0007703 del 01/12/2017 di TERNA S.p.A., la quale prevede che l'impianto eolico sarà collegato in antenna a 150 kV su uno stallo approntato nella futura sezione a 150 kV della Stazione Elettrica RTN a 380 kV denominata "SAN SEVERO" di TERNA S.p.A. previa trasformazione della tensione, in idonea Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) di proprietà del Proponente, dalla M.T. a 30 kV (tensione di esercizio dell'impianto di produzione) alla A.T. a 150 kV (tensione di consegna lato TERNA SpA.



*Fig. 1.1 – Inquadramento Impianto su scala ampia*

I dati catastali e le coordinate geografiche per ogni punto macchina sono i seguenti:

<b>WTG</b>	<b>mE</b>	<b>mN</b>	<b>COMUNE</b>	<b>FG</b>	<b>P.LLA</b>
1	536.949	4.601.798	San Severo	131	82
2	536.593	4.601.599	San Severo	131	18
3	536.496	4.602.364	San Severo	130	160
4	536.160	4.602.145	San Severo	130	150
5	535.643	4.602.136	San Severo	129	1
6	535.289	4.601.930	San Severo	129	51
7	535.446	4.602.765	San Severo	127	136
8	535.107	4.602.559	San Severo	127	32
9	534.769	4.602.336	San Severo	127	37
10	534.272	4.602.718	San Severo	127	15
11	534.637	4.602.961	San Severo	127	66
12	534.998	4.603.180	San Severo	127	73
13	534.689	4.603.784	San Severo	126	214
14	534.334	4.603.578	San Severo	127	98

La Sotto Stazione Elettrica Utente è collocata come di seguito indicato:

- Fg. 126, p.lla 106 parziale;
- Centro areale: coordinate UTM Fuso 33: 532.116mN 4.604.61mE.

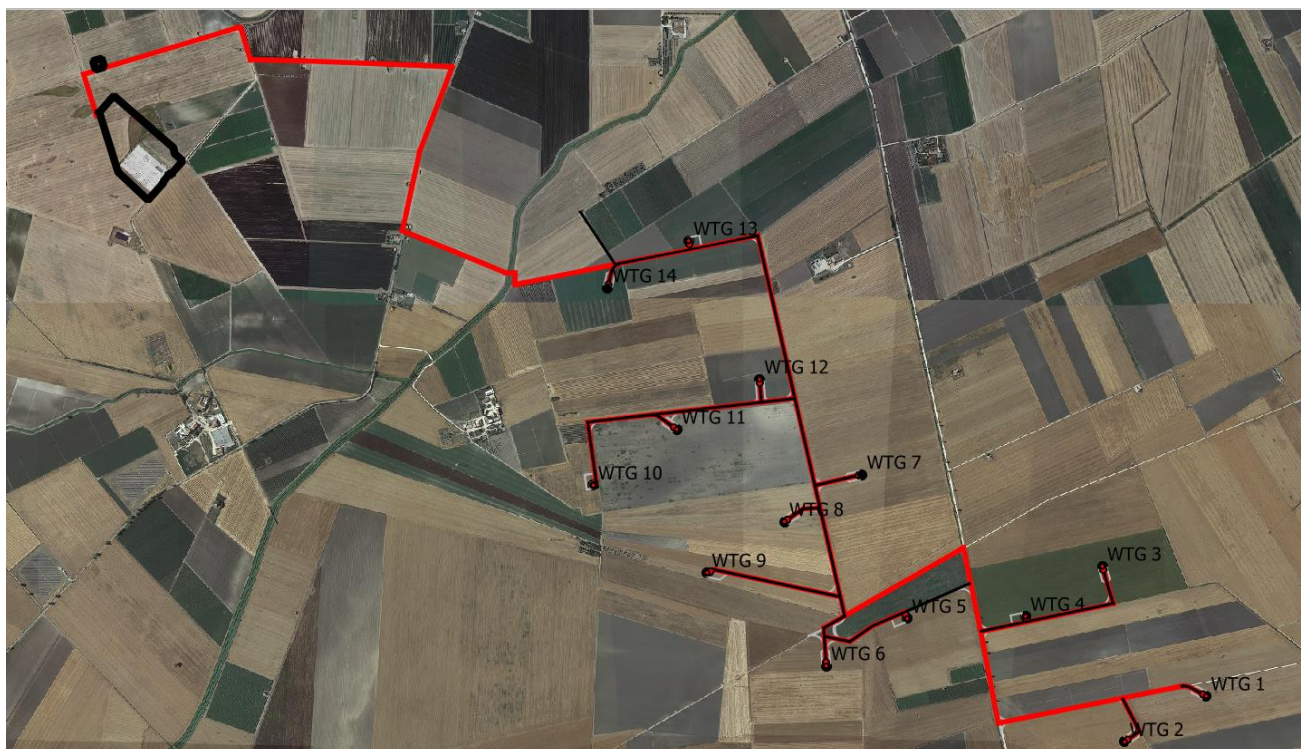


Fig. 1.2 - Layout impianto su Ortofoto

A servizio degli aerogeneratori saranno realizzate le seguenti OPERE EDILI:

- realizzazione di viabilità di accesso all'area, di accesso ai punti macchina, delle piazzole di cantiere e definitive;
- posa dei cavidotti di impianto;
- fondazioni per gli aerogeneratori;
- sistemazione dell'area Sotto Stazione Elettrica Utente;
- fondazioni per componenti elettromeccaniche nella stessa;
- ripristini nell'area a fine cantiere.

Per lo stesso scopo saranno realizzate le seguenti OPERE ELETTRICHE:

OPERE DI UTENZA:

- realizzazione di una SOTTO STAZIONE UTENTE di connessione e consegna AT/MT, ubicata anch'essa all'interno dei confini amministrativi del Comune di San Severo, in prossimità della citata stazione elettrica TERNA;
- posa in opera di cavi interrati MT per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori d'impianto alla SOTTO STAZIONE UTENTE di connessione e consegna AT/MT.

Il collegamento elettrico tra l'area d'installazione degli aerogeneratori e la stazione MT/AT per l'innalzamento della tensione dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico a 150kV, per la successiva connessione alla rete di trasmissione nazionale, gestita da TERNA SpA, sarà realizzato mediante la messa in opera, all'interno del medesimo scavo a sezione ristretta, dei cavidotti (in numero variabile in funzione della tratta considerata) a 30 kV afferenti a sottocampi in cui è stato elettricamente suddiviso l'impianto.

OPERE DI RETE:

- posa in opera di cavo AT 150kV per il trasporto dell'energia elettrica dalla SOTTO STAZIONE UTENTE di connessione e consegna AT/MT allo stallo dedicato della stazione TERNA Spa.

Si rimanda agli elaborati grafici di riferimento per la visualizzazione del tracciato di posa in opera dei cavidotti interrati e la posizione geografica delle sopra citate stazioni elettriche.

### 1.1 FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

---

La realizzazione dell'intervento proposto riguarderà le seguenti AREE non necessariamente contemporaneamente attivate:

- apertura a predisposizione cantiere;
- interventi sulla viabilità esistente, al fine di rendere possibile il transito dei mezzi speciali per il trasporto degli elementi degli aerogeneratori;
- realizzazione delle piste d'accesso alla piazzole, che dalla viabilità interpodereale esistente consentano il transito dei mezzi di cantiere, per il raggiungimento dell'area d'installazione di ciascun aerogeneratore;
- realizzazione delle piazzole per l'installazione degli aerogeneratori;
- scavi a sezione larga per la realizzazione della fondazione di macchina e scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti;
- realizzazione delle fondazioni di macchina;
- installazione degli aerogeneratori;
- realizzazione della stazione elettrica di connessione e consegna;
- installazione cabina di sezionamento/parallelo;
- messa in opera dei cavidotti interrati;
- realizzazione della connessione elettrica d'impianto alla rete di trasmissione gestita da TERNA.

Qui di seguito una possibile suddivisione delle FASI DI LAVORO:

1. rilievi e picchettamento delle aree di intervento;
2. apprestamento delle aree di cantiere;
3. realizzazione delle piste d'accesso per i mezzi di cantiere;
4. livellamento e preparazione delle piazzole;
5. modifica della viabilità esistente per consentire l'accesso dei componenti degli aerogeneratori;
6. realizzazione delle fondazioni
7. montaggio aerogeneratori;
8. montaggio impianto elettrico aerogeneratori;
9. posa cavidotto in area piazzola e pista di accesso;
10. finitura piazzola e pista;



11. posa cavidotti di collegamento tra gli aerogeneratori; posa cavidotti di collegamento alla stazione elettrica di connessione e consegna MT/AT compresa la risoluzione di eventuali interferenze; posa cavidotto di collegamento tra la stazione elettrica MT/AT lo stallo dedicato della stazione RTN esistente;
12. preparazione area stazione elettrica MT/AT (livellamento, scavi e rilevati);
13. fondazioni stazione elettrica MT/AT;
14. montaggio stazione elettrica MT/AT;
15. cavidotti interrati interni: opere edili;
16. cavidotti interrati interni: opere elettriche;
17. impianto elettrico MT/AT di connessione e consegna;
18. collaudi impianto elettrico generazione e trasformazione;
19. opere di ripristino e mitigazione ambientale;
20. conferimento inerti provenienti dagli scavi e dai movimenti terra;
21. posa terreno vegetale per favorire recupero situazione preesistente.

## 1.2 STIMA DI MASSIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

Di seguito una STIMA DEI TEMPI PREVISTI per la realizzazione dell'intervento:

*Tab.1.1 - Cronoprogramma esecuzione dell'intervento*

<b>FASI</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
1 - 2															
3 - 4 - 5															
6															
7 - 8															
9 - 11															
10															
12 - 13 - 15 - 16															
14 - 17															
18															
19 - 20 - 21															

## 2 OPERE DA REALIZZARE

Le Opere da realizzare per il funzionamento del parco eolico sono le seguenti:

- Realizzazione di Fondazioni per gli aerogeneratori e delle piazzole temporanee e definitive,
- Realizzazione dei Cavidotti,
- Realizzazione di Strade temporanee e definitive,
- Montaggio degli Aerogeneratori,
- Costruzione della Sotto Stazione Utente per trattamento energia (raccolta/innalzamento MT/AT) e per la consegna dell'energia al Gestore della Rete Elettrica,
- Realizzazione delle Opere edili accessorie per la Sotto Stazione,
- Montaggio degli allestimenti elettro meccanici della Sotto Stazione Utente.

Come risulta evidente sono in parte di tipo EDILE ed in parte di tipo ELETTROMECCANICO.

## 3 GENERALITÀ

Il presente Documento è redatto secondo le indicazioni contenute nell'art. 30 del DPR 207/2010; precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali degli elementi costruttivi previsti nel progetto.

Contiene inoltre la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

Gli ELEMENTI COSTRUTTIVI di cui è prevista la realizzazione sono:

- Strade temporanee e definitive,
- Fondazioni per gli aerogeneratori e piazzole temporanee e definitive,
- Cavidotti di connessione dagli aerogeneratori alla Sotto Stazione Utente,
- Opere edili accessorie per la Sotto Stazione.
- Aerogeneratori,
- Opere Elettromeccaniche per la Sotto Stazione Utente per trattamento energia (raccolta/innalzamento MT/AT) e per la consegna dell'energia al Gestore della Rete Elettrica,

Nel seguente **Capitolo 4** sono descritte le **Modalità di esecuzione delle Opere Edili in generale**.

Nel **Capitolo 5** saranno descritte le **caratteristiche degli Aerogeneratori**.

Nel **Capitolo 6** infine saranno descritte le modalità di installazione e le caratteristiche dei **Cavi Elettrici** nonché le **principali componenti elettromeccaniche della Sotto Stazione Elettrica Utente**.

Le **principali Opere Edili da realizzare** (Plinti WTG, Strade e Piazzole, posa dei Cavidotti, Fondazioni e strutture Sotto Stazione Elettrica Utente) sono descritte nelle specifiche **REL.4.2.11A e B** e nelle apposite **Tavole di Progetto**.

## 4 OPERE EDILI: DESCRIZIONE MODALITÀ ESECUZIONE

### 4.1 PROGETTAZIONE

---

Le fondazioni sono il contatto tra gli elementi strutturali ed il terreno: il loro compito è quello di assicurare il sostegno alle sollecitazioni della torre sia in termini di forza di gravità che di momenti flettenti e o torcenti.

Saranno calcolate seguendo le indicazioni rinvenenti dalle indagini sul suolo appositamente effettuate di cui al paragrafo successivo e da specifici riferimenti normativi.

Nella Relazione **REL.4.2.11B** sono riportati i Calcoli Preliminari per le fondazioni degli aerogeneratori: nel documento sono indicate le linee seguite nella progettazione.

### 4.2 INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI

---

Le indagini che saranno effettuate sul suolo dovranno fornire tutti i dati per una progettazione dettagliata di una struttura di fondazione nel sito specifico.

Le indagini potranno essere le seguenti:

- studi geologici;
- sondaggi geofisici;
- sondaggi geotecnici.

Lo scopo dello studio geologico è quello di stabilire una base per la scelta dei metodi e per definire l'estensione del sito di indagine.

I sondaggi geofisici possono essere utilizzati per estendere le informazioni localizzate da singoli fori e da test in situ, al fine di definire la stratificazione del suolo all'interno di una determinata area.

Le indagini geotecniche consisteranno in:

- campionamento del suolo per le prove di laboratorio;
- prove in situ del suolo.

I sondaggi su campo e gli esami di laboratorio dovranno stabilire una stratigrafia dettagliata del suolo, fornendo in tal modo i seguenti tipi di dati geotecnici: dati per la classificazione e descrizione del suolo, parametri necessari per una progettazione dettagliata e completa della fondazione, prove statiche per la determinazione dei parametri caratteristici di resistenza al taglio e prove cicliche per la determinazione dei parametri di resistenza e rigidità.

### 4.3 PREDISPOSIZIONE DELLE AREE E MEZZI D'OPERA

---

Prima dell'inizio lavori si procederà:

- all'individuazione, con riferimento agli elaborati, delle aree interessate dalle opere ed in particolare: aree interessate dalla viabilità interna, aree interessate dai cavidotti ed aree interessate dalla localizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e relative piazzole;
- alla materializzazione dei picchetti di tracciamento delle opere sopraccitate ed inoltre, all'indicazione dei limiti degli scavi, degli eventuali rilevati e dell'ingombro delle piazzole;

- alla predisposizione delle aree per le successive lavorazioni: ripulitura del terreno con asportazione di eventuali ceppi, allontanamento di eventuali massi erratici e regolarizzazione del terreno, al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici, accantonamento del terreno vegetale necessario per i successivi ripristini ambientali, modellamento delle scarpate.

Relativamente al taglio di erbe ed eventuali piante isolate si impiegherà un'attrezzatura manuale o meccanica idonea alle varie situazioni.

La delimitazione delle aree in cui effettuare tali interventi si stabilirà in base alle autorizzazioni acquisite.

L'Appaltatore, per svolgere nei tempi previsti ed a perfetta regola d'arte i lavori oggetto dell'Appalto, dovrà operare sia con mezzi di adeguata capacità e potenza, sia con la flessibilità e la disponibilità richieste dalla tipologia dei lavori e dalla loro collocazione nel programma generale di costruzione dell'opera.

I mezzi ed i macchinari operanti in cantiere dovranno essere conformi alle prescrizioni legislative vigenti in materia di sicurezza e di inquinamento acustico dell'ambiente.

#### 4.4 MATERIALI

---

I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che si riterrà di convenienza, purché, rispondano alle caratteristiche ed alle prestazioni previste dalle vigenti leggi.

I principali materiali che si adopereranno per i diversi lavori saranno: acqua, calce, leganti idraulici, ghiaia, pietrisco, sabbia, detrito di cava o tout venant di cava, pietrame, mattoni, materiali ferrosi, legname, bitumi ed olii minerali.

In particolare, i conglomerati cementizi per strutture in cemento armato e gli acciai per l'armatura del calcestruzzo rispetteranno tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

##### 4.4.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

A meno che il presente Disciplinare non ne indichi specificatamente la provenienza, l'Appaltatore potrà approvvigionare i materiali ovunque ritenga opportuno, purché le loro qualità rispettino i requisiti contrattuali, le Leggi ed i regolamenti vigenti in materia.

Si intendono a carico dell'Appaltatore, tra gli altri, gli oneri relativi all'approvvigionamento presso altri fornitori, dei materiali aridi di cava rispondenti alle caratteristiche prescritte o gli eventuali oneri relativi all'approvvigionamento delle cave di prestito per i materiali aridi; quindi la spesa per la ricerca di cave idonee, l'acquisto per i diritti, lo svolgimento delle pratiche per il conseguimento dei permessi di estrazione, il pagamento di canoni, l'eliminazione dei materiali non idonei, la formazione e la coltivazione delle cave secondo le normativa vigenti, nonché la sistemazione finale delle aree interessate.

##### 4.4.2 CONTROLLI E CERTIFICAZIONI SUI MATERIALI

I vari materiali e componenti impiegati dovranno essere rispondenti alle caratteristiche tecniche richieste nel presente documento ed alla Legislazione vigente; a tal fine dovranno giungere in cantiere accompagnati, oltre che dalle eventuali istruzioni di posa in opera, dalla documentazione atta a dimostrarne tale rispondenza ed a certificarne la conformità a quanto previsto dalla Legislazione vigente.

Qualora tale documentazione non sia ritenuta idonea o completa, su richiesta insindacabile della D.L., l'Appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, ad effettuare, per la verifica della conformità alle caratteristiche direttamente richieste nel presente documento, presso un Laboratorio Ufficiale concordato con la D.L., prove di qualifica su materiali o componenti da impiegare o già impiegati nonché su campioni di lavori già eseguiti, da prelevarsi in opera, sostenendo anche tutte le spese per il prelevamento degli stessi e per la loro spedizione.

Nel caso di non rispondenza dei materiali o dei componenti alle caratteristiche richieste, l'Appaltatore è tenuto a sostituirli, a sua cura e spese, con altri idonei, provvedendo anche a rimuoverli dal cantiere entro il termine fissato dalla D.L.

Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'Appaltatore, a carico del quale va posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

Anche nel corso delle diverse fasi delle lavorazioni in cantiere la D.L. potrà sempre chiedere la modifica e/o sostituzione, a cura e spese dell'Appaltatore, di quei componenti che non risultassero a norma di contratto.

L'Appaltatore deve comunicare alla D.L., con congruo anticipo, la data di arrivo dei materiali e dei componenti approvvigionati nonché la data di inizio delle varie lavorazioni in cantiere affinché la stessa possa pianificare i dovuti controlli.

#### 4.5 SCAVI IN GENERE

---

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza.

Nell'esecuzione degli scavi si procederà in modo da impedire scoscendimenti o smottamenti e frane.

Le materie provenienti dagli scavi, nel caso in cui non siano utilizzabili o non siano ritenute adatte ad altro impiego nei lavori, si porteranno fuori della sede del cantiere.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse si depositeranno, per essere poi riprese in un successivo tempo.

In ogni caso, le materie depositate non saranno di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

##### 4.5.1 SCAVI DI SBANCAMENTO ED ASSIMILABILI CON MEZZO MECCANICO

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale (piano di sbancamento), passante per il punto più depresso del terreno naturale lungo il perimetro generale dello scavo ordinato o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti.

Relativamente alle strade ed alle piazzole degli aerogeneratori il piano di sbancamento corrisponde al piano di posa della soprastruttura.

Si considerano assimilabili agli scavi di sbancamento, gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la preparazione dei piani per la realizzazione di gabbionate, per la bonifica di superfici piane od inclinate, per l'allargamento e la riprofilatura della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti.

#### 4.5.2 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

I piani di fondazione saranno generalmente orizzontali, ma per quelle opere che eventualmente dovessero cadere sopra falde inclinate, verranno disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Realizzate le opere di fondazione, lo scavo che resterà vuoto verrà riempito e costipato sino al piano del terreno naturale.

Gli scavi di fondazione saranno, quando occorrerà, solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi quanto delle opere.

#### 4.5.3 SCAVI PER I PLINTI DEGLI AEROGENERATORI E DELLA TORRE ANEMOMETRICA

Tali scavi, di notevoli dimensioni e di profondità variabile tra 2,5 e 3 m, saranno a sezione considerati a SEZIONE AMPIA.

#### 4.5.4 SCAVI PER CAVIDOTTI

Tali scavi, di dimensioni ridotte in termini di larghezza e profondità, ma di lunghezza rilevante, saranno a SEZIONE OBBLIGATA.

L'esecuzione di questi scavi verrà realizzata con particolare attenzione al fine di evitare interferenze sulla viabilità dell'impianto eolico e contemporaneamente di consentire il montaggio degli aerogeneratori con i cavidotti ultimati.

#### 4.5.5 SCAVI PER FONDAZIONI IN GENERE ED ALTRI MANUFATTI

Si tratta di scavi a sezione obbligata, con dimensioni variabili, per l'esecuzione di drenaggi, fognature, pozzetti, incasso per gabbionate ecc. che si realizzeranno con macchine operatrici meccaniche ed eventualmente rifiniti a mano.

#### 4.5.6 TROVANTI

Non saranno considerati trovanti i massi erratici rinvenuti nello scavo quando questi, singolarmente, misurati all'interno della sezione dello scavo, non superino il volume di 0,5 mc; nessun compenso, pertanto, sarà corrisposto all'Appaltatore per la loro esportazione, sia che a ciò sia sufficiente l'impiego dell'escavatore, sia che si renda necessaria la loro riduzione o demolizione mediante l'uso del martello demolitore.

I trovanti di roccia che, singolarmente, presentano un volume all'interno della sezione dello scavo superiore a 0,5 mc, saranno ridotti di dimensione fino a consentirne il trasporto alla discarica; qualunque onere e artificio è da ritenersi compreso e compensato nel prezzo a corpo dell'opera finita interessata da tale lavorazione.

### 4.6 DEMOLIZIONI

---

#### 4.6.1 DEMOLIZIONI DI STRUTTURE IN C.A., MURATURE E CALCESTRUZZI

Le demolizioni in genere si eseguiranno con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, pertanto sarà vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece saranno trasportati o guidati in basso; inoltre, si eviterà di

sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta verranno opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni si procederà in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora impiegarsi utilmente. Mentre, i materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni verranno sempre, ed al più presto, trasportati in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie.

#### *4.6.2 DEMOLIZIONE DI TESTE DI PALI (SCAPITIZZATURA)*

La demolizione delle teste dei pali (scapitozzatura), deve avvenire in modo da non danneggiare la restante parte della struttura.

L'armatura metallica deve essere messa allo scoperto senza che ne venga pregiudicata l'integrità, pulita ed opportunamente sistemata per l'ammasso nel sovrastante getto.

#### *4.6.3 SMANTELLAMENTO DI RECINZIONI ESISTENTI, CANCELLI, ECC.*

Ove previsto, si eseguirà lo smantellamento di recinzioni esistenti in rete metallica od in filo spinato con i relativi pali nonché dei relativi cancelli.

I materiali provenienti dagli smantellamenti verranno stoccati in apposite aree e/o conferiti in discarica.

### 4.7 RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, si impiegheranno in generale, e fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti in cantiere, in quanto disponibili ed idonei per la formazione dei rilevati.

Se venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti da cave che forniscano materiali idonei.

#### *4.7.1 RILEVATI COMPATTATI E SOVRASTRUTTURE PER PIAZZOLE E STRADE*

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali, che verranno messi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm, costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte od a griglia - nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua.

Ogni strato sarà costipato in modo da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti, fino al raggiungimento del valore prefissato.

Per la formazione delle soprastrutture di piazzole e strade si utilizzerà come materiale il misto granulare di cava.

Nel caso in cui le piazzole vengano posate su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento con una compattazione del terreno che non raggiunga il valore prefissato si provvederà alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione del materiale.

Per la formazione dei rilevati devono essere utilizzati i materiali appartenenti al gruppo A1, come risulta dalla norma CNR-UNI 10006.

L'esecuzione dei rilevato può iniziare solo quando i piani di posa risulteranno costipati con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno; il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 300 kg/cmq per i sopracitati piani di posa o di bonifica e pari ad un "Md" di almeno 600 kg/cmq per piani ottenuti con rilevato, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 mq di area trattata o frazione di essa.

Nella esecuzione dei rilevati, il materiale deve essere steso a strati di 25 cm di altezza compattati, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e sia rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo della umidità. Il corpo di materiale può dirsi costipato quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Md" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte.

Il controllo delle compattazioni in genere deve essere eseguito su ogni strato mediante una prova di carico su piastra ogni 500 mq di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si può dar luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

La determinazione del Modulo di deformazione deve essere effettuata in corrispondenza del primo ciclo di carico ed i valori di "MD" vengono valutati in corrispondenza dell'intervallo  $0,5 \div 3,5$  kg/cmq per il terreno in sito (scotico) e  $2,5 \div 3,5$  kg/cmq per il rilevato.

Gli incrementi successivi di carico, nelle prove di tutti gli strati, devono essere di 0,5 kg/cmq iniziando da 0,5 e proseguendo fino a 3,5 kg/cm.

Il passaggio al carico immediatamente superiore a quello in esame è consentito quando il cedimento sia inferiore a 0,05 mm dopo 3 minuti di applicazione del carico.

Le prove effettuate vengono rappresentate mediante diagramma pressioni-cedimenti.

Il peso di contrasto per le prove deve essere di ca. 5 t.

In aggiunta a quanto precedentemente detto, se le caratteristiche e le dimensioni degli elementi costituenti il materiale lo consentono, il corpo di materiale può dirsi costipato quando la percentuale di costipamento rispetto alla densità secca max A.A.S.H.T.O. modificata raggiunge il 95% in ogni punto del rilevato o della soprastruttura.

Il controllo viene effettuato confrontando la densità secca in sito del rilevato o della soprastruttura con la densità secca max del materiale ottenuta con la prova A.A.S.H.T.O. modificata in relazione alla massima dimensione degli elementi costituenti il materiale.

Questo controllo viene eseguito su ogni strato, in contraddittorio, a richiesta della D.L. con le seguenti modalità:

- 4 prove di Densità in sito
- 2 prove di Densità max A.A.S.H.T.O. modificata.



#### 4.7.2 PREPARAZIONE E BONIFICA DI SOTTOFONDI

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura od i rilevati, si preparerà asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità prefissata.

I piani di posa verranno anche liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli ed alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche stabilite dei sottofondi si provvederà a tutte le prove e determinazioni necessarie.

Le zone di piazzole, di strade di accesso alle piazzole degli aerogeneratori ottenute per mezzo di scavo di sbancamento ed atte a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di sottofondo non raggiunge nella costipazione il valore di "Md" pari a 300 kg/cmq, nonché le aree interessate dalla viabilità esistente di accesso ai siti eolici la cui pavimentazione risultasse ammalorata, devono essere oggetto di trattamento di "bonifica" mediante la sostituzione di uno strato di terreno o di massicciata stradale dello spessore indicato in progetto o in loco dalla D.L. con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito reperita dall'Appaltatore.

Detto materiale apparterrà al gruppo A1 come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e dovrà essere steso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti .

La bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un "Md" di almeno 300 kg/cmq, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità già definite in precedenza, con la frequenza di una prova ogni 500 mq di area bonificata, o frazione di essa.

#### 4.7.3 RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETRAME

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si impiegheranno materie sciolte, silicee o ghiaiose, ma non verranno impiegate quelle argillose ed, in generale, tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti verrà usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi non verranno scaricate direttamente contro le murature, ma si depositeranno in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

I riempimenti verranno formati con pietrame che verrà collocato in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per i drenaggi si sceglieranno le pietre più grosse e regolari e, possibilmente, negli strati inferiori, il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre.

Sull'ultimo strato di pietrisco verranno pigiate convenientemente le terre con le quali si completerà il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

## 4.8 PAVIMENTAZIONI STRADALI

---

### 4.8.1 FORMAZIONE DI RIPRISTINO DELLE PAVIMENTAZIONI IN MACADAM

#### OSSATURA DI SOTTOFONDO

Per la formazione dell'ossatura di sottofondo di massicciate, dello spessore di 15 cm dopo compattazione, da effettuare con battitore meccanico o con rullo compressore, si impiegheranno ghiaie e pietrischi costituiti da elementi omogenei provenienti dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, o calcari puri e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo.

Il pietrisco sarà di tipo 40/71 UNI 2710 e la ghiaia di tipo 40/71 UNI 2710.

Il materiale dovrà essere scevro di materie terrose o comunque materie eterogenee.

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione, i pietrischi avranno una resistenza a compressione di almeno 1200 Kg/cm<sup>2</sup>, un potere legante non inferiore a 30 per l'impiego in zone umide e non inferiore a 40 per l'impiego in zone aride, un coefficiente di qualità per prova DEVAL non inferiore a 12.

Qualora non sia possibile ottenere il pietrisco da cava di roccia, è consentita, previo parere favorevole della D.L., l'utilizzazione di:

- massi provenienti dagli scavi, ridotti a dimensioni idonee;
- ciottoli o massi ricavabili da fiumi o torrenti semprechè siano provenienti da rocce di qualità idonea;

Il materiale dovrà essere steso a strati di spessore non superiore ai 20 cm e cilindrato per ogni strato onde, ottenere una efficace compattazione atta a garantire il transito degli automezzi pesanti ed un  $M_d > 800 \text{ kg/cm}^2$ .

#### STRATO SUPERFICIALE

Sulle superfici dell'ossatura di sottofondo destinate al transito verrà steso uno strato di stabilizzato di cava tipo "A1-b" ( $D < 30 \text{ mm}$ ) UNI 10006, dello spessore di 10 cm dopo compattazione, da effettuare con battitore meccanico o con rullo compressore, con  $M_d > 1000$  o, se richiesto dalla D.L., pietrisco di frantoio 10/20 UNI 2710.

Le caratteristiche tecnologiche di accettazione dei pietrisco saranno tali da garantire un coefficiente di frantumazione non superiore a 120, resistenza alla compressione non inferiore a 1400 Kg/cm<sup>2</sup> ed infine una resistenza all'usura minima di 0,8.

### 4.8.2 RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI BITUMATE

Il cassonetto sarà ripristinato con materiale stabilizzato di cava di Tipo "A1 -a" oppure "A1 -b" in accordo con la norma CNR-UNI 10006, a strati ben costipati da comprimere con battitore meccanico o con rullo compressore, fino a circa 10cm dal piano di progetto.

Sopra lo stabilizzato di cava, a seguito di trattamento di semipenetrazione tramite lo spandimento di emulsione bituminosa in due successive passate, dovrà essere steso uno strato di conglomerato bituminoso (binder) a grossa granulometria ( $5 \div 20 \text{ mm}$ ) dello spessore di 10cm dopo compressione.

Dopo un periodo di assestamento di  $10 \div 15$  giorni, sui riporti eseguiti dovrà essere steso il tappetino bituminoso d'usura dello spessore medio di 3cm.

Il tappetino, accuratamente rifilato ai bordi, sarà confezionato con impasto bituminoso di graniglia, con granulometria 3÷5mm, con sabbia, additivo minerale e con tenore dell'8% di bitume, di penetrazione media 130÷150mm.

#### 4.8.3 RIMESSA IN PRISTINO DEI TERRENI

I terreni interessati dall'occupazione temporanea dei mezzi d'opera o dal deposito provvisorio dei materiali di risulta o di quelli necessari alle varie lavorazioni, dovranno essere rimessi in pristino.

Quando trattasi di terreno agricolo, il terreno dovrà essere dissodato e rilavorato effettuando la lavorazione esistente al momento dell'apertura della pista.

Quando trattasi di incolto agricolo il terreno dovrà essere dissodato e regolarizzato. In tutti i casi si dovrà:

- provvedere al ripristino del regolare deflusso delle acque di pioggia attraverso la rete
- idraulica costituita dalle fosse campestri, provvedendo a ripulirle ed a ripristinarne la sezione originaria;
- eliminare dalla superficie della pista e dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
- dare al terreno la pendenza originaria al fine di evitare ristagni

#### 4.8.4 TRASPORTO E POSA A DISCARICA DEI MATERIALI DI RISULTA

L'Appaltatore deve provvedere a qualsiasi onere, incombenza e prestazione relativa al trasporto ed alla collocazione in idonea discarica autorizzata dei materiali di risulta prodotti dal cantiere (scavi, demolizioni, lavorazioni varie, etc.) e non riutilizzabili nello stesso, sollevando il Committente dall'assunzione di ogni e qualsiasi responsabilità in merito.

L'Appaltatore si impegna a dare priorità, nella scelta delle aree di discarica, a quelle individuate o già predisposte allo scopo ove sarà realizzata l'opera ed in ogni caso a quelle più vicine al cantiere, mantenendo tuttavia una distanza dallo stesso non inferiore ai 200 m.

Comunque la disponibilità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a tutta sua cura, spese e responsabilità, nel totale rispetto della Legislazione vigente, degli strumenti urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle competenti Autorità.

Di tutto ciò l'Appaltatore è perfettamente cosciente ed informato, avendo svolto, anche in sede di gara d'Appalto, tutte le necessarie indagini atte a quantificare correttamente gli aspetti tecnici ed economici connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta.

### 4.9 DRENAGGI DI SUPERFICIE

---

#### 4.9.1 TRINCEE DRENANTI

Allo scopo di smaltire le acque superficiali convogliate e/o abbattere e regimare il livello di falda dal piano di campagna, ove previsto negli elaborati di progetto e comunque in accordo con la D.L., si ricorrerà all'uso di drenaggi di superficie, costituiti da trincee drenanti, sviluppate generalmente in direzione monte-valle, scaricanti direttamente in compluvi naturali od in altre analoghe opere di raccolta e di scarico acque.

Le trincee saranno realizzate mediante scavo a sezione obbligata, con mezzo meccanico, della larghezza di 50÷70 cm e profondità e lunghezza, secondo i profili di progetto; quando il sistema di drenaggio interessa aree sedi di rilevato, l'escavazione delle trincee sarà successiva aviazione di scotico di tutta l'area di impronta dei rilevato stesso.

Il fondo della trincea, previa accurata pulizia dello scavo, dovrà risultare costantemente in pendenza secondo i valori di progetto.

All'interno della trincea, con la dovuta cura e con tutti gli accorgimenti atti ad impedire l'ingresso di terre nella stessa, sarà disposto il geotessile avente funzione di filtro contro il passaggio delle particelle solide all'interno del corpo drenante. Il telo sarà posto in opera con sovrapposizioni di almeno 25 cm lungo l'asse della trincea, e di almeno 40 cm sul corpo del materiale arido drenante, nel senso trasversale della trincea.

Sul fondo della trincea già rivestita di geotessile sarà stesa, qualora prevista in progetto o secondo disposizioni della D.L., la tubazione atta a captare ed a convogliare le acque drenate allo scarico. La tubazione, che dovrà essere del tipo "fessurato" o "forato", in barre rigide di lamiera ondulata in acciaio zincato o, di altro idoneo materiale, dovrà avere il diametro e lo spessore risultanti dagli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L.

Le tubazioni saranno depositate sul fondo della trincea in posizione allineata e con le estremità a contatto.

Le trincee saranno riempite con materiale arido selezionato, e preferibilmente lavato, di fiume o di cava, con pezzatura max 100 mm, pezzatura minima pari ad almeno 1,5 volte il diametro dei fori della tubazione di scolo, ma non minore comunque di 15 mm.

Al fine di evitare danneggiamenti alla tubazione di scolo si prescrive che il primo strato di materiale, almeno fino a 15 cm oltre l'estradosso della tubazione, sia di pezzatura meno grossolana, e che la successiva posa in opera del materiale di pezzatura maggiore avvenga senza caduta dall'alto.

Nella fase di riempimento delle trincee si dovranno rispettare fedelmente le quote progettuali di chiusura del geotessile o quantomeno l'altezza minima di quest'ultimo dal fondo scavo.

Ad avvenuta chiusura del telo, nelle aree sedi di rilevato la trincea sarà ulteriormente riempita, fino al piano di scotico o di gradonatura a seconda delle disposizioni impartite dalla D.L. con il medesimo materiale arido selezionato o con terreno vegetale nel caso in cui le trincee drenanti siano poste in sedi naturali.

#### 4.9.2 DRENAGGI CONTRO-MURO

Sul paramento interno di muri o di altre opere in calcestruzzo, ed ovunque lo richieda la D.L., verranno eseguiti drenaggi per la captazione e l'evacuazione delle acque provenienti dai terreni.

I drenaggi potranno essere realizzati, secondo quanto previsto in progetto o richiesto dalla D.L., come segue:

- con scapoli di pietrame arenario o calcareo assestati a mano, eventualmente rifioriti in testa con pietrame di minori dimensioni;
- con materiale arido di cava, di pezzatura minima 30 mm e massima 100 mm.

L'acqua drenata si convoglierà nelle canalette appositamente predisposte nei getti, oppure nelle tubazioni forate o fessurate in p.v.c. collocate a tergo delle pareti verticali, oppure defluirà dalle estremità delle opere stesse e/o delle tubazioni in p.v.c. collocate nei getti trasversalmente

alle pareti delle strutture. Se richiesto, il drenaggio dovrà essere alloggiato entro un geotessile drenante con tipologia e prescrizioni di posa in opera cui al successivo "Geotessile".

#### 4.10 GEOTESSILE

---

Per la realizzazione di opere specifiche quali drenaggi, scogliere, ecc. sarà necessario l'utilizzo di geotessile.

Il "Geotessile" è un prodotto caratterizzato da proprietà fisiche, meccaniche ed idrauliche tali da poter essere impiegato in opere di ingegneria civile, a contatto con il terreno.

I tessuti non tessuti sono costituiti da fibre artificiali legate tra di loro ed in tutti i sensi tramite un processo meccanico denominato agugliatura.

Sono prodotti assolutamente privi di leganti chimici e di conseguenza possono essere considerati atossici e non inquinanti.

Le principali funzioni di un geotessile nelle opere di ingegneria civile possono essere così schematizzate:

- funzioni idrauliche quali drenaggio e filtraggio;
- funzioni meccaniche quali separazione, rinforzo e protezione..

##### 4.10.1 GEOTESSILE PER DRENAGGI

Per l'esecuzione di trincee drenanti, microdreni e per drenaggi a tergo di opere in calcestruzzo, verranno utilizzati geotessili aventi funzione di filtro contro il passaggio di particelle solide all'interno del corpo drenante.

Analogamente per l'esecuzione di drenaggi verrà utilizzata la stessa tipologia di geotessile con la funzione di filtro che avrà anche la funzione di separazione del terreno vegetale di ripristino delle piazzole dalla sottostante ossatura carrabile.

##### 4.10.2 GEOTESSILE PER SEPARAZIONI

Per la separazione di rilevati o soprastrutture dai relativi piani di posa, qualora questi presentino il rischio di contaminare con argille o limi il materiale arido di riporto, verranno utilizzati geotessili aventi funzione di separazione e quindi di trattenimento delle particelle più fini del terreno in sito.

Il geotessile verrà steso avendo cura di evitare il contatto con ciottoli spigolosi o di dimensioni notevoli rispetto alla granulometria dominante.

#### 4.11 GABBIONATE

---

Per la sistemazione delle aree connesse o adiacenti alle piazzole degli aerogeneratori e/o per la regimazione idraulica di fossati limitrofi, si realizzeranno delle gabbionate in varie forme e dimensioni a seconda delle necessità.

La costruzione di tali manufatti avverrà poggiando gli stessi su superfici regolarizzate e consolidate, atte a sostenere il peso delle opere ed a non essere svuotate ed erose dalle acque in movimento.

## 4.12 CALCESTRUZZO E ACCIAIO

---

### 4.12.1 REQUISITI DEI MATERIALI DA IMPIEGARE, CONTENUTO D'ACQUA

I materiali che si utilizzeranno per la preparazione dei calcestruzzi corrisponderanno a quanto prescritto dalle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con D.M. 14 gennaio 2008 in riferimento al tipo ed al numero di controlli e per le prove che dovranno essere eseguite sui materiali stessi; dovranno inoltre essere tutti perfettamente idonei ed approvati dalla D.L..

Il quantitativo d'acqua sarà il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Il rapporto acqua-cemento e quindi, il dosaggio del cemento, sarà scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

Il controllo di quanto sopra prescritto sarà effettuato, su richiesta della D.L., verificando sia la quantità di acqua immessa nell'impasto, sia l'umidità degli inerti (metodo Speedy Test).

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

### 4.12.2 LEGANTI IDRAULICI

I leganti idraulici da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella normativa.

Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanica.

Il dosaggio minimo di cemento per mc di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro minimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981, Parte Seconda, sulla durabilità dei calcestruzzo, il tutto come riportato negli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L..

Sarà usato generalmente cemento tipo C35/45 salvo diverse risultanti conseguenti la progettazione esecutiva.

### 4.12.3 INERTI

Gli inerti potranno provenire sia da cave naturali che dalla frantumazione di rocce di cave coltivate con esplosivo e potranno essere sia di natura silicea che calcarea, purché di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

Saranno accuratamente vagliati e lavati, privi di sostanze terrose ed organiche, provenienti da rocce non scistose, né gelive opportunamente miscelati con sabbia di fiume silicea, aspra al tatto, di forma angolosa e granulometricamente assortita.

Dovranno soddisfare i requisiti richiesti nel Decreto Ministeriale del 9/01/96 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche ed essere conformi alle prescrizioni relative alla Categoria A della Norma UNI 8520.

La granulometria degli inerti deve essere scelta in modo tale che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre senza pericolo di segregazione.

Probabilmente il Diametro Massimo dell'inerte sarà indicato pari a 16-20mm.

La conformità degli inerti e delle miscele di inerti a quanto prescritto dalle Norme sopra citate deve essere comprovata da apposite prove condotte da un Laboratorio Ufficiale, il

quale ne deve rilasciare attestato mediante Relazione Tecnica che dovrà essere esibita alla D.L. dall'Appaltatore.

Per getti particolari, a discrezione della D.L., sarà a carico dell'Appaltatore provvedere allo studio dei più idonei dosaggi dei vari componenti in base ad apposite ricerche condotte da un Laboratorio Ufficiale.

#### *4.12.4 CLASSE DEI CALCESTRUZZI*

Tutte le strutture per fondazioni, platee, pozzetti, muri ecc. saranno realizzate con calcestruzzo della classe specificata sugli elaborati progettuali per ogni singola opera e/o indicata dalla D.L..

Lo slump sarà costantemente controllato nel corso dei lavori dall'Appaltatore mediante il cono di Abrams e non potrà mai superare i valori prescritti dalla D.L. per ogni classe, mentre detti valori potranno essere ridotti quando sia possibile ed opportuno per migliorare la qualità del calcestruzzo.

#### *4.12.5 CALCESTRUZZI MAGRI E DI RIEMPIMENTO*

I cls magri per getti di imposta delle fondazioni (magroni di sottofondazione), dovranno essere dosati con non meno di 1,5 q/l di cemento tipo R325 per ogni mc di impasto.

#### *4.12.6 DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DEI CLS*

Per ogni singola Classe di cls e per ogni singola opera, verranno effettuati prelievi dagli impasti, nel numero indicato di volta in volta dalla D.L. secondo le indicazioni della normativa vigente.

I provini prelevati, datati e contrassegnati in modo indelebile con riferimento alla fase di getto ed al manufatto cui si riferiscono, saranno conservati, a cura dell'Appaltatore, in luogo scelto in accordo con la D.L. e, ad avvenuta stagionatura, saranno sottoposti alle prove di schiacciamento come previsto dalle Norme, presso un Laboratorio Ufficiale.

#### *4.12.7 CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO*

Sarà autorizzato l'impiego di cls. preconfezionato presso impianti di betonaggio della zona, purché in detti impianti si seguano le indicazioni di Norma.

Sarà cura ed onere dall'Appaltatore fornire alla D.L. idonea certificazione relativa alla composizione dei cls proveniente dalla centrale di betonaggio.

#### *4.12.8 MODALITÀ ESECUTIVE DEI GETTI DI CLS*

Oltre a quanto previsto dalla Normativa vigente, si precisa che il cls sarà posto in opera, appena confezionato, in strati successivi fresco su fresco, possibilmente per tutta la superficie interessata il getto, convenientemente pestonato e vibrato con vibrator meccanici ad immersione e/o percussione, evitando accuratamente la segregazione degli inerti.

Non potranno inoltre essere eseguite interruzioni nei getti di cls se non previste nei disegni di progetto ovvero preventivamente concordate con la D.L..

I getti saranno effettuati con l'ausilio di pompa da calcestruzzo, naturalmente a cura e spese dell'Appaltatore, evitando nel contempo la caduta libera dell'impasto da altezze superiori a 1,5 m.

Tutte le superfici orizzontali dei getti di cls che rimarranno in vista dovranno essere rifinite e lisce a frattazzo fine in fase di presa del getto.

E' vietato porre in opera conglomerati cementizio a temperatura inferiore a zero gradi centigradi.

I getti di cls dovranno essere eseguiti con una tolleranza massima di errore geometrico di  $\pm 0,5$ cm; errori superiori dovranno essere eliminati, a cura e spese dell'Appaltatore, solo con le modalità che la D.L. riterrà opportune.

Tutti i getti dovranno essere mantenuti convenientemente bagnati durante la prima fase della presa (almeno tre giorni) e protetti con idonei tessuti inumiditi.

Al momento del getto, fermo restando l'obbligo di corrispondere alle caratteristiche della Classe prescritta, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare al massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento definito.

#### *4.12.9 ADDITIVI PER CALCESTRUZZI*

Gli additivi da usare nel CLS saranno indicati in fase di progettazione esecutiva.

#### *4.12.10 CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO*

Per l'esecuzione dei getti in cls si costruiranno casseri con l'esatta forma e dimensione prevista dai disegni di progetto e atti a resistere al peso della struttura, agli urti, nonché alle vibrazioni prodotte durante la posa del cls; la superficie dei casseri dovrà essere accuratamente pulita e, se necessario, trattata opportunamente per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia.

Nel caso sia necessario le casserature saranno supportate da specifiche strutture di sostegno adatte ai volumi di calcestruzzo da contenere ed alla quota in elevazione da raggiungere.

In ogni caso per il disarmo si rimanda alle Norme Tecniche vigenti.

Dopo il disarmo l'Appaltatore, a proprie spese, deve curare l'asportazione di tutte le sbavature, tagliare i tiranti metallici ed effettuare i rappezzi necessari, secondo quanto confacente al caso, previa approvazione da parte della D.L. delle modalità esecutive e delle malte da utilizzare.

In funzione dell'opera da realizzare, le casserature potranno essere confezionate con pannelli metallici, con pannellature di legno, e/o con l'impiego di tavole di legno di abete dello spessore di 2,5 cm.

#### *4.12.11 GIUNTI STRUTTURALI*

Per separare le strutture di diversa natura e permettere movimenti differenziali, ovvero per consentire la dilatazione delle strutture stesse, si dovranno realizzare giunti come appresso descritto.

#### *4.12.12 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO*

L'acciaio dovrà corrispondere alle caratteristiche specifiche dalle Norme Tecniche vigenti.

Sarà impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo Fe B 450C a seconda di quanto previsto negli elaborati di progetto, per tutte le opere, e rete elettrosaldata in vari diametri e maglie, del tipo conforme alle specifiche dei D.M. sopraccitato.



L'Appaltatore dovrà fornire i certificati di controllo come prescritto dalla normativa sopracitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale o copia conforme all'originale ai sensi dell'Art.14 della Legge n°15 del 04/01/1968.

Secondo le indicazioni della D.L., si provvederà anche al prelievo di spezzoni di barre da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche; detti spezzoni verranno inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'Appaltatore al quale spetteranno anche gli oneri relativi alle prove stesse.

La costruzione delle armature e la loro messa in opera dovranno effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti leggi per le opere in c.a..

L'armatura sarà posta in opera nelle casseforme secondo le prescrizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che le parti esterne di detta armatura vengano ricoperte dal prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro).

Le armature saranno mantenute in posizione all'interno delle casseforme mediante opportuni supporti, che a struttura scassata non dovranno dar luogo ad infiltrazioni.

Il posizionamento di ciascuna barra di armatura sarà ottenuto con legatura di filo di ferro ricotto in modo da ottenere una gabbia rigida ed indeformabile e, qualora previsto nel progetto, si provvederà a cortocircuitare la gabbia di armatura per il collegamento con la rete di Terra; se necessario saranno usate anche delle barre di irrigidimento.

L'Appaltatore potrà dare luogo alle lavorazioni dell'armatura metallica fuori dal cantiere, provvedendo quindi alla "prefabbricazione e premontaggio" della stessa secondo moduli trasportabili entro i comuni limiti di sagoma previsti dalle norme di circolazione stradale.

Nel cantiere si deve provvedere soltanto alla collocazione in opera delle suddette armature in blocchi, poggiandole sopra i magroni già realizzati e nelle apposite casseforme atte al contenimento dei getti in calcestruzzo, curando il perfetto posizionamento dei vari blocchi, il loro collegamento con le apposite barre di interconnessione, il loro mantenimento in posizione durante il getto e la presa del calcestruzzo.

#### 4.12.13 PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà prescritto di volta in volta in tempo utile dalla D.L., per la realizzazione di fori, cavità, incassature, sedi di cavi, parti di impianti, ecc.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte negli elaborati progettuali o dalla D.L., saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte di fornitori.

#### 4.13 MURATURE IN CALCESTRUZZO

---

Il calcestruzzo verrà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, possibilmente per tutta la superficie interessata dal getto, ben battuto e costipato, in modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo nella sua massa.

Concluso il getto e spianata la superficie superiore, il calcestruzzo verrà lasciato assodare per tutto il tempo necessario per reggere la pressione che esso stesso dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimento di scarpate, dovrà essere coperto con uno strato di sabbia di almeno 10 cm ed essere bagnato con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

#### 4.14 ANCORAGGI

---

Per la predisposizione di ciascun plinto in cemento armato di fondazione degli aerogeneratori e della torre anemometrica al successivo montaggio della struttura metallica in elevazione (torre aerogeneratore o torre anemometrica) si inserirà, nel relativo getto di calcestruzzo, una struttura di interfaccia in carpenteria metallica munita di flange di ancoraggio, di piastre in acciaio al fine di garantirne il corretto posizionamento.

Per la predisposizione delle strutture edili in genere al successivo montaggio di componenti impiantistici vari, verranno inseriti nelle stesse piastre in acciaio di ogni tipo e dimensione, tirafondi con o senza flange, inserti scatolari ed altri manufatti metallici.

#### 4.15 PALIFICATE IN CALCESTRUZZO ARMATO

---

Il ricorso a palificate in calcestruzzo armato è previsto, se contemplato negli elaborati del progetto esecutivo, per le fondazioni degli aerogeneratori.

I pali di fondazione, disposti generalmente in gruppo, saranno utilizzati in caso di scadenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni, il cui miglioramento, mediante interventi di bonifica, non risulta conveniente od efficace.

I pali saranno in calcestruzzo armato gettato in opera, nel numero, diametro e disposizione planimetrica risultante dagli elaborati di progetto esecutivo.

Saranno eseguiti con le tecnologie e i metodi propri dell'esecuzione di pali di medio e grande diametro trivellati con sonda a rotazione, sia all'asciutto che in presenza di acqua di falda, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con presenza di trovanti lapidei anche di notevoli dimensioni, secondo le disposizioni e le normative in materia.

Preliminarmente alla realizzazione delle palificate di fondazione dovranno essere eseguite indagini geognostiche per la definizione delle caratteristiche locali dei terreni presso ciascuna postazione di macchina, e realizzato (a carico dell'Appaltatore) uno o più pali di prova tecnologici per la messa a punto dei procedimenti esecutivi e la valutazione in via sperimentale del comportamento sotto carico (prova di carico su un solo paio tecnologico). I risultati delle indagini geognostiche e della prova di carico sul paio tecnologico concorreranno ad una più puntuale definizione del progetto dei pali di fondazione (diametro lunghezza, geometria della palificata) già definito nelle sue linee generali nel progetto esecutivo.

##### 4.15.1 CRITERI DI ESECUZIONE DELLE TRIVELLAZIONI

La trivellazione di ciascun pozzo dovrà essere effettuata con continuità, curando di non danneggiare i pali già eseguiti e di ridurre al minimo i disturbi arrecati ai terreni da attraversare. Il programma di realizzazione delle palificate dovrà essere impostato prevalentemente su un adeguato sfalsamento nell'esecuzione dei pali attigui, affinché non sia disturbata la fase di presa del calcestruzzo dei pali già eseguiti.

Inoltre si esclude, salvo diverse indicazioni fornite di volta in volta dalla D.L., la possibilità di utilizzo di sistemi di perforazione a percussione o che comunque provochino

sollecitazioni istantanee al mezzo da perforare, specie per l'attraversamento in roccia, quando si realizzano i pozzi adiacenti a pali già eseguiti.

Nel caso di instabilità delle pareti dei pozzi si potrà fare ricorso per il sostegno delle stesse all'impiego di fanghi bentonitici od all'utilizzo di tuboforma secondo le modalità previste dalla buona prassi di utilizzo e secondo la normativa vigente.

Fatto salvo di diverse indicazioni, i pali verranno eseguiti da piano campagna effettuando un passaggio a vuoto fino alla quota di imposta fondazione.

Il getto dei cls, così come le gabbie d'armatura ed i tubi per i controlli CND, dovrà quindi sporgere di circa un metro dalla quota di intradosso della fondazione.

#### *4.15.2 GABBIE DI ARMATURA PER I PALI*

Le armature metalliche saranno in acciaio FeB450C, controllato in stabilimento, come prescritto negli elaborati progettuali.

Dette armature dovranno essere assemblate fuori opera con le seguenti modalità: le barre longitudinali saranno collegate tra loro da spirale metallica esterna e da anelli di irrigidimento interni, utilizzando, legature per il collegamento delle barre con la spirale e, punti di saldatura elettrica, per l'unione con gli anelli di irrigidimento.

La messa in opera delle armature dovrà essere preceduta da una accurata pulizia del fondo pozzo e da un controllo sulla lunghezza dei pozzi.

Le gabbie di armatura dovranno essere poste in opera prima della esecuzione dei getti.

La loro posa in opera dovrà essere effettuata con procedure ed accorgimenti atti a mantenere le gabbie stesse in posto e centrate durante i getti, evitando che vadano ad appoggiare sul fondo dei pozzi o vengano in contatto con le pareti dello stesso, ricorrendo a dispositivo distanziatori e centrotori non metallici in modo da garantire lungo tutto il paio il copriferro netto minimo previsto negli elaborati di progetto esecutivo.

Ove previsto nel progetto della "rete di terra" si dovrà provvedere a cortocircuitare la gabbia di armatura come indicato nelle apposite successive prescrizioni.

#### *4.15.3 CALCESTRUZZO PER PALI*

Il calcestruzzo impiegato nel getto dei pali dovrà avere una classe di resistenza non inferiore a C35/45.

L'impasto dovrà risultare sufficientemente fluido e lavorabile, ma non tale da favorire la segregazione dei componenti.

Gli inerti dovranno essere accuratamente lavati e il diametro massimo degli inerti non dovrà essere superiore a  $16 \div 20$  mm.

Al momento dei getti, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare ai massimi i fenomeni di ritiro, nel rispetto dei rapporti acqua/cemento.

Nella scelta del tipo di cemento e degli additivi si terrà conto delle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati, dell'acqua del sottosuolo e dei fanghi di perforazione; salvo particolari contrarie condizioni rilevabili in fase esecutiva, si prescrive l'uso di cemento pozzolanico.

Per tutto ciò che riguarda la scelta, l'accettazione, la preparazione, il dosaggio, la miscelazione ed i controlli degli inerti e dei cementi si rimanda alla normativa vigente ed alle eventuali prescrizioni impartite dalla D.L. nel corso dei lavori.

L'intervallo di tempo tra la fine della perforazione ed il getto di calcestruzzo dovrà essere ridotto al minimo possibile per ogni paio; il getto dovrà avvenire con continuità, ad iniziare dal fondo foro, e la velocità dovrà essere mantenuta costantemente tra i 15 ed i 20 metri cubi di calcestruzzo fresco per ora.

Il getto dovrà raggiungere almeno la quota di 60÷80 cm oltre quella prevista per l'imposta delle fondazioni degli aerogeneratori, tale maggior volume sarà successivamente eliminato mediante demolizione (scapitozzatura).

Sarà cura dell'Appaltatore predisporre il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio in modo tale da completare le operazioni di getto di ogni in tempi non eccedenti i tempi di inizio presa del cemento usato per gli impasti.

Le modalità per la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere tali da evitare la segregazione degli inerti; in nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo direttamente dalla bocca del foro.

Si dovrà quindi prevedere l'uso di un tubo convogliatore in acciaio, ad elementi giuntati a tenuta stagna, di diametro interno non inferiore a 20 cm.

Particolare attenzione dovrà essere posta soprattutto nell'avviare i getti, impiegando opportuni accorgimenti atti alla separazione del primo conglomerato dai fanghi (quando presenti), evitando che questi ultimi possano dilavarlo risalendo dalla tubazione.

Durante il getto, l'estremità del tubo convogliatore dovrà sempre rimanere immersa nel calcestruzzo già posto in opera, per una lunghezza di almeno un metro; occorrerà assicurarsi della continuità del paio in fondazione, tenendo sotto controllo il volume di calcestruzzo già immesso nel pozzo (da paragonarsi con quello teorico) ed il livello raggiunto dal calcestruzzo stesso, facendo attenzione soprattutto alle sue variazioni improvvise. Il costipamento del getto dovrà essere eseguito con sistemi idonei approvati preventivamente dalla D.L.

#### 4.16 IMPERMEABILIZZAZIONI E COMPOSITI

---

Le opere di impermeabilizzazione serviranno a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso le pareti, fondazioni, ecc., o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le impermeabilizzazioni verranno realizzate mediante l'utilizzo di guaine prefabbricate bituminose oppure di rivestimenti bituminosi.

Al fine di determinare la captazione ed il trasporto delle acque in trincea in terra verrà messo in opera un geocomposito drenante, costituito da due filtri esterni in non tessuto con interposta una struttura drenante tridimensionale ad elevato indice di vuoto.

#### 4.17 CONTROLLO FINALE DEL PLINTO DELL'AEROGENERATORE

---

Prima di innalzare la torre, si dovrà effettuare un'ispezione finale della fondazione.

Per il calcestruzzo normale è richiesto una maturazione di almeno 4 settimane.

## 5 AEROGENERATORE

Sul mercato esistono differenti tipologie di aerogeneratori, quelli costituenti l'impianto eolico in questione hanno tutti lo stesso numero di pale, la stessa altezza, il medesimo senso di rotazione.

Come detto, l'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a 110mt dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a 130m (lunghezza pala 62,5mt circa), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 175mt slt.

Sarà impiegata la turbina eolica GENERAL ELECTRIC GE 3,4-130 da 3,4 MW, ritenuta fra le macchine più performanti ad oggi disponibili sul mercato stando le caratteristiche anemometriche proprie del sito e le esigenze di impianto.

L'impianto eolico sarà costituito da **14** aerogeneratori, per una potenza elettrica complessiva pari a **47,6MW**.

La tensione in uscita ai morsetti dell'alternatore verrà innalzata in media tensione (30.000 V) tramite un trasformatore in resina MT/BT per poi essere convogliare l'energia prodotta verso il punto di interfaccia con la rete (Sottostazione Elettrica Utente MT/AT).

Il tipo di aerogeneratore scelto si configura come una turbina ad asse orizzontale, composto da una torre tubolare in acciaio, una navicella in vetroresina ed un rotore munito di tre pale.

Il movimento della turbina è regolato da un sistema di controllo del passo indipendente per ciascuna pala e da un sistema attivo di imbardata della navicella.

In tal modo il rotore può operare ad una velocità variabile, massimizzando la producibilità e minimizzando i carichi e le emissioni sonore.

### 5.1 NAVICELLA

---

La navicella in fibra di vetro è caratterizzata da un'apertura nel pavimento che permette l'accesso alla stessa dalla torre.

Il tetto è dotato di un lucernario che può essere aperto per accedere ai sensori montati sopra la navicella stessa. Inoltre, se necessario, sarà possibile inserire, al di sopra della navicella, le luci di segnalazione per gli enti aeronautici.

### 5.2 BASAMENTO NAVICELLA

---

Il telaio della navicella è stato progettato usando dei criteri di semplicità meccanica ma con una robustezza tale da supportare gli elementi della navicella e trasmettere i carichi alla torre.

Questi carichi sono trasmessi attraverso il sistema di imbardata.

Il basamento della navicella è suddiviso in due parti una anteriore in ghisa e l'altra posteriore in una struttura a trave.

La parte in ghisa è utilizzata come fondazione del moltiplicatore di giri e del generatore.

La parte inferiore è connessa al cuscinetto di imbardata.

### 5.3 MOLTIPLICATORE DI GIRI

---

Il moltiplicatore di giri, fissato al basamento della navicella, trasmette la rotazione dal rotore al generatore.

L'unità è la combinazione di uno stadio planetario e due stadi paralleli elicoidali paralleli.

Il moltiplicatore di giri ha un sistema di lubrificazione principale mediante un filtraggio associato ad un'alta velocità di trasmissione.

Inoltre, è presente un secondario sistema di filtraggio elettrico il quale permette la pulizia dell'olio, riducendo in tal modo il numero di guasti, insieme ad un terzo sistema di raffreddamento.

### 5.4 SISTEMA DI IMBARDATA

---

Il sistema di imbardata abilita la rotazione della navicella attorno agli assi della torre.

Si tratta di un sistema attivo che opera in accordo con le informazioni ricevute dagli anemometri e dai sensori installati nella parte superiore della navicella.

I cuscinetti di imbardata sono utilizzati per ottenere un'adeguata torsione al fine di controllare la rotazione dell'imbardata.

Il sistema di imbardata automatico si disattiva quando la velocità del vento scende sotto i 3 m/s.

### 5.5 SISTEMA FRENANTE

---

Il freno aerodinamico, azionato dal controllo del passo delle pale permette di frenare le pale fino alla posizione estrema (messa in bandiera).

Inoltre, quando la turbina è già decelerata dal freno aerodinamico, il sistema idraulico fornisce una pressione al freno a disco che agisce direttamente sull'albero lento.

Il freno di stazionamento può essere attivato anche manualmente mediante un bottone di emergenza posizionato all'interno della turbina.

### 5.6 GENERATORE

---

Il generatore è un trifase di tipo asincrono con un'elevata efficienza ed il cui raffreddamento avviene mediante uno scambiatore di calore aria-aria.

Il sistema di controllo permette di operare a velocità variabili usando il controllo sulla frequenza del rotore.

Le caratteristiche del generatore sono le seguenti:

- comportamento sincrono nei confronti della rete;
- operatività ottimale a qualsiasi velocità del vento, massimizzando la producibilità e minimizzando i carichi e le emissioni sonore;
- controllo di potenza attiva e reattiva;
- graduale connessione e disconnessione dalla rete elettrica.

## 5.7 TRASFORMATORE

---

Il trasformatore è posizionato in un compartimento separato mediante un pannello metallico, nella parte posteriore della navicella, in modo da creare un isolamento termico ed elettrico.

Esso è del tipo trifase a secco in resina e trasforma l'energia elettrica prodotta dal Generatore a 30kV

Essendo a secco sono minimizzati i rischi di incendio ma in ogni caso il trasformatore include tutte le misure di protezione necessarie.

## 5.8 ROTORE - MOZZO

---

Il mozzo è realizzato in ghisa ed usato per trasmettere la potenza al generatore attraverso la trasmissione.

Esso è collegato alla radice esterna delle tre pale ed all'albero principale mediante imbullonatura.

Il mozzo ha un'apertura frontale che permette l'accesso all'interno per le eventuali ispezioni e la manutenzione del sistema di controllo del passo della pala.

L'altezza dal piano campagna del mozzo nel caso dell'aerogeneratore in questione è di 110mt.

## 5.9 REGOLAZIONE DEL PASSO

---

Il meccanismo di regolazione del passo è localizzato nel mozzo ed il cambiamento del passo della pala è determinato da cilindri idraulici, i quali permettono la rotazione della pala tra 5° e 95°.

Ogni pala possiede il proprio cilindro idraulico di azionamento.

Sulla base delle condizioni di vento, le pale sono continuamente posizionate con un angolo di calettamento ottimale.

La regolazione del passo funziona in accordo con i seguenti parametri:

- quando la velocità del vento è minore di quella nominale, l'angolo di inclinazione è impostato in modo da massimizzare la potenza elettrica per ciascun valore di velocità del vento;
- quanto la velocità del vento è superiore di quella nominale, l'angolo di inclinazione è impostato in modo da riportare i valori di potenza a quella nominale.

## 5.10 PALE

---

Le pale sono realizzate in fibre di vetro e di carbonio rinforzate con resina epossidica.

Ciascuna pala consiste in due gusci disposti attorno ad una trave portante ed ha una lunghezza di 62,5mt.

Le pale sono realizzate in modo tale da minimizzare il rumore ed i riflessi di luce; il profilo delle stesse è disegnato per svolgere due funzioni di base: strutturale ed aerodinamica.

Ogni pala possiede un sistema di protezione contro i fulmini consistente in ricevitori posizionati sulla punta della pala e conduttori di filo di rame all'interno della pala stessa.

### 5.11 TORRE

---

La torre è realizzata in acciaio tubolare suddivisa in sezioni di forma tronco-conica.

Qualora fosse necessario all'interno potrebbe essere installato anche un ascensore che condurrebbe alla navicella in sommità.

### 5.12 CONTROLLO E REGOLAZIONE

---

La turbina è controllata e monitorata da idoneo sistema hardware e da apposito software del Costruttore.

Il sistema di controllo si basa su quattro parti principali (base, navicella, mozzo e converter) le quali sono connesse da idoneo network 2.5.

Le principali caratteristiche del sistema di controllo della turbina sono le seguenti:

- monitoraggio continuo e supervisione dei componenti delle turbine;
- sincronizzazione del generatore alla rete durante la sequenza di collegamento per limitare il flusso di corrente;
- funzionamento della turbina durante le varie situazioni di guasto;
- imbardata automatica della navicella;
- controllo OptiTip® del passo delle pale;
- controllo delle emissioni acustiche;
- monitoraggio delle condizioni ambientali;
- monitoraggio della rete.

### 5.13 MONITORAGGIO

---

I parametri della turbina e della produzione di energia sono controllati da differenti sensori di misura: ci sono dei sensori che catturano i segnali esterni alla turbina come ad esempio la temperatura esterna o la direzione del vento; altri sensori registrano i parametri di funzionamento delle turbine come temperatura, livelli di pressione, vibrazioni e posizione delle pale.

Tutte le informazioni sono registrate ed analizzate in tempo reale e convogliate nelle funzioni di monitoraggio del sistema di controllo.

### 5.14 PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

---

L'aerogeneratore in oggetto è dotato di sistema di protezione contro i fulmini, il quale protegge la turbina dalla punta della pala fino alla fondazione.

Il sistema permette che la corrente generata dai fulmini non interferisca con i componenti vitali all'interno della pala, della navicella e della torre, senza causare danni.

Il sistema di protezione contro i fulmini è progettato in accordo con la IEC 62305, IEC 61400-24 e IEC 61024 – "Lightning Protection of Wind Turbine Generators" Livello 1.

Per una migliore descrizione delle componenti dell'aerogeneratore si rimanda alla lettura dello **ALLEGATO General Electric rilegato di seguito alla presente relazione.**



## 6 CAVI ELETTRICI DI CONNESSIONE

### 6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Le principali norme a cui si fa riferimento nel progetto sono:

- CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) fino a 150 kV ( $U_m = 170$  kV);
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- CEI 11-32;V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

### 6.2 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE PER I CAVIDOTTI

---

Il collegamento tra gli aerogeneratori del parco eolico alla rete elettrica nazionale (RTN) avviene mediante una rete di cavidotti interrati; la rete interna al parco, esercita in media tensione (30kV), ha il compito di raccogliere l'energia prodotta da ogni aerogeneratore e convogliarla ad una cabina di trasformazione 30/150kV installata nei pressi della stazione di consegna per il collegamento alla RTN.

Il sistema di linee interrate a servizio del parco, che in gran parte del suo sviluppo segue il percorso delle piste di accesso, è realizzato con le modalità descritte nella **apposita Tavola di Progetto** e di seguito sintetizzate:

- scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) con dimensioni variabili da circa 50x110 cm di altezza (un solo cavo tripolare MT) a circa 80x150 cm di altezza (due o più cavi tripolari MT);

- letto di sabbia di circa 10 cm, per la posa delle linee MT;
- cavi tripolari MT 30kV, direttamente interrati
- rinfiacco e copertura dei cavi MT con sabbia, per almeno 10cm;
- corda nuda in rame, per la protezione di terra, e tubazioni PVC per il contenimento dei cavi di segnale e della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all'interno dello scavo;
- riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- nastro in PVC di segnalazione;
- rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte

I cavi provenienti dalla navicella, che trasportano l'energia elettrica prodotta in bassa tensione, saranno collegati, tramite cavi di potenza, a trasformatori BT/MT, che eleveranno il valore della tensione a 30kV.

I trasformatori sono posizionati all'interno della navicella, non comportando dunque alcun ulteriore ingombro.

L'energia prodotta da ogni aerogeneratore sarà quindi adattata, con i suddetti trasformatori elevatori, alle caratteristiche [frequenza(50Hz) e tensione (30kV)] delle linee MT del parco, e sarà quindi convogliata verso la stazione di consegna con dei cavi di sezione adatta alla potenza trasportata, ed aventi caratteristiche di isolamento funzionali alla tensione di trasmissione.

I cavi utilizzati sono meglio descritti di seguito e nell' **Allegato Tecnico** in calce alla presente relazione.

In caso di percorso totalmente su terreno vegetale, lo scavo sarà completato con il rinterro di altro terreno vegetale, proveniente dallo scavo stesso, fino alla quota del piano campagna.

In caso di attraversamenti stradali o di percorsi lungo una strada, la trincea di posa verrà realizzata secondo le indicazioni dei diversi Enti Gestori (Amm.ne Comunale e/o Provinciale).

Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con l'infissione periodica (ogni 200 metri circa) di cartelli metallici indicanti l'esistenza dei cavi a M.T. sottostanti.

Tali cartelli potranno essere eventualmente, sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (Profondità di posa, Tensione di esercizio).

A distanza adeguata, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle camere cavi, costituite da pozzetti di ispezione 80cmx80cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.

Come per i cavi in MT, anche i cavi AT saranno segnalati e protetti opportunamente.

### 6.2.1 POZZETTI E CAMERETTE

Lungo la rete dei cavidotti, per contenere le giunzioni fra le varie tratte, al fine di proteggerle e renderle ispezionabili, potranno essere utilizzati pozzetti e le camerette.

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono poter introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;

- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione.

In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giungo o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

### 6.2.2 *MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI*

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero; dato l'elevato valore di tensione del conduttore (30kV e 150kV), il materiale isolante (dielettrico) che ricopre il conduttore sarà sede di correnti di spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico; per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano; qualora nella trincea fossero posati più cavi o coesistano cavi e altre condotte (telecomunicazioni, gas, acquedotti) il fenomeno può estendersi ad altre parti metalliche presenti; pertanto la messa a terra delle masse metalliche annulla questo fenomeno, evitando sollecitazioni dannose per l'isolante del cavo e offrendo maggiore sicurezza al personale tecnico ed elementi di altre reti.

Lo schermo dei cavi a MT deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea.

È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

Ai sensi della CEI 11-27, essendo il tratto più lungo del cavidotto oltre i 4 km, gli schermi dei cavi MT saranno sempre aterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

### 6.2.3 *COESISTENZA FRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE*

#### PARALLELISMI FRA CAVI ELETTRICI E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione, i cavi di energia devono, di norma, essere posati alla maggior e possibile distanza, e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono dislocare possibilmente ai lati opposti di questa.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra, è ammesso posare i cavi in vicinanza, purché sia mantenuta fra i due cavi una distanza minima non inferiore a 0.30 m.

Qualora detta distanza non possa essere rispettata, è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- Cassetta metallica zincatura a caldo
- Tubazioni in acciaio zincato a caldo;
- Tubazione in materiale plastico conforme alle norme CEI.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posto alla profondità maggiore quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0.15m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata, in appositi manufatti (tubazione, cunicoli ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi.

Nel caso che i cavi siano posati nello stesso manufatto, non è prescritta nessuna distanza minima da rispettare, purché sia evitata la possibilità di contatti meccanici diretti e siano dislocati in tubazioni diverse.

#### INCROCI FRA CAVI ELETTRICI E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE

La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore a 0.30 metri ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 mt, mediante un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi.

Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente.

Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione, senza necessità di effettuare scavi.

#### PARALLELISMI ED INCROCI FRA CAVI ELETTRICI E TUBAZIONI O STRUTTURE METALLICHE INTERRATE

La distanza in proiezione orizzontale fra i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrato, adibite al trasporto e alla distribuzione dei fluidi (acquedotti, oleodotti e simili), posate parallelamente ai cavi medesimi non deve essere inferiore a 0.30 metri.

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti quando:

- la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0.5 metri;
- tale differenza è compresa fra 0.30 e 0.50 metri, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni adibite ad altro uso tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra i soggetti interessati, purché il cavo di energia e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro.

Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche interrato non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse.

Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio.

Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi e di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0.50 m.

Tale distanza può essere ridotta fino a un minimo di 0.30 metri, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0.30 metri per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio, lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0.30 metri di larghezza ad essa periferica.

Le distanze sopraindicate possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra i soggetti interessati, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul di stanziamento.

#### COESISTENZA FRA CAVI DI ENERGIA E GASDOTTI

Le distanze da rispettare nei parallelismi e incroci fra cavi elettrici e tubazioni di cui al precedente paragrafo sono applicabili, ove non in contrasto con il D:M: 24.11.1984 'Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0.8', ai cavi direttamente interrati con le modalità di posa 'L' (senza protezione meccanica) e 'M' (con protezione meccanica) definite dalle Norme CEI 11-17 (art. 2.3.11 e fig.1.2.06).

### 6.3 DATI CARATTERISTICI DEI CAVI MT

---

Come detto i collegamenti fra i diversi aerogeneratori e la cabina di consegna MT saranno realizzati con cavi MT interrati.

Al fine di minimizzare la lunghezza della rete di cavidotti, saranno sfruttati per quanto possibile percorsi comuni con lo scopo di minimizzare l'impatto ambientale e paesaggistico, nonché rendere disponibile in maniera agevole gli spazi occupati dai cavidotti.

Relativamente all'impianto di produzione, sono state progettate e saranno realizzate le seguenti opere:

- Collegamento elettrico degli aerogeneratori WTG 1, WTG 2, WTG 3, WTG 4 a costituire un SOTTOIMPIANTO EOLICO 1 della potenza di 13,6 MW, mediante:
  - elettrodotto 1.1 (tratta WTG 1 - WTG 2 di 630 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mmq;
  - elettrodotto 1.2 (tratta WTG 2 - WTG 3 di 1.970 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x300 mmq;
  - elettrodotto 1.3 (tratta WTG 3 - WTG 4 di 570 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x300 mmq;
- Collegamento elettrico degli aerogeneratori WTG 5, WTG 6, WTG 7, WTG 8, WTG 9 a costituire un SOTTOIMPIANTO EOLICO 2 della potenza di 17 MW, mediante:
  - elettrodotto 2.1 (tratta WTG 5 - WTG 6 di 560 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mmq;
  - elettrodotto 2.2 (tratta WTG 6 - WTG 9 di 960 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x300 mmq;

- elettrodotto 2.3 (tratta WTG 9 - WTG 8 di 1.190 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x300 mmq;
- elettrodotto 2.4 (tratta WTG 8 - WTG 7 di 500 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x500 mmq;
- Collegamento elettrico degli aerogeneratori WTG 10, WTG 11, WTG 12, WTG 13, WTG 14 a costituire un SOTTOIMPIANTO EOLICO 3 della potenza di 17 MW, mediante:
  - elettrodotto 3.1 (tratta WTG 10 - WTG 11 di 710 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x95 mmq;
  - elettrodotto 3.2 (tratta WTG 11 - WTG 12 di 730 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x300 mmq;
  - elettrodotto 3.3 (tratta WTG 12 - WTG 13 di 1.270 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x300 mmq;
  - elettrodotto 3.4 (tratta WTG 13 - WTG 14 di 500 metri circa) interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio - 3x1x500 mmq;
- Elettrodotto 1.4 interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio – 3x1x500 mmq relativo alla tratta di 7.170 metri circa dall'aerogeneratore WTG 4 ad una SottoStazione Elettrica Utente 30/150 kV (nel seguito per brevità "SSEU") da realizzare in previsione della connessione dell'IMPIANTO EOLICO in parallelo alla RTN alla tensione di consegna pari a 150 kV, per collegare il SOTTOIMPIANTO EOLICO 1 alla SSEU stessa;
- Elettrodotto 2.5 interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio – 3x1x500 mmq relativo alla tratta di 5.600 metri dall'aerogeneratore WTG 7 alla SSEU, per collegare il SOTTOIMPIANTO EOLICO 2 alla SSEU;
- Elettrodotto 3.5 interrato, con tensione di esercizio 30 kV, in cavo tipo ARE4H5(AR)E 18/30 kV – alluminio – 3x1x500 mmq relativo alla tratta di 3.780 metri dall'aerogeneratore WTG 14 alla SSEU, per collegare il SOTTOIMPIANTO EOLICO 3 alla SSEU.

L'IMPIANTO EOLICO in esame dunque risulta scomposto elettricamente e geograficamente in n. 3 SOTTOIMPIANTI EOLICI aventi potenze pari a 13,6 MW, 17 MW e 17 MW per una potenza complessiva del parco pari a 47,6 MW.

Il progetto del sistema elettrico a 30 kV è stato elaborato con l'intento di assicurare una adeguata funzionalità e flessibilità di esercizio e di ridurre, nel contempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili.

Il sistema di distribuzione dell'energia verso la SSEU 30/150 kV è dunque articolato su n. 3 linee elettriche a 30 kV in ingresso:

- la 1.4 in uscita da WTG 4 (linea di distribuzione elettrica dell'energia prodotta dal SOTTOIMPIANTO EOLICO 1 di potenza pari a 13,6 MW);
- la 2.5 in uscita da WTG 7 (linea di distribuzione elettrica dell'energia prodotta dal SOTTOIMPIANTO EOLICO 2 di potenza pari a 17 MW);
- la 3.5 in uscita da WTG 14 (linea di distribuzione elettrica dell'energia prodotta dal SOTTOIMPIANTO EOLICO 3 di potenza pari a 17 MW).

Per le condutture in cavo in M.T. a 30 kV, salvo casi di attraversamenti particolari, la posa direttamente interrata avverrà ad una profondità media di 1,2 metri utilizzando cavi del tipo **ARE4H5(AR)E** 18/30 kV in alluminio.

Lungo tutti gli scavi che ospitano le condutture in M.T. a 30 kV è prevista la posa di una corda in rame nudo da 50 mmq per il collegamento degli impianti di terra di tutti gli aerogeneratori tra loro e alla maglia di terra della SSEU.

I cavi da installare saranno probabilmente di tipo AIR Bag, in grado di garantire una protezione meccanica superiore rispetto ai tradizionali cavi armati in metallo, senza compromettere i vantaggi funzionali dei cavi non armati.

L'Air Bag è un sistema nuovo in grado di assorbire l'energia cinetica prodotta da un urto mediante la sua deformazione, esso funge da meccanismo di ammortizzazione degli urti.

L'Air Bag rappresenta una protezione meccanica che può essere applicata a cavi uni e multipolari.

Gli strati polimerici estrusi lavorano sinergicamente come un unico sistema e garantiscono una difesa estremamente efficace dagli impatti.

L'utilizzo dei cavi Air Bag permette di:

- posare i cavi a minor profondità direttamente nel terreno senza protezioni meccaniche supplementari – CEI 11 – 17 Par. 4.3.11 – b).
- I test che permettono di assicurare maggiore protezione al cavo in caso di sollecitazioni e stress meccanici sono regolamentati dalla norma CEI 20 – 68:
- Prova di abrasione della guaina;
- Prova di percussione.



MEDIA TENSIONE / MEDIUM VOLTAGE

**Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche**  
**Power - Ground and/or wind farm applications**



**ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT**

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV / Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Fig. 6.1 - Cavo MT tipo ARP1H5 (AR) E

Le caratteristiche del Cavo AIRBAG scelto sono meglio evidenziate nello **Allegato Tecnico** riportato di seguito alla presente relazione.

### 6.3.1 DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE DI DISTRIBUZIONE DELL'IMPIANTO

Nella tabella che segue sono stati confrontati, per ogni singola linea, la portata della conduttura, calcolata anche tenendo conto della tipologia di posa, con la corrente di impiego della conduttura stessa.

Nella tabella si deve intendere con  $I_b$  la corrente di impiego della conduttura e con  $I_z$  la portata in corrente della conduttura stessa. Dai dati riportati nella tabella si evince chiaramente che le condutture sono correttamente dimensionate per sopportare la relativa corrente di impiego.

Elettrodotto	S	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	Verifica
	[mm <sup>2</sup> ]	[A]	[A]	I <sub>b</sub> <I <sub>z</sub>
<b>1.1</b>	95	69,5	243	ok
<b>1.2</b>	300	139	461	ok
<b>1.3</b>	300	208,5	461	ok
<b>2.1</b>	95	69,5	243	ok
<b>2.2</b>	300	139	461	ok
<b>2.3</b>	300	208,5	461	ok
<b>2.4</b>	500	277,9	599	ok
<b>3.1</b>	95	69,5	243	ok
<b>3.2</b>	300	139	461	ok
<b>3.3</b>	300	208,5	461	ok
<b>3.4</b>	500	277,9	599	ok
<b>1.4</b>	500	277,9	599	ok
<b>2.5</b>	500	347,4	599	ok
<b>3.5</b>	500	347,4	599	ok

## 6.4 PROTEZIONE DAI CONTATTI

---

### 6.4.1 DATI DI PROGETTO

I dati iniziali dello studio in oggetto sono i seguenti:

Sistema M.T. con tensione nominale 30 kV con neutro isolato:

- valore della corrente di guasto a terra, calcolato in base alla norma CEI 11-8, pari a 152 A ;
- durata del guasto a terra, da impostare nella programmazione delle protezioni, pari a 0.5 s.



Dai dati iniziali sopra riportati, applicando il metodo di calcolo riportato nell'Allegato A alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), si ottiene:

- Tensione di contatto ammissibile  $U_{tp}=220$  V (Tabella B.3);
- Impedenza totale del corpo umano  $Z_t=1225$  ohm (Tabella B.2);
- Limite di corrente nel corpo umano  $I_b = 267$  mA;
- Fattore cardiaco HF = 1 relativo al contatto mano-piedi;
- Fattore corporeo BF = 0.75 relativo al contatto mano-piedi;
- Impedenza del corpo  $Z_T = 1000$  ohm;
- Resistenza aggiuntiva della mano  $R_H = 0$  ohm (non considerata);
- Resistenza aggiuntiva dei piedi  $R_{F1} = 1000$  ohm, relativa a scarpe vecchie ed umide;
- Resistività del terreno prossimo alla superficie  $\rho_S = 100$  relativa a terreno vegetale.

Da questi dati, posso calcolare una Tensione di contatto ammissibile a vuoto  $U_{vTp} = 507$  V.

Si precisa, comunque, che il progetto della rete di terra non può ricondursi alla semplice risoluzione di un problema matematico, a causa dei numerosi e non univocamente determinati parametri da prendere in considerazione, quali ad esempio:

- resistività del terreno non omogenea, né in direzione verticale né in direzione orizzontale;
- presenza di dispersori naturali che alterano in modo non prevedibile il campo elettrico in superficie;
- tipo di pavimentazione e sua finitura;
- umidità del terreno e condizioni ambientali durante le operazioni di verifica strumentale;
- manufatti e reti di terra altrui, nelle immediate vicinanze.

#### 6.4.2 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA

L'impianto di dispersione di ognuno degli aerogeneratori, è costituito da un anello di diametro pari a circa 25 metri, integrato da n. 8 picchetti verticali di lunghezza pari a 3 m cadauno.

Tali impianti, in condizioni normali di esercizio, saranno collegati tra loro, attraverso lo schermo dei cavi MT, pertanto tali impianti di dispersione verranno considerati in parallelo.

I valori della resistenza di terra associabili ad ognuno dei dispersori sono i seguenti:

- Resistenza dell'anello interno:  $9.19 \Omega$ ;
- Resistenza di ognuno dei n. 8 picchetti verticali:  $42 \Omega$  (questi, messi in parallelo determinano complessivamente una resistenza di terra pari a  $5.2 \Omega$ ;

Il contributo complessivo dei dispersori, considerati per ognuna delle turbine eoliche, permette di calcolare una resistenza di terra pari a  $1.95 \Omega$ .

Considerando che tali impianti risultano collegati in parallelo, la resistenza verso terra complessiva sarà pari a  $R_t=1.95/14=0.14$  ohm.

### 6.4.3 VERIFICA TERMICA E MECCANICA DEL DISPERSORE

#### SEZIONE MINIMA PER GARANTIRE LA RESISTENZA MECCANICA ED ALLA CORROSIONE

Il dispersore orizzontale è costituito da corda di rame nudo, per cui ai sensi dell'Allegato C alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) dovrà avere una sezione minima di 25 mmq.

Per la protezione contro la corrosione è necessario utilizzare materiali tali che il loro contatto non generi coppie elettrolitiche.

#### DIMENSIONAMENTO TERMICO DEL DISPERSORE E DEI CONDUTTORI DI TERRA

Per effettuare il dimensionamento termico del dispersore si utilizza la formula presente nell'Allegato D alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), tenendo presente che secondo quanto riportato nell'art.5.3, è possibile ripartire la corrente di guasto tra diversi elementi del dispersore.

Secondo tali calcoli per disperdere la corrente di guasto è necessaria una corda di sezione circa 2 mmq.

Le sezioni utilizzate partono da 50 mmq per cui soddisfano entrambe le condizioni con sufficiente margine di sicurezza.

### 6.4.4 CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA $U_t$

Per tale impianto, la tensione totale di terra  $U_t$  risulta pari a 46 V.

Considerando che per tale sistema la tensione massima ammissibile è  $U_{tp} = 220$  V, il valore calcolato risulta essere inferiore, pertanto l'impianto di terra e le relative protezioni, risultano essere idonee alla protezione dai contatti indiretti delle persone, ai sensi della normativa vigente.

Resta inteso che una volta realizzato l'impianto, per valutarne l'efficacia, si rende necessaria una misura in campo eseguita da professionista abilitato.

## 7 CONNESSIONE ELETTRICA ALLA RTN

In questa sezione vengono descritte le OPERE relative all'impianto di rete per la connessione ed all'impianto di utenza per la connessione.

Recentemente è stata inoltrata richiesta di connessione a TERNA Spa, non è dunque nota, al momento, la STMG individuata dalla stessa per la connessione del parco eolico alla RTN.

A seguito di apposita richiesta di connessione, la TOZZI Green S.p.A. ha ottenuto e successivamente accettato la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) Codice Pratica n. 201700239 di cui all'ALLEGATO A1 alla comunicazione prot. n. TE/P2017 0007703 del 01/12/2017 di TERNA SpA, la quale prevede che l'impianto eolico sarà collegato in antenna a 150 kV su uno stallo approntato nella futura sezione a 150 kV della Stazione Elettrica RTN a 380 kV denominata "SAN SEVERO" di TERNA SpA previa trasformazione della tensione, in idonea Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) di proprietà del Proponente, dalla M.T. a 30 kV (tensione di esercizio dell'impianto di produzione) alla A.T. a 150 kV (tensione di consegna lato TERNA).

Saranno comunque progettate e realizzate le opere seguenti:

- Sotto Stazione Elettrica Utente (SSEU sopra citata) per la trasformazione della tensione dalla M.T. a 30 kV (tensione di esercizio dell'impianto di produzione) alla A.T. a 150 kV (tensione di consegna lato TERNA S.p.A.);
- Elettrodotto a 150 kV per una tratta di lunghezza al momento non nota, da realizzarsi in cavo tipo XLPE 150 kV - alluminio - 3x1x1.600 mmq) per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dall'intero parco eolico dalla SSEU 30/150 kV fino alla sezione in A.T. a 150 kV della Stazione Elettrica TERNA.

La seguente descrizione si basa sulla commessione alla sopra indicata Stazione Elettrica Terna, fermo restando che nel caso il punto di connessione fosse diverso ci si comporterà di conseguenza.

Ogni analisi e conclusione finale dovrà essere rimandata a valle dell'ottenimento della STMG da parte di TERNA S.p.A..

La SSEU 30/150 kV sarà di proprietà della Società Proponente.

In caso di accoglimento della proposta/richiesta circa lo schema di connessione formulata nell'apposito Elaborato STMG 04: "PROPOSTA ED ESIGENZE PER SCHEMA CONNESSIONE" allegato alla richiesta di connessione alla RTN, essa avrà la finalità di permettere la connessione dell'impianto eolico "San Severo a Penna" alla sezione a 150 kV della sopra indicata Stazione Elettrica TERNA mediante una connessione in cavo in A.T. a 150 kV di lunghezza da definire a valle del rilascio della STMG.

Tutte le apparecchiature ed i componenti d'impianto saranno conformi alle relative Specifiche Tecniche TERNA S.p.A..

Le opere in argomento saranno in ogni caso progettate, costruite e collaudate in osservanza alla regola dell'arte dettata, in particolare, dalle più aggiornate:

- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;

- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

I requisiti funzionali generali per la realizzazione della SSEU saranno:

- vita utile non inferiore a 40 anni. Le scelte di progetto, di esercizio e di manutenzione ordinaria saranno fatte tenendo conto di questo requisito;
- elevate garanzie di sicurezza nel dimensionamento strutturale;
- elevato standard di prevenzione dei rischi d'incendio, ottenuta mediante un'attenta scelta dei materiali.

La corrente di corto circuito per singolo aerogeneratore è pari a circa 100,8 A per una corrente di corto circuito totale lato M.T. a 30 kV pari a circa 1.209,6 A.

Ciò determina una corrente di corto circuito lato A.T. a 150 kV di circa 242 A.

## 7.1 SOTTO STAZIONE ELETTRICA UTENTE MT/AT (SSEU)

---

La SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT prevista in progetto ha la duplice funzione di:

- raccogliere l'energia prodotta dagli aerogeneratori del parco eolico mediante la rete di cavidotti,
- convertire la stessa energia da MT ad AT,

Il TUTTO FINALIZZATO alla consegna in AT dell'energia prodotta dal parco eolico alla STAZIONE ELETTRICA del gestore TERNA.

Le opere di connessione relative all'impianto eolico in questione attraverso la realizzazione della Sotto Stazione Elettrica Utente ricadono in agro del Comune di San Severo (FG) ed insisteranno sulle seguenti particelle catastali:

- Foglio 126, p.lla 106 parziale

Il sistema realizzato per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori per la connessione alla Rete Nazionale prevede:

- l'ubicazione di una nuova Sotto Stazione Elettrica Utente MT/AT,
- la realizzazione di una linea AT tra la stessa nuova Sotto Stazione Elettrica Utente MT/AT e la indicata Stazione Elettrica TERNA, di proprietà di Enel Distribuzione S.p.A..

Nella SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE MT/AT vengono individuate le seguenti aree:

- Area Locali strumentazione elettrica collocata all'interno dei Locali Tecnici;
- Area Trasformatore/i;
- Area componenti elettromeccaniche;
- Area Libera brecciata e area Libera asfaltata.

Per migliori particolari e gli ingombri si rimanda alla lettura della **allegata documentazione progettuale**.

### 7.1.1 INGOMBRI DELLA SSEU

I principali dati di riferimento geometrico relativi alla Sottostazione sono:

- Area occupata dalla Sottostazione: 40 m x 40 m = 1.600 mq;
- Area edificio locali tecnici: circa 100 mq.

### 7.1.2 DATI ELETTRICI

Le principali caratteristiche del sistema elettrico relativo alla SSEU sono le seguenti:

- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Tensione nominale del sistema A.T.: 150 kV;
- Tensione massima del sistema A.T.: 170 kV;
- Stato del neutro del sistema A.T.: franco a terra;
- Corrente nominale di guasto a terra del sistema A.T.: 31,5 kA;
- Durata del guasto a terra del sistema A.T.: 650 ms;
- Tensione nominale del sistema M.T.: 30 kV;
- Tensione massima del sistema M.T.: 36 kV;
- Stato del neutro del sistema M.T.: isolato;
- Corrente nominale di guasto a terra del sistema M.T.: 152 A;
- Durata del guasto a terra del sistema M.T.: 0,5 s;

In accordo con la norma CEI 11-1 le parti attive della sezione A.T. della Sottostazione elettrica rispetteranno le seguenti distanze:

- Distanza tra le fasi per le Sbarre e le apparecchiature: 3 m;
- Altezza minima dei conduttori: 4,5 m;
- Corrente nominale di cortocircuito delle sbarre: 31,5 kA;
- Corrente nominale delle Sbarre: 870 A.

### 7.1.3 IMPIANTO IN A.T. A 150 KV

#### DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA

La disposizione elettromeccanica delle apparecchiature A.T. è rappresentata nell'apposito elaborato **T-E-04: "PLANIMETRIA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)"** e dettagliata nell'elaborato **T-E-06: "PIANTA E SEZIONI ELETTROMECCANICHE SSEU"**.

Lo schema unifilare di riferimento è riportato nell'elaborato **T-E-07: "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE SSEU"**.

Il dimensionamento geometrico degli impianti, ai fini dell'esercizio e della manutenzione, risponde ai requisiti dettati dalla Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata" e dalla prescrizione *TERNA ING STAZ RTN 01*.

Esso in particolare garantisce:

- la possibilità di circolazione delle persone in condizioni di sicurezza su tutta la superficie della Sottostazione;
- la possibilità di circolazione dei mezzi meccanici per le attività di manutenzione ordinaria e

straordinaria, grazie alla viabilità ed alle aree di manovra presenti nell'area interna.

Per l'alloggiamento delle apparecchiature di protezione e controllo, per i quadri dei servizi ausiliari di Sottostazione, per le telecomunicazioni e i quadri di sezionamento delle linee M.T. del Parco Eolico, è prevista la realizzazione di un edificio adibito ad ospitare i locali tecnici, verosimilmente mediante moduli di tipo prefabbricato, posizionato come rappresentato nella citata planimetria.

La parte A.T. a 150 kV della Sottostazione prevede:

- n. 1 modulo arrivo linea in cavo isolato in aria a 170 kV;
- n. 1 trasformatore 150/30 kV da 50 MVA;
- n. 6 scaricatori di sovratensione a 150 kV per livello di isolamento 750 kV;
- n. 3 Trasformatori di tensione induttivi 150 kV
- n. 3 Trasformatori di tensione capacitivi a 150 kV;
- n. 6 Trasformatori di corrente a 150 kV;
- n. 2 sezionatori tripolari orizzontali a 170 kV con lame di messa a terra;
- n.1 interruttore tripolare per esterno 150 kV in SF6-2000 A, 31,5 kA equipaggiato con comandi unipolari.

## SEZIONATORI

---

I sezionatori saranno conformi alla Specifica Tecnica *TERNA RQUPSEAT01 rev. 04*.

In particolare i sezionatori, del tipo per installazione all'esterno, saranno provvisti sia di meccanismi di manovra a motore, sia manuali.

I sezionatori saranno corredati da un armadio unico per i tre poli e saranno predisposti per l'interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della Sottostazione (comandi, segnali e alimentazioni).

L'armadio dedicato all'interfacciamento con il Sistema di Comando e Controllo della Sottostazione conterrà un commutatore di scelta servizio che può assumere tre posizioni (Servizio/Prova/Manuale), che abilitano rispettivamente i comandi remoti, quelli locali (tramite i pulsanti di chiusura/apertura posti negli armadi di comando) e le operazioni manuali (tramite apposita manovella o leva di manovra).

Per i sezionatori combinati con sezionatori di terra, saranno previsti armadi separati per ciascun apparecchio.

Tutti i comandi saranno condizionati da un consenso elettrico "liceità manovra" proveniente dall'esterno.

La manovra manuale sarà subordinata allo stato attivo di un Dispositivo Elettromeccanico di Consenso, attivo nella posizione "Manuale" del commutatore di scelta servizio, quando presente il consenso di "liceità manovra" proveniente dall'esterno.

I sezionatori combinati con sezionatori di terra saranno dotati di un dispositivo di interblocco meccanico diretto che consente la manovra del sezionatore di terra solo con sezionatore aperto e la manovra del sezionatore solo con sezionatore di terra aperto.

La rilevazione della posizione dei contatti principali dei sezionatori sarà fatta polo per polo per i sezionatori con comandi unipolari, mentre per quelli a comando tripolare sarà unica.

I sezionatori da installare saranno:

- n. 2 Sezionatori tripolari orizzontali con MAT Tipo : Y21/2 – 170 kV – 2000 A – 31,5 kA – 56 kg/m<sup>3</sup>.

#### TRASFORMATORI DI CORRENTE (TA)

---

I trasformatori di corrente, del tipo per installazione all'esterno, saranno conformi alla Specifica Tecnica *TERNA INGTA00001*.

In particolare i TA saranno, di norma, del tipo con isolamento in SF<sub>6</sub>.

La medesima tipologia di TA sarà utilizzata sia per la protezione sia per le misure con la differenza che le apparecchiature per le misure di carattere fiscale saranno dedicate unicamente a questa funzione.

I trasformatori di corrente da installare saranno:

- n. 6 Trasformatori amperometrici Tipo: LY38/6-P 400-800-1600/5-5A 170 kV.

#### TRASFORMATORI DI TENSIONE CAPACITIVI (TVC)

---

I trasformatori di tensione di tipo capacitivo, per installazione all'esterno, saranno conformi alla Specifica Tecnica *TERNA TINZTU000000Y46*.

L'olio dielettrico contenuto al loro interno sarà del tipo biodegradabile e compatibile con l'ambiente.

Sul sostegno dei TVC sarà prevista un'apposita cassetta di interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della Sottostazione, contenente gli interruttori automatici preposti alla protezione degli avvolgimenti secondari.

I trasformatori di tensione capacitivi da installare saranno:

- n. 3 Trasformatori di tensione capacitivi Tipo: Y46/4 - 150:√3/0.1:√3 kV 56 kg/m<sup>3</sup>.

#### TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVI (TVI)

---

I trasformatori di tensione di tipo induttivo, per installazione all'esterno, saranno conformi alla Specifica Tecnica *TERNA TINZPU0000Y244*.

L'olio dielettrico contenuto al loro interno sarà del tipo biodegradabile e compatibile con l'ambiente.

Sul sostegno dei TVI sarà prevista un'apposita cassetta di interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della Sottostazione, contenente gli interruttori automatici preposti alla protezione degli avvolgimenti secondari.

I trasformatori di tensione induttivi da installare saranno:

- n. 3 Trasformatori di tensione induttivi Tipo : TVI 150 kV.

#### INTERRUTTORE 170 KV

---

Gli interruttori saranno conformi alla Specifica Tecnica *TERNA INGINT0001*.

In particolare gli interruttori, i cui comandi devono essere unipolari (linee), saranno dotati di:

- n. 1 circuito di chiusura a lancio di tensione tripolare;

- n. 2 circuiti di apertura a lancio di tensione unipolari, tra loro meccanicamente e elettricamente indipendenti;
- n. 1 circuito di apertura a mancanza di tensione (opzionale).

Il ciclo di operazioni nominali deve essere: O-0,3 s - CO-1 min - CO.

Saranno provvisti di blocco della chiusura e blocco della apertura o, in alternativa, l'apertura automatica con blocco in aperto, in funzione dei livelli delle grandezze controllate relative ai fluidi di manovra e d'interruzione.

La "massima non contemporaneità tra i poli in chiusura" sarà  $\leq 5,0$  ms.

La "massima non contemporaneità tra i poli in apertura" sarà  $\leq 3,3$  ms.

La "massima non contemporaneità tra gli elementi di uno stesso polo" sarà  $\leq 2,5$  ms.

Gli interruttori saranno comandabili sia localmente (prova), sia a distanza (servizio), tramite commutatore di scelta del servizio a chiave (servizio e prova).

I pulsanti di comando di chiusura/apertura locali (manovre tripolari) saranno posti all'interno dell'armadio di comando.

L'interruttore da installare sarà:

- n. 1 Interruttore : Y 3/4-P Comando unipolare 2000 A 170 kV 31,5 kA 80 kA.

#### SCARICATORI DI SOVRATENSIONE

---

Gli scaricatori saranno conformi alla Specifica Tecnica *TERNA TSUPMOSA01 rev.00*.

I dispositivi omopolari saranno posti a protezione del cavo di collegamento con lo stallo all'interno della Stazione Elettrica a protezione del trasformatore.

I dispositivi dovranno essere efficacemente collegati all'impianto di terra di Stazione in almeno 2 punti con conduttore in corda di rame da 125 mmq.

Gli scaricatori da installare saranno:

- n. 6 Scaricatori: Y 59 – 170 kV Corrente nominale scarica 10 kA.

#### SOSTEGNI PER APPARECCHIATURE A.T. E TERMINALI CAVI 150 Kv

---

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature saranno conformi alle specifiche ed alle tabelle facenti parte del Progetto Unificato TERNA.

In particolare gli stessi saranno di tipo tubolare o di tipo tralicciato.

Il tipo tubolare sarà utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature A.T., delle Sbarre e degli isolatori per i collegamenti in A.T., mentre il tipo tralicciato sarà utilizzato per i portali di amarro e per i sostegni di ingresso delle linee A.T..

I sostegni a portale saranno realizzati con strutture tralicciate formate da profilati aperti del tipo a "L" ed a "T", collegati fra loro mediante giunzioni bullonate.

I collegamenti saldati tra le diverse membrature saranno ridotti al minimo indispensabile.

Non saranno realizzate aste mediante saldature di testa di due spezzoni.

I sostegni saranno completi di tutti gli accessori necessari e saranno predisposti per il loro collegamento alla rete di terra di stazione.



#### 7.1.4 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è dimensionato termicamente per la corrente di guasto prevista, per una durata di 0,5 s.

Il lato di maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1.

Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (TA, TV, angoli di Sottostazione) le dimensioni delle maglie saranno opportunamente ridotte.

In particolare, l'impianto sarà costituito mediamente da maglie aventi lato di 5 m salvo diverse esigenze e particolari realizzativi come rappresentato nell'apposito elaborato T-E-08: "RETE DI TERRA SSEU". Le apparecchiature e le strutture metalliche di sostegno saranno connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori di rame, il cui numero varia da 2 a 4 in funzione della tipologia del componente connesso a terra.

Per non creare punti con forti gradienti di potenziale si è fatto in modo, per quanto possibile, che il conduttore periferico non presenti raggio di curvatura inferiore a 8 m.

Si precisa comunque che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto saranno rilevate sperimentalmente.

La rete di terra sarà costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mmq) interrati ad una profondità di 0,70 m, aventi le seguenti caratteristiche:

- buona resistenza alla corrosione per una grande varietà di terreni;
- comportamento meccanico adeguato;
- bassa resistività, anche a frequenze elevate;
- bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche, saranno in rame di sezione 125 mmq collegati a due lati di maglia.

I TA, i TV ed i tralicci arrivo cavo saranno collegati alla rete di terra mediante quattro conduttori di rame sempre di sezione 125 mmq, allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e di controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza.

I conduttori di rame saranno collegati tra loro con dei morsetti a compressione in rame. Il collegamento ai sostegni sarà realizzato mediante capicorda e bulloni.

La messa a terra degli edifici sarà realizzata mediante un anello perimetrale di corda di rame da 125 mmq dal quale partono le cime emergenti che saranno portate nei vari locali, come indicato nella Specifica Tecnica *TERNA TINSPUADS010000*.

Alla rete di terra saranno collegati anche i ferri di armatura dell'edificio, delle fondazioni dei chioschi e dei cunicoli, quando questi saranno gettati in opera; il collegamento sarà effettuato mediante corda di rame da 63 mmq collegata ai ferri dell'armatura di fondazione per mezzo di saldatura alluminio-termica.

#### 7.1.5 TRASFORMATORE A.T./M.T.

Sarà installato n. 1 Trasformatore A.T./M.T. 150/30 kV necessario per la trasformazione del livello di tensione di raccolta dell'energia del Parco Eolico (30 kV) al livello di tensione della Stazione elettrica RTN (150 kV).

La potenza di tale macchina sarà di 50 MVA con ventilazione naturale (ONAN).

Tale trasformatore A.T./M.T. sarà conforme alle norme di prodotto richiamate nella Specifica RQUPTRAFO1 del 28/02/2003 e s.m.i. di TERNA S.p.A..

#### 7.1.6 OPERE EDILI

##### CONSIDERAZIONI GENERALI

---

Tutte le opere civili saranno progettate in conformità alle norme tecniche sulle costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, al Testo Unico sull'Edilizia di cui al D.P.R. n. 380/2001 ed alla Specifica *TERNA INGSTACIV001*.

I requisiti ed i criteri adottati sono:

- accurata sistemazione delle aree e dei piazzali con realizzazione di opere di contenimento e consolidamento;
- idonea sistemazione idrogeologica del sito, comprendente la realizzazione di opere di drenaggio di acque meteoriche;
- idonee superfici di circolazione per il trasporto dei materiali e delle apparecchiature (larghezza almeno di 4 metri);
- finiture superficiali aventi, ove possibile, elevata permeabilità alle acque meteoriche con particolare riguardo alle aree sottostanti le Sbarre e i collegamenti linee;
- corretto dimensionamento delle fondazioni delle strutture di sostegno e delle apparecchiature A.T. verificate alle condizioni di massima sollecitazione (norme CEI 11-4) e presenza di sforzi elettrodinamici in regime di corto circuito;
- ispezionabilità dei cavidotti M.T. e B.T. (tubi, cunicoli, passerelle, ecc) ed adozione di soluzioni ottimali per la prevenzione incendi;
- realizzazione degli edifici su un unico piano e corretto dimensionamento degli stessi;
- presenza dei servizi igienici per il personale preposto all'esercizio e manutenzione;
- presenza di postazione di lavoro per la conduzione dell'impianto in caso di presidio da parte del personale preposto all'esercizio e manutenzione;
- adeguata cura nello studio dell'accesso principale alla Sottostazione e dei raccordi alla viabilità esterna ordinaria;
- coerenza di tutte le scelte d'ingegneria e d'architettura con le normative ed i regolamenti vigenti a livello di Amministrazione locali.

Inoltre sarà verificata preliminarmente alla stesura del progetto esecutivo delle opere civili, la consistenza del terreno, tramite indagini geognostiche e gelologiche, al fine di valutare la necessità di ulteriori opere di consolidamento, se necessarie e comunque per poter estrapolare tutti i dati necessari per l'elaborazione del progetto esecutivo medesimo.

##### FONDAZIONI

---

I principali dati di riferimento geometrico relativi alla Sottostazione sono:

- Area occupata dalla Sottostazione: 40 m x 40 m = 1.600 mq;
- Area edificio locali tecnici: circa 100 mq.

Le fondazioni dei sostegni Sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in Stazione, saranno realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera, con l'esclusione degli interruttori.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN.

Tali coperture saranno dimensionate per garantire le seguenti prestazioni:

- carico di rottura a flessione a 20°C con carico in mezzeria e distanza tra gli appoggi di 500 mm >11.000 daN;
- freccia massima  $\leq 5$  mm con carico concentrato di 2000 daN in mezzeria e distanza tra gli appoggi di 500 mm.

#### VIE CAVI

---

I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

Tali coperture saranno dimensionate per garantire le seguenti prestazioni:

- carico di rottura a flessione a 20°C con carico in mezzeria e distanza tra gli appoggi di 500 mm >15.000 daN;
- freccia massima  $\leq 5$  mm con carico concentrato di 5000 daN in mezzeria e distanza tra gli appoggi di 500 mm.

#### TUBAZIONI PER CAVI

---

Le tubazioni per cavi M.T. o B.T. saranno in PVC, serie pesante, rinfiacati con calcestruzzo. I percorsi per i collegamenti in Fibra Ottica saranno definiti in sede di progettazione esecutiva.

#### POZZETTI

---

Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti i pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni.

I pozzetti, realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, o prefabbricati, saranno con coperture in PRFV carrabili con resistenza di 5000 daN, aventi caratteristiche analoghe a quelle dei cunicoli.

#### INGRESSI E RECINZIONI

---

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà opportunamente progettato tenendo in considerazione che il trasporto delle macchine da installare (soprattutto del TRAF0) sia il più agevole possibile.

Per l'ingresso alla Sottostazione, sarà previsto un cancello carrabile largo 10,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

Il Locale Misura e Controllo WTG avrà un'apertura diretta verso l'esterno per consentire l'accesso a questo locale ai tecnici preposti al controllo delle WTG,

Si fa presente che, essendo la sottostazione soggetta a regolamentazione ed approvazione da parte del 'Gestore della Rete', la stessa TERNA ha vincolato le modalità di realizzazione dei recinti interni ed esterni.

Di conseguenza, l'impianto sarà protetto e delimitato da una recinzione esterna, costituita da muro di base in cemento armato di altezza variabile (max. 1.50 mt) e di elementi traforati prefabbricati nella parte superiore fino ad ottenere un'altezza complessiva di 3.00 mt.

La recinzione perimetrale sarà conforme alla norma CEI 11-1.

#### VIABILITÀ INTERNA

---

La viabilità interna intorno alle parti in A.T. sarà realizzata con strade di larghezza non inferiore a 4 m, con raggi di curvatura non inferiori di 3 m, per consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto intorno all'edificio integrato Comandi e S.A. tale larghezza non sarà inferiore ai 5 m.

#### SISTEMAZIONE E PAVIMENTAZIONE DELLE AREE

---

L'area su cui si interverrà è di origine agricola e pertanto si provvederà alla rimozione di uno strato di terreno vegetale (circa 20-30 cm.) ed alla formazione di una nuova massicciata su cui sorgeranno le opere.

Tutte le aree sistemate saranno perfettamente in piano (salvo le pendenze tecniche per il deflusso delle acque meteoriche delle aree asfaltate) con quota leggermente rialzata rispetto al terreno attuale.

Nelle aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche si realizzeranno tutte le basi di sostegno dei tralicci in calcestruzzo con tirafondi in acciaio zincato, per l'alloggiamento di tutte le apparecchiature elettriche necessarie per la costruzione della sottostazione in esame.

L'area sottostante le apparecchiature elettriche sarà finita a mezzo pietrisco, contenuto da cordoli di delimitazione in calcestruzzo.

Nella Sotto Stazione Utente in progetto è prevista un'area per lo stoccaggio di materiale proveniente dall'impianto che sarà lasciata con la superficie finita in brecciato.

Le restanti superfici verranno asfaltate mediante un primo strato di binder ed un tappetino di usura e si troveranno a quota mediamente di circa -0.30 m rispetto al piano di installazione delle apparecchiature elettriche.

Considerata la configurazione del sito in esame, si farà particolarmente attenzione alla raccolta delle acque piovane, difatti si provvederà a realizzare il piazzale con pendenze tali da permettere il naturale scolo delle stesse verso pozzetti e/o griglie appositamente realizzati.

#### SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIE

---

Il collettamento delle acque meteoriche battenti sulle superfici impermeabili della SSEU sarà affidata a:

- idonee pendenze degli asfalti;
- idonea rete di pozzetti grigliati collegati da tubazioni in PVC interrato;
- in alternativa, ad una griglia di idonee dimensioni;
- collegamento della rete pozzetti o della griglia ad un impianto prefabbricato di trattamento a cui è affidata la dissabbiatura e la disoleatura delle acque meteo raccolte (la grigliatura è affidata alle griglie sui pozzetti o alla unica griglia),
- smaltimento di tutte le acque trattate in Trincea Drenante o in fori disperdenti

opportunamente dimensionati.

Il sistema, ovviamente rispetterà la normativa vigente.

#### LOCALI TECNICI

L'edificio integrato sarà conforme alla specifica *TERNA INGSTACIV001* e realizzato coerentemente con quanto rappresentato negli elaborati **T-E-03: "PLANIMETRIA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)"** e **T-E-05: "PIANTA, PROSPETTI E SEZIONI EDIFICIO IN SSEU"**.

Sarà adeguatamente dimensionato per contenere i quadri di comando e controllo della Sottostazione, gli apparati di teleoperazione e di teletrasmissione, le batterie, i quadri M.T. e B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari, i quadri per l'arrivo delle linee M.T. dal Parco Eolico, il gruppo elettrogeno d'emergenza ed i servizi per il personale di manutenzione.

La costruzione sarà di tipo tradizionale con struttura in calcestruzzo armato e tamponature in muratura di laterizio o materiale equivalente, rivestite con intonaco.

La copertura a tetto piano sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

In corso di realizzazione, ottimizzando gli spazi interni, soprattutto in funzione della larghezza dei Locali, sarà verificata la possibilità di impiegare monoblocchi prefabbricati.

Gli infissi saranno realizzati in PVC.

I Locali Tecnici disponibili potranno essere quelli di seguito elencati con l'indicazione delle dimensioni utili in pianta e delle dotazioni di porte e finestre:

- Sala Quadri MT e Trasformatore Ausiliari: ingombro 4,50x8,15; Porta 2,30x2,00; finestre areazione 1,60x0,50, 2,40x0,50, 3,00x0,50;
- Sala Controllo AT e Quadri BT Ausiliari: ingombro 4,50x9,10; Porta 2,30x1,60; finestre areazione 1,60x0,50, 3,00x0,50, 3,00x0,50;
- Locale Aerogeneratori: ingombro 4,50x1,60; Porta verso esterno 2,30x1,60; Porta verso interno 2,30x1,60;
- Locale Misure: ingombro 4,50x1,35; Porta verso esterno 2,30x1,60; Porta verso interno 2,30x1,60.

I precedenti Locali sono collocati in un unico EDIFICIO che ingombra 4,50x22,20.

In aggiunta ai sopra detti locali sarà realizzato un locale distaccato per il Generatore Elettrico di dimensioni 3,60x2,10 mt con un accesso verso l'interno di dimensioni 2,60x1,00mt

La soluzione permette di installare scomparti e quadri MT per l'eventuale configurazione in entra-esce, gli scomparti per il sezionamento e la misura del produttore, lo scomparto protezione trasformatore ed il trasformatore, UP di Telecontrollo, Rack fibre ottiche, etc...

I locali saranno dotati di:

- porte ad una o due ante, 1 o più finestre in VTR, come detto,
- impianto di illuminazione interna,
- cartelli monitori,
- aspiratori eolici in acciaio inox sulla copertura,

- vasca di fondazione,
- sistema di passacavo a tenuta stagna nella vasca.

## ILLUMINAZIONE AREE E LOCALI

---

Tutte le aree saranno illuminate tramite torri faro con fondazione in cemento armato, torre di sostegno in acciaio e proiettori a scarica orientabili, in numero e caratteristiche tali da assicurare un livello di illuminamento medio adeguato.

Il comando dell'accensione dell'impianto di illuminazione esterna, verrà effettuato attraverso un interruttore dedicato e da un apposito interruttore crepuscolare, posto in uno dei locali di misure.

I Locali Tecnici verranno dotati di una alimentazione trifase a 230/400V in c.a., con una potenza disponibile non inferiore alle esigenze dei servizi.

All'interno di ogni singola cabina, si realizzerà un impianto di illuminazione e f.m., secondo le indicazioni del gestore della rete, oltre che secondo quanto stabilito dalla normativa CEI.

In particolare l'impianto di illuminazione interna, sarà eseguita mediante apparecchiature illuminanti a tubi fluorescenti, in grado di assicurare di illuminamento medio pari a circa 200 lux.

Si installeranno una serie di apparecchiature elettriche aventi caratteristiche adeguate alle prescrizioni del Gestore della rete, specifiche per la sottostazione in esame, in funzione della tensione nominale di esercizio, pari a 150kV.

### 7.1.7 SERVIZI AUSILIARI

#### CARATTERISTICHE GENERALI

---

I Servizi Ausiliari (S.A.) sono tutti quegli impianti elettrici in M.T. e in B.T. in corrente alternata e corrente continua necessari per il corretto funzionamento dell'impianto A.T..

Conformemente a quanto previsto dal progetto standard TERNA, sarà utilizzata una soluzione impiantistica di tipo "ridotto", che prevede di accorpate utenze dello stesso tipo con conseguente riduzione dei pannelli dei quadri di distribuzione c.a. e c.c..

Per l'alimentazione dei S.A. di Sottostazione sarà prevista almeno una fonte principale in grado di alimentare tutte le utenze della Sottostazione, sia quelle necessarie al funzionamento che quelle accessorie. Sarà prevista inoltre una seconda alimentazione, detta alimentazione di emergenza, in grado di alimentare tutte le utenze. Un sistema di commutazione automatica posto sul quadro di distribuzione in c.a. provvederà ad inserire la fonte di alimentazione disponibile. In caso di mancanza dell'alimentazione principale, sarà inserita l'alimentazione di emergenza.

Le principali utenze in corrente alternata dei S.A. saranno:

- apparecchiature A.T.:
- scaldiglie;
- quadri di controllo;
- sistema di protezione comando e controllo;

- quadri principali dei servizi generali degli edifici:
- impianti di illuminazione interna ed esterna;
- impianti prese Forza Motrice;
- illuminazione esterna;
- quadri principali dei servizi tecnologici:
- impianto telefonico;
- impianto antintrusione;
- automazione cancello;
- rilevazione incendi;
- riscaldamento e condizionamento.

Per l'alimentazione dei S.A. in corrente continua sarà previsto un doppio sistema di alimentazione raddrizzatore e batteria tampone.

In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria sarà tale da assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati per il tempo necessario affinché il personale di manutenzione possa intervenire, e comunque per un tempo non inferiore a 4 ore.

Le principali utenze in corrente continua saranno:

- sistema di protezioni elettriche dell'impianto A.T.;
- quadri del sistema di comando e controllo delle apparecchiature;
- quadri di misura;
- motori di manovra dei sezionatori;
- apparecchiature di diagnostica.

#### COLLEGAMENTI IN CAVO

---

Le caratteristiche tecniche, i materiali ed i metodi di prova relativi a tutti i cavi M.T. e i cavi B.T. per circuiti di potenza e controllo, cavi unipolari per cablaggi interni dei quadri, e per impianti luce e f.m. saranno rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento.

I cavi per i collegamenti interni agli edifici saranno del tipo non propaganti l'incendio, secondo quanto indicato dalla Norma CEI 20-22, e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, secondo quanto indicato dalla Norma CEI 20-37, mentre quelli per i collegamenti verso le apparecchiature esterne saranno solo del tipo non propaganti l'incendio.

I cavi di comando e controllo saranno di tipo schermato, con lo schermo opportunamente collegato a terra.

Il dimensionamento dei sistemi di distribuzione in c.a. e c.c. sarà effettuato secondo la normativa vigente (in particolare la CEI 64-8), con riferimento alle caratteristiche dei carichi, alle condizioni di posa ed alle cadute di tensione ammesse.

#### PRINCIPALI COMPONENTI DELL'IMPIANTO AUSILIARIO

---

Lo schema di alimentazione dei S.A. in c.a. prevede:

- n. 1 linea M.T. di alimentazione, allacciate ad una cabina primaria rialimentabile in 4 ore;

- n. 1 trasformatore M.T./B.T. da 100 kVA;
- n. 1 quadro M.T. del tipo protetto che fa capo a una linea di alimentazione ed un trasformatore M.T./B.T.;
- n.1 quadro con interruttore conforme alla norma CEI 0-16 e alla specifica ENEL DK5740;
- n. 1 gruppo elettrogeno (G.E.) conforme alla Specifica Tecnica TERNA TINSPLV050100 con un'autonomia non inferiore a 10 ore e opportunamente dimensionato in funzione delle dimensioni dell'impianto e dei carichi delle apparecchiature e comunque non inferiore a 100 kW. Il G.E. sarà munito di serbatoio di servizio con capacità di 120 litri e di un serbatoio di stoccaggio con capacità definita in funzione delle caratteristiche del G.E. e comunque non inferiore a 3000 litri;
- n. 1 quadro B.T. ("M") di distribuzione conforme alla Specifica Tecnica TERNA TINSPLV009300 opportunamente dimensionato, prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto. Sarà costituito da due semiquadri le cui sbarre saranno collegabili fra loro tramite cavo e interruttori congiuntori, in modo da costituire elettricamente un'unica sbarra.

#### 7.1.8 SISTEMA DI PROTEZIONE COMANDO E CONTROLLO (SPCC)

##### CARATTERISTICHE GENERALI

---

Il sistema si basa su tecnologia a microprocessore programmabile, al fine di permettere il facile aggiornamento dei parametri, applicazioni ed espansioni degli elementi dell'architettura.

I componenti del sistema costituiscono i "moduli" che permettono di realizzare l'architettura necessaria per ogni tipo di intervento.

Il sistema sarà finalizzato in particolar modo alle attività di acquisizione, esercizio e manutenzione degli impianti.

##### DESCRIZIONE DEL SISTEMA

---

Il sistema di Comando Protezione e Controllo sarà composto da apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni di acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione e sarà conforme alla Specifica Tecnica TERNA *PP B MS1POX r.01 del 29/10/2004* ed allegati in essa richiamati, integrata con l'architettura fisica di piattaforma specifica del fornitore.

Il sistema si basa sulla seguente visione di architettura dell'automazione degli impianti:

- adozione di sistemi aperti con distribuzione delle funzioni;
- integrazione del controllo locale con quello remoto (teleconduzione);
- comunicazione paritetica tra gli apparati intelligenti digitali (IED - Intelligent Electronic Device);
- interoperabilità di apparati di costruttori diversi;
- interfaccia di operatore standard e comune alle diverse applicazioni;
- configurazione, controllo e gestione dei sistemi in modo centralizzato.

L'architettura del sistema si basa sulla logica distribuita delle funzioni in tempo reale per controllo, monitoraggio, conduzione e protezione della stazione, per mezzo di unità IED



tipicamente a livello di stallo, unità controller/gateway di Sottostazione ed interfaccia operatore di tipo grafico, le cui principali peculiarità saranno:

- architettura modulare basata su standard "aperti" affermati a livello internazionale;
- flessibilità dell'architettura che permetta l'aggiornamento tecnologico del sistema ed i futuri sviluppi funzionali con integrazione di apparati IED di diversi fornitori;
- autodiagnosi dei componenti;
- massimo utilizzo di piattaforma HD e SW standard di mercato, modulari e scalabili;
- modellazione dei dati "object oriented" per la descrizione degli elementi d'impianto, ai fini dell'interoperabilità tra i processi interni al sistema e dell'integrazione delle informazioni in un database di Sottostazione;
- semplificazione dei cablaggi derivante dall'uso di comunicazioni digitali nell'area di Sottostazione.

#### SALA COMANDO LOCALE

---

La sala di comando locale consente di operare in autonomia per attuare manovre opportune in situazioni di emergenza. A tal proposito nella sala comando sarà prevista un'interfaccia HMI, che consente una visione schematica generale dell'impianto, nonché permette la manovrabilità delle apparecchiature. Inoltre presenta in maniera riassuntiva le informazioni relative alle principali anomalie e quelle relative alle grandezze elettriche quali: tensioni, frequenza di sbarra, correnti dei singoli stalli, ecc..

#### TELECONDUZIONE E AUTOMATISMO DI IMPIANTO

---

L'automatismo di impianto e le interfacce con la postazione dell'operatore remoto saranno garantite per un'elevata efficienza della teleconduzione basata su:

- semplicità dei sistemi di automazione;
- omogeneità, nei diversi impianti telecondotti, dei dati scambiati con i Centri;
- numero delle misure ridotto a quelle indispensabili;
- ridondanza delle misure e segnalazioni (ove necessarie);
- affidabilità delle misure;
- possibilità di applicare contemporaneamente due modalità di conduzione (ad esempio uno stallo in conduzione manuale in locale e tutti gli altri in conduzione centralizzata automatizzata);
- interblocchi che impediscano l'attuazione di comandi non compatibili con lo stato degli organi di manovra e di sezionamento.

GE Renewable Energy

# Technical Documentation

## Wind Turbine Generator Systems

### 3.2/3.4-130 - 50/60 Hz



## Technical Description and Data



imagination at work

# GE Renewable Energy

[www.gepower.com](http://www.gepower.com)

Visit us at  
<https://renewable.gepower.com>

## Copyright and patent rights

All documents are copyrighted within the meaning of the Copyright Act. We reserve all rights for the exercise of commercial patent rights.

© 2016 General Electric Company. All rights reserved.

This document is public. GE and  are trademarks and service marks of General Electric Company.

Other company or product names mentioned in this document may be trademarks or registered trademarks of their respective companies.



imagination at work

# Table of Contents

- 1 Introduction ..... 5
- 2 Technical Description of the Wind Turbine and Major Components ..... 5
  - 2.1 Rotor ..... 5
  - 2.2 Blades ..... 6
  - 2.3 Blade Pitch Control System ..... 7
  - 2.4 Hub ..... 7
  - 2.5 Gearbox ..... 7
  - 2.6 Bearings ..... 7
  - 2.7 Brake System ..... 7
  - 2.8 Generator ..... 7
  - 2.9 Gearbox/Generator Coupling ..... 7
  - 2.10 Yaw System ..... 8
  - 2.11 Tower ..... 8
  - 2.12 Nacelle ..... 8
  - 2.13 Wind Sensor and Lightning Rod ..... 8
  - 2.14 Lightning Protection (according to IEC 61400-24 Level I) ..... 8
  - 2.15 Wind Turbine Control System ..... 9
  - 2.16 Power Converter ..... 9
  - 2.17 Medium Voltage Transformer and Switch Gear ..... 9
- 3 Technical Data for the 3.2/3.4-130 ..... 10
  - 3.1 Operational Limits ..... 12

## 1 Introduction

This document summarizes the technical description and specifications of the 3.2/3.4-130 wind turbines.

## 2 Technical Description of the Wind Turbine and Major Components

The 3.2/3.4-130 is a three-bladed, upwind, horizontal-axis wind turbine with a rotor diameter of 130 meters. The turbine rotor and nacelle are mounted on top of:

- a tubular steel tower with a hub height of 85 m
- a tubular steel tower with a hub height of 110 m
- a hybrid tower with a hub height of 134 m\*
- a hybrid tower with a hub height of 164.5 m\*

The dimensions of the 3.2/3.4-130 with 85 m, 110 m, 134 m and 164.5 m hub height are showing in embedded drawings.

The 3 MW Platform employs active yaw control (designed to steer the wind turbine with respect to the wind direction), active blade pitch control (to regulate turbine rotor speed) and a variable speed generator with a power electronic converter system.

The 3 MW Platform features a modular drive train design where the major drive train components including main shaft bearing, gearbox, generator and yaw drives are attached to a bedplate.

### 2.1 Rotor

Rotor speed is regulated by a combination of blade pitch angle adjustment and generator/converter torque control. The rotor spins in a clockwise direction under normal operating conditions when viewed from an upwind location.

Full blade pitch angle range is approximately 90 degrees, with the zero degree position being with the blade flat to the prevailing wind. Pitching the blades to a full feather pitch angle of approximately 90 degrees accomplishes aerodynamic braking of the rotor, thus reduces the rotor speed.

---

\* DIBt WZ 2 Germany only

## 2.2 Blades

There are three rotor blades used on the 3.2/3.4-130 wind turbine. The airfoils transition along the blade span and with the thicker airfoils being located inboard towards the blade root (hub) and gradually tapering to thinner cross sections out towards the blade tip. Values below are typically needed to perform shadow casting calculations.

	Rotor Diameter
	130 m
Longest chord	4.00 m
Chord at 0.9 x rotor radius	1.10 m

In order to optimize noise emissions, the rotor blades are equipped with Low-Noise-Trailing-Edges (LNTes) at the pressure side of the blade's rear edge. LNTes are thin jagged plastic strips. The rotor blades of the 3.2/3.4-130 are equipped with these strips at the factory.



Fig. 1: LNTes at the WTG

## 2.3 Blade Pitch Control System

The rotor utilizes a pitch system to provide adjustment of the blade pitch angle during operation.

The active pitch controller enables the wind turbine rotor to regulate speed, when above rated wind speed, by allowing the blade to “spill” excess aerodynamic lift. Energy from wind gusts below rated wind speed is captured by allowing the rotor to speed up.

Independent back up is provided to drive each blade in order to feather the blades and shut down the wind turbine in the event of a grid line outage or other fault. By having all three blades outfitted with independent pitch systems, redundancy of individual blade aerodynamic braking capability is provided.

## 2.4 Hub

The hub is used to connect the three rotor blades to the turbine main shaft. The hub also houses the blade pitch system and is mounted directly to the main shaft. To carry out maintenance work, the hub can be entered through one of three hatches at the area close to the nacelle roof.

## 2.5 Gearbox

The gearbox in the wind turbine is designed to transmit torsional power between the low-rpm turbine rotor and high-rpm electric generator. The gearbox is a multi-stage planetary/helical design. The gearbox is mounted to the wind turbine bedplate. The gearbox mounting is designed to reduce vibration and noise transfer to the bedplate. The gearbox is lubricated by a forced, cooled lubrication system and a filter assist to maintain oil cleanliness.

## 2.6 Bearings

The blade pitch bearing is designed to allow the blade to pitch about a span-wise pitch axis. The inner race of the blade pitch bearing is outfitted with a blade drive gear that enables the blade to be driven in pitch. The main shaft bearing is a two-bearing system, designed to provide bearing and alignment of the internal gearing shafts and accommodate radial and axial loads.

## 2.7 Brake System

The blade pitch system acts as the main braking system for the wind turbine. Braking under normal operating conditions is accomplished by feathering the blades out of the wind. Only two feathered rotor blades are required to decelerate the rotor safely into idling mode, and each rotor blade has its own backup to drive the blade in the event of a grid line loss.

## 2.8 Generator

The generator is a doubly fed induction generator. It is mounted to the bedplate with a mounting so designed as to reduce vibration and noise transfer to the bedplate.

## 2.9 Gearbox/Generator Coupling

To protect the drive train from excessive torque loads, a special coupling including a torque-limiting device is provided between the generator and gearbox output shaft.

## 2.10 Yaw System

A bearing positioned between the nacelle and tower facilitates yaw motion. Yaw drives mesh with the gear of the yaw bearing and steer the wind turbine to track the wind in yaw. The yaw drive system contains an automatic yaw brake. This brake engages when the yaw drive is not operating and prevents the yaw drives from being loaded due to turbulent wind conditions.

The controller activates the yaw drives to align the nacelle to the wind direction based on the wind vane sensor mounted on the top of the nacelle.

The wind turbine records nacelle yaw position following excessive rotation in one direction, the controller automatically brings the rotor to a complete stop, untwists the internal cables, and restarts the wind turbine.

## 2.11 Tower

The wind turbine is mounted on top of a tubular steel tower (85 m, 110 m hub height)-or hybrid tower (134 m and 164.5 m hub height). Access to the turbine is through a door at the base of the tower. Internal service platforms and interior lighting is included. A ladder provides access to the nacelle and also supports a fall arrest safety system.

Optional climb assist or service lifts are available upon request.

## 2.12 Nacelle

The nacelle houses the main components of the wind turbine generator. Access from the tower into the nacelle is through the bottom of the nacelle. The nacelle is ventilated, and illuminated by electric lights. A hatch provides access to the blades and hub.

## 2.13 Wind Sensor and Lightning Rod

An ultrasonic wind sensor and lightning rod are mounted on top of the nacelle housing. Access is accomplished through the hatch in the nacelle.

## 2.14 Lightning Protection (according to IEC 61400-24 Level I)

The rotor blades are equipped with lightning receptors mounted in the blade. The turbine is grounded and shielded to protect against lightning; however, lightning is an unpredictable force of nature and it is possible that a lightning strike could damage various components notwithstanding the lightning protection employed in the wind turbine.



## 2.15 Wind Turbine Control System

The wind turbine can be controlled locally. Control signals can also be sent from a remote computer via a Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA), with local lockout capability provided at the turbine controller.

Service switches at the tower top prevent service personnel at the bottom of the tower from operating certain systems of the turbine while service personnel are in the nacelle. To override any wind turbine operation, emergency-stop buttons located in the tower base and in the nacelle can be activated to stop the turbine in the event of an emergency.

## 2.16 Power Converter

The wind turbine uses a power converter system that consists of a converter on the rotor side, a DC intermediate circuit, and a power inverter on the grid side.

The converter system consists of a power module and the associated electrical equipment.

## 2.17 Medium Voltage Transformer and Switch Gear

To connect each turbine to the collector system, a medium voltage transformer and medium-voltage switchgear are required. These devices may be either installed in the tower (GE scope) or external to the tower as part of a Pad Mount Transformer (customer scope).

### 3 Technical Data for the 3.2/3.4-130

Turbine	3.2/3.4-130
Rated output [MW]	3.23/3.43
Rotor diameter [m]	130
Number of blades	3
Swept area [m <sup>2</sup> ]	13273
Rotational direction (viewed from an upwind location)	Clockwise
Maximum speed of the blade tips [m/s]	82.4
Orientation	Upwind
Speed regulation	Pitch control
Aerodynamic brake	Full feathering
Color of outer components	RAL 7035 (light grey)
Reflection degree/Gloss degree Steel tower	30 - 60 units measured at 60 ° per ISO 2813
Reflection degree/Gloss degree Rotor blades, Nacelle, Hub	60 - 80 Gloss Units measured at 60 ° as per ISO 2813
Reflection degree/gloss degree Hybrid Tower	15-30 Gloss Units measured at 60 ° per ISO 2813

Table 1: Technical data 3.2/3.4-130 wind turbine

Atmospheric corrosion protection (corrosion categories as defined by ISO 12944-2:1998)					
		Standard		Enhanced (Option)	
		Internal	External	Internal	External
<b>Americas</b>	Tower shell	C-2	C-3	C-4	C-5M
	All other components	C-2	C-3	C-2	C-3
<b>Europe</b>	Tower shell	C-4	C-5M		
	All other components	C-2	C-3		

Table 2: Atmospheric corrosion protection

### 3.1 Operational Limits

Turbine	3.2/3.4-130
Hub height	85 m tubular steel tower 110 m tubular steel tower 134 m hybrid tower*. <sup>1</sup> 164.5 m hybrid tower*. <sup>2</sup>
Wind turbine design standard	IEC 61400-1, Ed. 3 and DIBt 2012 WZ 2 * only DIBt 2012 WZ 2
Height above sea level	Maximum 1000 m with the maximum standard operational temperature of +40 °C. Above 1000 m, the maximum operational temperature is reduced per DIN IEC 60034 1 (e.g., maximum operational temperature reduced to +30 °C at 2000 m). For installations above 1000 m isolation distances of medium voltage terminals must also be re-evaluated.
Standard Weather Option (STW)	Full power operation from -15°C to +35°C, resp. 5°F to +95°F; de-rate to reach +40°C Survival temperature of -20°C to +50°C, resp. -4°F to +122°F without the grid. Survival means: turbine not in operation including the heat transfer system due to lack of energy supply by the grid.
Cold Weather Option (CW)	Full power operation from -30°C to +35°C resp. -22°F to +95°F. Survive extreme temperature of -40°C to +50°C, resp. -40°F to +122°F without the grid. Survive means: turbine not in operation including the heat transfer system due to lack of energy supply by the grid.
Wind conditions according to IEC 61400 1 (ed. 3) for the standard temperature range	IEC IIIa: 7.5 m/s (3.2-130) IEC IIb: 8.5 m/s (3.2/3.4-130) DIBt WZ 2: 7.8 m/s (134m HH) DIBt WZ 2: 8 m/s (164.5m HH)
Maximum extreme gust (10 min) according to IEC 61400 1 (ed. 3) for the standard temperature range	IEC IIIa: 37.5 m/s (3.2-130) IEC IIb: 42.5 m/s (3.2/3.4-130) DIBt WZ 2: 39.4 m/s (134m HH) DIBt WZ 2: 40.2 m/s (164.5m HH)
Wind class	IEC IIIa; IEC IIb; DIBt WZ 2

Table 3: Operational limits

<sup>1</sup> Wind class: 3.23MW DIBt WZ 2

<sup>2</sup> Wind class: 3.43MW DIBt WZ 2B

# Technical Documentation Wind Turbine Generator Systems 3.4-130 - 50/60 Hz



## Product Acoustic Specifications

Normal Operation according to IEC  
Incl. Octave and 1/3<sup>rd</sup> Octave Band Spectra

*There are files embedded to this document. You may need Adobe® Reader® Version X or higher.*



imagination at work

[www.gepower.com](http://www.gepower.com)

Visit us at  
<http://renewables.gepower.com>

## Copyright and patent rights

All documents are copyrighted within the meaning of the Copyright Act. We reserve all rights for the exercise of commercial patent rights.

© 2016 General Electric Company. All rights reserved.

This document is public. GE and  are trademarks and service marks of General Electric Company.

Other company or product names mentioned in this document may be trademarks or registered trademarks of their respective companies.



imagination at work

## Table of Contents

1	Introduction .....	5
1.1	General.....	5
1.2	Wind Farm Noise Control.....	5
2	Normal Operation Apparent Sound Power Levels.....	5
3	Uncertainty Levels .....	7
4	Tonal Audibility .....	7
5	IEC 61400-11 and IEC/TS 61400-14 Terminology .....	7
6	1/3 <sup>rd</sup> -Octave Band Spectra.....	7
7	Reference Documents .....	7
	Appendix - 1/3 <sup>rd</sup> -Octave Band Apparent Sound Power Level $L_{WA,k}$ .....	8

## 1 Introduction

### 1.1 General

This document summarizes the acoustic emission characteristics of 3.4-130 wind turbine for normal operation, including apparent sound power levels  $L_{WA,k}$ , as well as uncertainty levels associated with the sound power levels, tonal audibility, and octave and 1/3<sup>rd</sup>-octave band sound power levels.

All provided sound power levels are A-weighted.

GE continuously verifies specifications with measurements, including those performed by independent institutes. If a wind turbine noise performance test is carried out, it needs to be done according to the following minimum requirements:

- Regulations of the international standard IEC 61400-11
- GE Machine Noise Performance Test (MNPT)

### 1.2 Wind Farm Noise Control

In noise-constrained areas it is often necessary to adapt the wind turbine operation to satisfy far-field noise limits. GE offers a dedicated Farm Noise Control system that provides greater flexibility and higher energy yield than standard turbine controls. This advanced scheme allows to continuously adjust the farm operation based on the environmental variables that influence farm noise emission, essentially wind speed and wind direction.

The windfarm noise control package includes the following service and hardware:

- Park level noise modeling and consultancy studies
- Table with optimum turbine set-points across the park as a function of wind speed and wind sector
- Wind sector dependent power curve for each unit installation and commissioning of the Farm Noise Control Software Package

## 2 Normal Operation Apparent Sound Power Levels

The apparent sound power levels  $L_{WA,k}$  are given as a function of the hub height wind speed  $v_{HH}$ . The corresponding wind speeds  $v_{10m}$  at 10 m height above ground level have been derived assuming a logarithmic wind profile. In this case a reference surface roughness according to IEC 61400-11 of  $z_{0,ref} = 0.05$  m has been used, which is representative of average terrain conditions<sup>1</sup>.

$$v_{10m} = v_{HH} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_{0ref}}\right)}{\ln\left(\frac{\text{hub height}}{z_{0ref}}\right)} \quad 2$$

<sup>1</sup> Note, that under site-specific conditions, other values of roughness length might be appropriate.

<sup>2</sup> Simplified from IEC 61400-11, ed. 2.1: 2006 equation 7



The apparent sound power levels  $L_{WA,k}$  and the associated octave-band spectra are given in Table 1 for different hub heights. The values are provided for Normal Operation (NO) turbine mode over cut-in to cut-out wind speed range.

Normal Operation - A-weighted Octave Spectra [dB]												
Hub Height Wind Speed [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14.0-cut out	
Standardized wind speed at 10 m for 85m [m/s]	2.8	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	9.3	10-cut out	
Standardized wind speed at 10 m for 110m [m/s]	2.8	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	8.9	9.6-cut out	
Standardized wind speed at 10 m for 164.5m [m/s]	2.6	3.3	3.9	4.6	5.2	5.9	6.5	7.2	7.9	8.5	9.2-cut out	
Frequency [Hz]	16	49.2	49.7	53.1	56.3	59.0	61.4	61.8	61.9	61.9	61.8	61.7
	32	64.8	64.9	67.8	70.7	73.2	75.6	75.9	76.0	76.1	76.1	76.0
	63	77.5	77.4	79.7	82.6	84.9	87.4	87.6	87.7	87.7	87.7	87.7
	125	86.6	86.9	89.1	92.1	94.4	96.0	96.2	96.2	96.1	96.0	96.0
	250	89.3	89.9	92.5	95.9	98.6	99.5	99.6	99.4	99.2	99.1	99.1
	500	89.3	89.8	92.4	96.0	99.0	100.6	100.6	100.5	100.6	100.6	100.6
	1000	89.5	89.9	92.2	95.5	98.3	100.6	100.7	100.8	101.0	101.1	101.2
	2000	87.1	88.4	90.3	93.4	95.9	98.0	98.2	98.4	98.5	98.3	98.2
	4000	78.3	81.2	83.2	86.0	88.3	89.7	89.7	89.6	89.0	88.1	87.6
	8000	60.0	62.1	64.4	67.5	69.9	70.0	69.3	68.7	67.6	66.5	65.8
Total Sound Power Level [dB]	95.7	96.3	98.7	102.0	104.7	106.4	106.5	106.5	106.5	106.5	106.5	

Table 1: Normal Operation Apparent Sound Power Level as a function of wind speeds

At wind speeds lower than those included in the table above the sound power level decreases, and may get so low that the wind turbine noise becomes indistinguishable from the background noise. For a conservative calculation the data for the lowest wind speed may be used.

For wind speeds higher than those included in the tables above, the wind turbine has reached rated power and the blade pitch regulation acts in a way that tends to decrease the noise levels. For a conservative calculation the data for the highest wind speed may be used.

### 3 Uncertainty Levels

The apparent sound power levels given above are mean values from turbines under evaluation. Uncertainty levels  $u_c$ ,  $\sigma_p$ ,  $\sigma_R$  and  $\sigma_T$  associated with measurements and mean values are described in IEC 61400-11 and IEC/TS 61400-14.

For GE wind turbines, a typical value of  $\sigma_p = 0.8$  dB can be assumed.

The uncertainties for octave and 1/3<sup>rd</sup>-octave sound power levels are generally higher than for total sound power levels. Guidance is given in IEC 61400-11.

### 4 Tonal Audibility

The tonal audibility ( $\Delta L_{\alpha,k}$ ), when measured in accordance with the IEC 61400-11 standard, for the 3.4-130 is less than or equal to 4 dB.

### 5 IEC 61400-11 and IEC/TS 61400-14 Terminology

- $L_{WA,K}$  is wind turbine apparent sound power level (referenced to  $10^{-12}$ W) measured with A-weighting as function of wind speed. Derived from multiple measurement reports per IEC 61400-11, it is considered as a mean value
- $u_c$  is the measurement uncertainty for acoustic testing as defined in IEC 61400-11.
- $\sigma_p$  is the 3.4-130 unit-to-unit product variation according to IEC/TS 61400-14.
- $\sigma_R$  is the overall measurement testing reproducibility as defined in IEC/TS 61400-14;
- $\sigma_T$  is the total standard deviation combining both  $\sigma_p$  and  $\sigma_R$
- $\Delta L_{\alpha,k}$  is the tonal audibility according to IEC 61400-11, described as potentially audible narrow band sound

### 6 1/3<sup>rd</sup>-Octave Band Spectra

The tables in Annex I are showing the 1/3<sup>rd</sup>-octave band values for different wind speeds.

### 7 Reference Documents

- IEC 61400-11, wind turbine generator systems part 11: Acoustic noise measurement techniques, ed. 2.1 (2006-11), or ed. 3 (2012-11)
- IEC/TS 61400-14, Wind turbines – part 14: Declaration of apparent sound power level and tonality values, ed. 1 (2005-03)
- MNPT – Machine Noise Performance Test, Technical documentation

**Appendix - 1/3<sup>rd</sup>-Octave Band Apparent Sound Power Level  $L_{WA,k}$**

Normal Operation – 1/3 <sup>rd</sup> -Octave Spectra [dB]												
Hub Height Wind Speed [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14-cut out	
Standardized wind speed at 10 m for 85m [m/s]	2.8	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	9.3	10-cut out	
Standardized wind speed at 10 m for 110m [m/s]	2.8	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	8.9	9.6-cut out	
Standardized wind speed at 10 m for 164.5m [m/s]	2.6	3.3	3.9	4.6	5.2	5.9	6.5	7.2	7.9	8.5	9.2-cut out	
Frequency [Hz]	12.5	34.5	35.5	39.4	42.7	45.6	48.1	48.5	48.6	48.6	48.5	48.4
	16	42.0	42.7	46.3	49.5	52.3	54.7	55.1	55.2	55.2	55.1	55.0
	20	48.1	48.5	51.9	55.0	57.7	60.1	60.5	60.6	60.6	60.5	60.4
	25	53.6	53.8	57.0	60.1	62.7	65.1	65.4	65.5	65.5	65.5	65.4
	32	58.6	58.7	61.7	64.7	67.3	69.6	69.9	70.1	70.1	70.1	70.0
	40	63.2	63.2	66.0	68.9	71.4	73.8	74.1	74.2	74.3	74.3	74.2
	50	67.0	66.9	69.5	72.4	74.8	77.2	77.5	77.6	77.7	77.7	77.6
	63	71.5	71.4	73.8	76.7	79.1	81.6	81.8	81.9	81.9	81.9	81.9
	80	75.7	75.6	77.8	80.7	83.0	85.5	85.7	85.8	85.8	85.8	85.7
	100	79.0	79.0	81.1	84.0	86.3	88.5	88.7	88.8	88.8	88.7	88.7
	125	81.8	82.1	84.1	87.0	89.2	91.0	91.2	91.3	91.2	91.1	91.1
	160	83.5	84.0	86.3	89.3	91.7	93.0	93.2	93.2	93.0	92.9	92.9
	200	84.1	84.8	87.2	90.5	93.0	94.0	94.1	94.0	93.7	93.6	93.6
	250	84.7	85.3	87.9	91.3	94.1	94.9	95.0	94.8	94.5	94.4	94.4
	315	84.7	85.2	87.9	91.5	94.4	95.3	95.4	95.1	94.9	94.8	94.8
	400	84.5	85.0	87.7	91.3	94.4	95.6	95.6	95.4	95.3	95.3	95.3
	500	84.5	85.1	87.6	91.2	94.3	95.8	95.9	95.8	95.8	95.8	95.9
	630	84.7	85.0	87.6	91.1	94.1	96.0	96.0	96.0	96.2	96.3	96.3
	800	84.8	85.1	87.5	90.9	93.9	96.0	96.1	96.1	96.4	96.5	96.6
	1000	84.8	85.1	87.4	90.7	93.5	95.9	96.0	96.0	96.2	96.4	96.5
1250	84.7	85.2	87.4	90.6	93.3	95.6	95.8	95.9	96.0	96.1	96.2	
1600	83.9	84.7	86.7	89.9	92.5	94.7	94.9	95.1	95.2	95.2	95.2	
2000	82.4	83.7	85.6	88.7	91.2	93.2	93.4	93.6	93.7	93.6	93.3	
2500	79.9	82.1	84.0	86.7	89.2	91.0	91.2	91.4	91.3	90.9	90.4	
3150	76.5	79.5	81.4	84.2	86.5	88.1	88.2	88.2	87.8	86.9	86.3	
4000	72.5	75.1	77.4	80.2	82.4	83.6	83.5	83.2	82.0	81.1	81.0	
5000	67.2	69.8	72.1	75.2	77.2	78.2	77.5	76.7	75.4	75.0	74.7	
6300	59.7	61.8	64.1	67.2	69.6	69.7	69.0	68.4	67.3	66.2	65.5	
8000	48.0	50.0	52.4	55.6	57.9	58.2	57.6	56.7	55.4	54.3	53.5	
10000	32.4	34.4	37.2	40.7	43.6	44.2	43.6	42.9	41.3	40.5	39.3	
<b>Total Sound Power Level [dB]</b>	<b>95.7</b>	<b>96.3</b>	<b>98.7</b>	<b>102.0</b>	<b>104.7</b>	<b>106.4</b>	<b>106.5</b>	<b>106.5</b>	<b>106.5</b>	<b>106.5</b>	<b>106.5</b>	

Table 2: Apparent 1/3<sup>rd</sup>-Octave Band Sound Power Levels (A-weighted) as function of Wind Speed

PUBLIC – May be distributed external to GE on an as need basis.  
 UNCONTROLLED when printed or transmitted electronically.  
 © 2016 General Electric Company. All rights reserved.

Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche  
Power - Ground and/or wind farm applications



**ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT**  
Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV / Single core 12/20 kV and 18/30 kV

**Norma di riferimento**  
HD 620/IEC 60502-2

**Standard**  
HD 620/IEC 60502-2

**Descrizione del cavo**

**Anima**

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

**Semiconduttivo interno**

Mescola estrusa

**Isolante**

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

**Semiconduttivo esterno**

Mescola estrusa

**Rivestimento protettivo**

Nastro semiconduttore igrospandente

**Schermatura**

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale  
(Rmax 3Ω/Km)

**Protezione meccanica**

Materiale Polimerico (Air Bag)

**Guaina**

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

**Marcatura**

PRYSMIAN (\*\*\*) ARE4H5(AR)E <tensione> <sezione>  
<fase 1/2/3> <anno>

**(\*\*\*) sigla sito produttivo**

Marcatura in rilievo ogni metro  
Marcatura metrica ad inchiostro

**Applicazioni**

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2

**Accessori idonei**

**Terminali**

ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), FMCS 250 (pag. 136), FMCE (pag. 138), FMCTs-400 (pag. 140), FMCTXs-630/C (pag. 144)

**Giunti**

ECOSPEED™ (pag. 148)

**Cable design**

**Core**

Compact stranded aluminium conductor

**Inner semi-conducting layer**

Extruded compound

**Insulation**

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

**Outer semi-conducting layer**

Extruded compound

**Protective layer**

Semiconductive watertight tape

**Screen**

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)

**Mechanical protection**

Polymeric material (Air Bag)

**Sheath**

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

**Marking**

PRYSMIAN (\*\*\*) ARE4H5(AR)E <rated voltage>  
<cross-section> <phase 1/2/3> <year>

**(\*\*\*) production site label**

Embossed marking each meter  
Ink-jet meter marking

**Applications**

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics

**Suitable accessories**

**Terminations**

ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), FMCS 250 (pag. 136), FMCE (pag. 138), FMCTs-400 (pag. 140), FMCTXs-630/C (pag. 144)

**Joints**

ECOSPEED™ (pag. 148)

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO / OPERATING TEMPERATURE  
TEMPERATURA CORTOCIRCUITO / SHORT-CIRCUIT TEMPERATURE  
RIGIDO / RIGID



**Condizioni di posa / Laying conditions**

TEMPERATURA MIN. DI POSA -25 °C / MINIMUM INSTALLATION TEMPERATURE -25 °C  
CANALE INTERRATO / BURIED THROUGH  
TUBO INTERRATO / BURIED DUCT  
DIRETTAMENTE INTERRATO / DIRECTLY BURIED  
ARIA LIBERA / OPEN AIR  
INTERRATO CON PROTEZIONE / BURIED WITH PROTECTION



Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche  
Power - Ground and/or wind farm applications

## ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV / Single core 12/20 kV and 18/30 kV

### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio	
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)

### Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	34,5	810	460
70	9,7	20,8	35,5	890	480
95	11,4	22,1	37,0	1000	490
120	12,9	23,2	38,2	1100	510
150	14,0	24,3	39,5	1210	520
185	15,8	26,1	41,3	1370	530
240	18,2	28,5	44,0	1620	590
300	20,8	31,7	47,6	1900	630
400	23,8	34,9	51,3	2300	690
500	26,7	37,8	54,5	2710	730
630	30,5	42,4	59,5	3310	800

### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	184	166	129
70	227	203	157
95	275	243	187
120	317	276	212
150	358	309	236
185	411	350	267
240	486	407	309
300	561	461	349
400	655	526	398
500	759	599	452
630	881	682	513

### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	40,7	1110	550
70	9,7	25,6	40,8	1150	550
95	11,4	26,5	41,8	1240	560
120	12,9	27,4	42,9	1350	580
150	14,0	28,1	43,6	1440	580
185	15,8	29,5	45,1	1580	600
240	18,2	31,5	47,4	1810	630
300	20,8	34,7	50,9	2120	670
400	23,8	37,9	54,6	2520	730
500	26,7	41,0	58,1	2970	770
630	30,5	45,6	63,0	3590	840

### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	187	167	131
70	231	204	159
95	279	244	189
120	321	277	214
150	361	310	238
185	415	351	269
240	489	408	311
300	563	459	350
400	657	526	399
500	761	650	453
630	883	682	515