

**RIPABOTTONI
SANT'ELIA A
PIANISI
MONACILIONI**

REGIONE MOLISE

**PROVINCIA DI
CAMPOBASSO**

**IMPIANTO EOLICO DA 54 MW COMPOSTO DA N. 9
AEROGENERATORI RICADENTI NEI COMUNI DI
RIPABOTTONI, SANT'ELIA A PIANISI E MONACILIONI IN
PROVINCIA DI CAMPOBASSO, CON RELATIVE OPERE ED
INFRASTRUTTURE**

PROGETTO DEFINITIVO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI

Proponente:

EN.IT s.r.l.
Via Antonio Locatelli n.1
37122 Verona
P.IVA 04642500237
www.enitspa.it
enitsrl@pec.enitspa.it

Progettazione:

WH Group s.r.l.
Via A. Locatelli n.1 - 37122 Verona (VR)
P.IVA 12336131003
ingegneria@enitgroup.eu

Ing. Antonio Tartaglia



Spazio riservato agli Enti:

File: 2022031_12_Disciplinare		Cod. 2022031	Scala: ---		
12	Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Approvato
	00	04/09/2023	Prima emissione	A. Tartaglia	S.M. Caputo
WH Group s.r.l. Via A. Locatelli n.1 - 37122 Verona (VR) – P.IVA 12336131003 ingegneria@enitgroup.eu					

INDICE

1	PREMESSA	6
2	DATI DI PROGETTO	8
3	LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	9
4	PROGETTO DELL'OPERA	11
4.1	Caratteristiche generali della centrale eolica	11
4.2	Soluzione di connessione	12
5	GENERALITÀ	12
6	OPERE EDILI	13
6.1	Progettazione	13
6.2	Indagini del suolo e dati geotecnici	13
6.3	Predisposizione delle aree e mezzi d'opera	13
6.4	Materiali	14
6.4.1	<i>Qualità e provenienza dei materiali</i>	14
6.4.2	<i>Controlli e certificazioni sui materiali</i>	15
6.5	Scavi in genere	15
6.5.1	<i>Scavi di sbancamento ed assimilabili con mezzo meccanico</i>	15
6.5.2	<i>Scavi di fondazione</i>	16
6.5.3	<i>Scavi per i plinti degli aerogeneratori e della torre anemometrica</i>	16
6.5.4	<i>Scavi per cavidotti</i>	16
6.5.5	<i>Scavi per fondazioni in genere ed altri manufatti</i>	16
6.5.6	<i>Trovanti di roccia</i>	16
6.6	Demolizioni	17
6.6.1	<i>Demolizioni di strutture in c.a., murature e calcestruzzi</i>	17
6.6.2	<i>Demolizione di teste di pali (scapitozzatura)</i>	17
6.6.3	<i>Smantellamento di recinzioni esistenti, cancelli, ecc.</i>	17
6.7	Rilevati e rinterri	17
6.7.1	<i>Rilevati compattati e sovrastrutture per piazzole e strade</i>	17
6.7.2	<i>Preparazione e bonifica di sottofondi</i>	19
6.7.3	<i>Rilevati e rinterri addossati alle murature e riempimenti con pietrame</i>	19
6.8	Pavimentazioni stradali	20
6.8.1	<i>Formazione di ripristino delle pavimentazioni in macadam</i>	20
6.8.2	<i>Ripristino pavimentazioni bitumate</i>	20
6.8.3	<i>Rimessa in pristino dei terreni</i>	21
6.8.4	<i>Trasporto e posa a discarica dei materiali di risulta</i>	21
6.9	Drenaggi di superficie	21
6.9.1	<i>Trincee drenanti</i>	21
6.9.2	<i>Drenaggi contro-muro</i>	22

6.10	Geotessile	23
6.11	Gabbionate.....	23
6.12	Calcestruzzo e acciaio	23
6.12.1	<i>Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua</i>	23
6.12.2	<i>Leganti idraulici</i>	24
6.12.3	<i>Inerti</i>	24
6.12.4	<i>Classe dei calcestruzzi</i>	25
6.12.5	<i>Calcestruzzi magri e di riempimento</i>	25
6.12.6	<i>Determinazione della classe dei cls</i>	25
6.12.7	<i>Calcestruzzo preconfezionato</i>	25
6.12.8	<i>Modalità esecutive dei getti di cls</i>	25
6.12.9	<i>Additivi per calcestruzzi</i>	26
6.12.10	<i>Casseforme per opere in calcestruzzo</i>	26
6.12.11	<i>Giunti strutturali</i>	26
6.12.12	<i>Acciaio per cemento armato</i>	26
6.12.13	<i>Predisposizione di fori, tracce, cavità</i>	27
6.13	Murature in calcestruzzo	27
6.14	Ancoraggi.....	28
6.15	Palificate in calcestruzzo armato.....	28
6.15.1	<i>Criteri di esecuzione delle trivellazioni</i>	28
6.15.2	<i>Gabbie di armatura per i pali</i>	29
6.15.3	<i>Calcestruzzo per pali</i>	29
6.15.4	<i>Impermeabilizzazioni e compositi</i>	30
6.16	Controllo finale del plinto dell'aerogeneratore.....	30
7	AEROGENERATORE.....	30
7.1	Navicella.....	31
7.2	Basamento navicella	32
7.3	Assenza del moltiplicatore di giri.....	32
7.4	Sistema di imbardata	32
7.5	Sistema di controllo del pitch	32
7.6	Sistema frenante	33
7.7	Generatore	33
7.8	Trasformatore.....	33
7.9	Rotore - mozzo.....	33
7.10	Pale	33
7.11	Torre.....	34
7.12	Controllo e regolazione	34
7.13	Monitoraggio	35
7.14	Protezione contro i fulmini.....	35

8	CAVI ELETTRICI E MANUFATTI DI CONNESSIONE.....	35
8.1	Normativa di riferimento	35
8.2	Modalità di installazione per i cavidotti	36
8.2.1	<i>Pozzetti e camerette</i>	37
8.2.2	<i>Messa a terra dei rivestimenti metallici</i>	37
8.2.3	<i>Coesistenza fra cavi elettrici ed altre condutture interrato</i>	37
8.3	Linee di distribuzione elettrica in MT	39
8.4	Verifica della portata cavi MT	42
8.5	Protezione dai contatti indiretti	43
8.6	Valutazione della resistenza di terra	44
8.7	Verifica termica e meccanica del dispersore	45
8.8	Calcolo e verifica della tensione totale di terra U_t	45
8.9	Connessione elettrica alla rete del distributore	45
8.9.1	<i>Caratteristiche elettromeccaniche della linea di progetto</i>	45
8.9.2	<i>Sottostazioni di trasformazione e consegna</i>	46
8.9.3	<i>Edificio AT</i>	46
8.9.4	<i>Edificio con trasformazione AT/MT</i>	47
8.9.5	<i>Edificio MT</i>	48
8.9.6	<i>Rete di terra</i>	50
8.9.7	<i>Protezione apparecchiature sottostazione</i>	50
8.9.8	<i>RTU della sottostazione</i>	50
8.9.9	<i>Unità di controllo dello stallo AT</i>	51
8.9.10	<i>SCADA</i>	51
8.9.11	<i>RTU della cabina di sezionamento</i>	52
8.9.12	<i>APPARECCHIATURE DI MISURA DELL'ENERGIA</i>	52
8.10	Impianto di videosorveglianza sugli impianti	54
8.11	Impianto di illuminazione esterna	57

Indice delle figure

<i>Figura 1 – Inquadramento della centrale eolica in progetto</i>	7
<i>Figura 2 – Inquadramento dell'impianto eolico su confini comunali</i>	11
<i>Figura 3 – Esempio di installazione di turbina eolica</i>	12
<i>Figura 4 – Cavo MT tipo ARE4H5(AR)E</i>	42
<i>Figura 5 – Schema tipico di collegamento</i>	56

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1 – Inquadramento particellare delle opere in progetto</i>	10
---	----

<i>Tabella 2 – Localizzazione e principali caratteristiche degli aerogeneratori</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 3 – Tipologia e lunghezza cavidotto per le diverse tratte di collegamento</i>	<i>41</i>
<i>Tabella 3 – Verifica delle portate delle condutture elettriche utilizzate.....</i>	<i>43</i>

I PREMESSA

La presente relazione descrive la centrale di conversione dell'energia eolica in energia elettrica e le relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie, da realizzarsi nell'agro del Comune di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni, in Provincia di Campobasso.

Il progetto prevede una potenza complessiva di 54 MW, articolata in 9 aereogeneratori di 6 MW. Le opere, data la loro specificità, sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibili ed urgenti ai sensi di quanto affermato dall'art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003, nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come sancito dal comma 7 dello stesso articolo del decreto legislativo.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali, ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e ingombri.

Il progetto prevede una potenza complessiva di 54 MW, articolata in 9 aereogeneratori da 6 MW.

Insieme agli aereogeneratori, le opere e le infrastrutture connesse oggetto del presente procedimento autorizzativo sono:

- ❖ Le piazzole nelle vicinanze dell'aereogeneratore per l'installazione e la futura manutenzione delle torri;
- ❖ Le viabilità di accesso agli aereogeneratori;
- ❖ Doppio cavidotto interrato di MT (30 kV) di collegamento degli aereogeneratori per una lunghezza totale di scavo pari a 35,011 km, ricadenti nel comune di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi, Monacilioni;
- ❖ L'ubicazione di due nuove Sotto Stazioni Elettriche Utente MT/AT;
- ❖ La realizzazione di due linee AT tra le stesse nuova Sotto Stazioni Elettriche Utente MT/AT e la indicata Stazione Elettrica di trasformazione TERNA.

La realizzazione delle opere dovrà essere preceduta da approvazione da parte della Committenza e dalla presentazione della documentazione necessaria l'autorizzazione e l'esecuzione delle opere stesse, nonché dalla redazione di progetto esecutivo.

L'impianto dovrà essere eseguito nel rispetto di tutte le prescrizioni tecniche nel seguito indicate, nonché nel totale rispetto delle disposizioni legislative, regolamentari e normative vigenti, quando siano applicabili, anche se non direttamente richiamate all'interno della presente relazione.



Figura 1 – Inquadramento della centrale eolica in progetto

2 DATI DI PROGETTO

Proponente	EN.IT s.r.l.					
Sede legale	Via Antonio Locatelli n.1 37122 Verona (VR) enitsrl@pec.enitspa.it P.IVA 04642500237					
SITO						
Ubicazione	Comune di Ripabottoni (CB) Comune di Sant'Elia a Pianisi (CB) Comune di Monacilioni (CB)					
Uso	Terreno agricolo					
Dati catastali delle WTG		Comune	Foglio	P.IIa		
	WTG 1	Ripabottoni	4	96		
	WTG 2	Ripabottoni	13	415		
	WTG 3	Ripabottoni	14	41		
	WTG 4	Sant'Elia a Pianisi	12	26		
	WTG 5	Sant'Elia a Pianisi	26	106		
	WTG 6	Monacilioni	3	256		
	WTG 7	Monacilioni	6	175		
	WTG 8	Ripabottoni	33	161		
	WTG 9	Ripabottoni	31	531		
Localizzazione delle WTG		<i>Geografiche WGS84</i>		<i>WGS84 UTM33T</i>		<i>Quota slm (m)</i>
		<i>LAT</i>	<i>LONG</i>	<i>E</i>	<i>N</i>	
	WTG 1	41.696433	14.843253	486957.069	4616084.290	796.355
	WTG 2	41.691528	14.8676	488982.148	4615536.322	577.11
	WTG 3	41.689694	14.874267	489536.655	4615331.875	510.177
	WTG 4	41.6567	14.840433	486714.248	4611673.459	683.143
	WTG 5	41.644889	14.845583	487140.695	4610361.396	616.394
	WTG 6	41.651656	14.833939	486172.470	4611114.484	740.872
	WTG 7	41.652128	14.827586	485643.574	4611167.925	802.682
	WTG 8	41.660642	14.815628	484649.887	4612115.229	813.565
WTG 9	41.660797	14.797	483099.030	4612135.922	710.328	

Proponente	EN.IT s.r.l.	
DATI TECNICI		
Potenza nominale	54 MW	
Tipo di intervento richiesto:	Nuovo impianto	SI
	Trasformazione	SI
	Ampliamento	NO
Dati del collegamento elettrico	Descrizione della rete di collegamento	MT neutro isolato
	Tensione nominale (Un)	Trasporto 30.000 V Consegna 36.000 V
	Vincoli della Società Distributrice da rispettare	Normativa TERNA
Misura dell'energia	Contatore proprio nel punto di consegna per misure GSE, UTF. Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione	
Punto di Consegna	Nuove stazioni elettriche di trasformazione a 30/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV "Morrone -Larino"	

3 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è finalizzato alla costruzione di una centrale eolica per la produzione di energia elettrica da ubicarsi nel Comune di Ripabottoni, Sant'Elia a Pianisi e Monacilioni, e con l'installazione delle opere ed infrastrutture connesse (cabine elettriche di consegna, rete elettrica interrata a 30 kV, strade di accesso alle WTG in fase di cantiere e di esercizio).

In particolare, 5 aerogeneratori sorgeranno nel comune di Ripabottoni, 2 aerogeneratori nel comune di Sant'Elia a Pianisi e 2 aerogeneratori nel comune di Monacilioni.

La centrale eolica catastalmente è così identificabile:

ID	Comune	Foglio	P.IIe
WTG 1	Ripabottoni	4	96
WTG 2	Ripabottoni	13	415
WTG 3	Ripabottoni	14	41
WTG 4	Sant'Elia a Pianisi	12	26
WTG 5	Sant'Elia a Pianisi	26	106
WTG 6	Monacilioni	3	256
WTG 7	Monacilioni	6	175
WTG 8	Ripabottoni	33	161

WTG 9	Ripabottoni	31	531
-------	-------------	----	-----

Tabella 1 – Inquadramento particellare delle opere in progetto

Per garantire l'accesso alle WTG saranno realizzate delle nuove strade brecciate ed alcuni adeguamenti alla viabilità esistente. Infine, durante la fase di cantiere saranno realizzate delle strade e delle piazzole temporanee.

Facendo riferimento agli elaborati grafici di inquadramento allegati, segue una tabella con indicazione delle coordinate (UTM/WGS84 - Fuso 33) e dimensioni verticali degli aerogeneratori che costituiscono l'impianto eolico:

	Altezza mozzo (m)	Diametro rotore (m)	Potenza (MW)	Nord	Est	Quota slm (m)
WTG1	148	150	6.00	41° 41' 47.16" N	14° 50' 35.71" E	796.355
WTG2	148	150	6.00	41° 41' 29.50"	14° 52' 3.36"	577.11
WTG 3	148	150	6.00	41° 41' 22.90"	14° 52' 27.36"	510.177
WTG4	148	150	6.00	41° 39' 2 4.12"	14° 50' 25.56"	683.143
WTG5	148	150	6.00	41° 38' 41.60"	14° 50' 44.10"	616.394
WTG6	148	150	6.00	41° 39' 5.96"	14° 50' 2.18"	740.872
WTG7	148	150	6.00	41° 39' 7.66"	14° 49' 39.31"	802.682
WTG8	148	150	6.00	41° 39' 38.31"	14° 48' 56.26"	813.565
WTG9	148	150	6.00	41° 39' 38.87"	14° 47' 49.20"	710.328

Tabella 2 – Localizzazione e principali caratteristiche degli aerogeneratori

A seguire un inquadramento del layout dell'impianto, in cui sono mostrate le posizioni degli aerogeneratori.

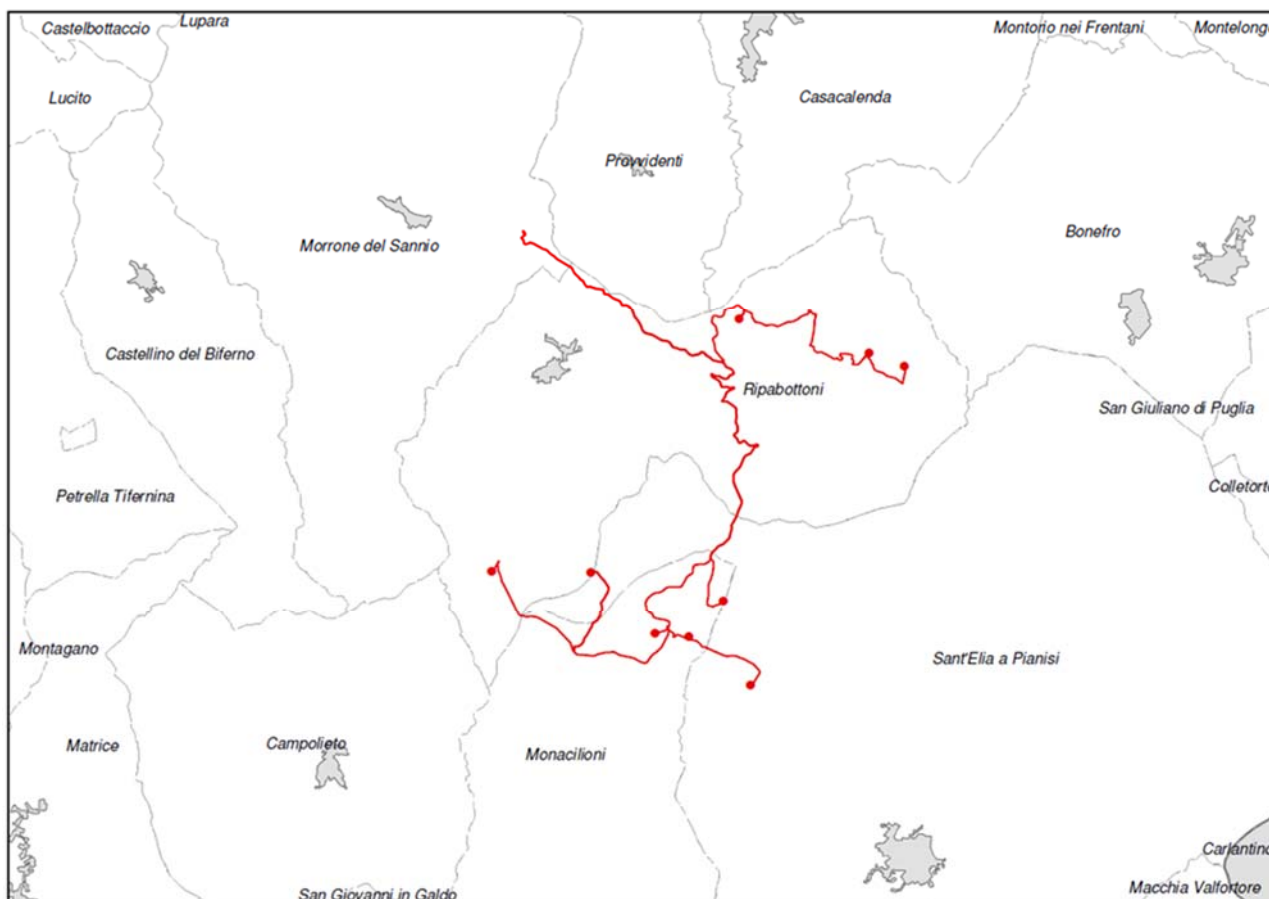


Figura 2 – Inquadramento dell'impianto eolico su confini comunali

4 PROGETTO DELL'OPERA

4.1 Caratteristiche generali della centrale eolica

La potenza installabile, considerando l'impianto composto da 9 macchine con potenza di 6 MW, risulta pari a 54 MW. Il sistema, quindi, sarà composto dai seguenti elementi principali:

- ❖ Vani tecnici di trasformazione interni alle torri,
- ❖ Quadri elettrici MT,
- ❖ Cabine di consegna.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

Opere Civili:

- ❖ Realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- ❖ Adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito
- ❖ Realizzazioni dei cavidotti di utenza e di connessione;
- ❖ Esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche;
- ❖ Realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori;
- ❖ Posa in opera delle cabine di consegna alla rete AT di Terna.



Figura 3 – Esempio di installazione di turbina eolica

Opere impiantistiche:

- ❖ Installazione degli aerogeneratori;
- ❖ Esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori e tra gli aerogeneratori e le cabine di consegna dell'energia elettrica prodotta.

4.2 Soluzione di connessione

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede la realizzazione di due cabine di Consegna collegate in antenna a 36 kV con due nuove stazioni elettriche di trasformazione 30 / 36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV “Morrone - Larino”.

5 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 alle cabine di consegna,
- ❖ Aerogeneratori,

Nel seguente Capitolo 6 sono descritte le Modalità di esecuzione delle Opere Edili in generale.

Nel Capitolo 7 saranno descritte le caratteristiche degli Aerogeneratori.

Nel Capitolo 8 infine saranno descritte le modalità di installazione e le caratteristiche dei Cavi Elettrici.

Le principali Opere Edili da realizzare (Plinti WTG, Strade e Piazzole, posa dei Cavidotti, Fondazioni) sono descritte nelle specifiche RELAZIONI e nelle apposite Tavole di Progetto.

6 OPERE EDILI

6.1 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.

Nelle Relazioni specialistiche sono riportati i Calcoli Preliminari per le fondazioni degli aerogeneratori e sono indicate le linee seguite nella progettazione.

6.2 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 sito 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.

6.3 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;

- ❖ all'inserimento 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 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 d'inquinamento acustico dell'ambiente.

6.4 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. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

6.4.1 Qualità e provenienza dei materiali

A meno del fatto 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.

6.4.2 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.

6.5 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.

6.5.1 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 o inclinate, per l'allargamento e la riprofilatura della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti.

6.5.2 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.

6.5.3 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.

6.5.4 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.

6.5.5 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.

6.5.6 Trovanti di roccia

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 m³; 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 m³, 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.

6.6 Demolizioni

6.6.1 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.

6.6.2 Demolizione di teste di pali (scapitozzatura)

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.

6.6.3 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.

6.7 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.

6.7.1 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 sovrastrutture 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 del 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/cm² per i sopracitati piani di posa o di bonifica e pari ad un "Md" di almeno 600 kg/cm² 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 m² 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 m² 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÷3,5 kg/cm² per il terreno in sito (scotico) e 2,5÷3,5 kg/cm² per il rilevato.

Gli incrementi successivi di carico, nelle prove di tutti gli strati, devono essere di 0,5 kg/cm² iniziando da 0,5 e proseguendo fino a 3,5 kg/cm².

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.

6.7.2 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 sovrastruttura, allorché il terreno di sottofondo non raggiunge nella costipazione il valore di "Md" pari a 300 kg/cm², 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/cm², da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità già definite in precedenza, con la frequenza di una prova ogni 500 m² di area bonificata, o frazione di essa.

6.7.3 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 e, 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.

6.8 Pavimentazioni stradali

6.8.1 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 40171 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/cm², 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 sempreché 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 10120 UNI 2710.

Le caratteristiche tecnologiche di accettazione del pietrisco saranno tali da garantire un coefficiente di frantumazione non superiore a 120, resistenza alla compressione non inferiore a 1400 Kg/cm² ed infine una resistenza all'usura minima di 0,8.

6.8.2 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÷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.

6.8.3 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 dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
- ❖ dare al terreno la pendenza originaria al fine di evitare ristagni.

6.8.4 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.

6.9 Drenaggi di superficie

6.9.1 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, scaricante direttamente in compluvi naturali o 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 del 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 soprammonti 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 dei 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.

6.9.2 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 rifieriti 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".

6.10 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.

GEOTESSILE PER DRENAGGI

Per l'esecuzione di trincee drenanti, microdreni e per drenaggi dietro a 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.

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.

6.11 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.

6.12 Calcestruzzo e acciaio

6.12.1 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.

6.12.2 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 del 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.

6.12.3 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 dei 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.

6.12.4 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 del lavoro 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.

6.12.5 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 ql di cemento tipo R325 per ogni mc di impasto.

6.12.6 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.

6.12.7 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.

6.12.8 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 interessante 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 allo stesso tempo 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.

È 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 $\pm 0,5\text{cm}$; 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.

6.12.9 Additivi per calcestruzzi

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

6.12.10 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 cassetture 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 cassetture 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.

6.12.11 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.

6.12.12 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, dei tipo conforme alle specifiche dei D.M. sopracitato.

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 scasserata 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.

6.12.13 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.

6.13 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.

6.14 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.

6.15 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.

6.15.1 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 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.

6.15.2 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.

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 del pozzo o vengano in contatto con le pareti dello stesso, ricorrendo a dispositivo distanziatori e centratori 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.

6.15.3 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÷20 mm.

Al momento del getto, 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.

Nella scelta dei 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 dei piani 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.

6.15.4 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.

6.16 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.

7 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.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto:

- ❖ avrà una Potenza Nominale pari a 6 MW;
- ❖ sarà costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 223 mt rispetto al suolo;

- ❖ con rotore di diametro massimo pari a 150 m.

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico in oggetto hanno tutti lo stesso numero di pale (tre), la stessa altezza e il medesimo senso di rotazione. La scelta del modello di aerogeneratore da acquistarsi sarà effettuata dopo l'ottenimento della Autorizzazione Unica, per mezzo di procedura competitiva negoziata o di gara Europea.

Alla luce di ciò, per redigere il Progetto, ed in cascata lo Studio di Impatto Ambientale, è stato perciò scelto un "Aerogeneratore di Progetto". Il tipo di turbina utilizzato è la **Vestas V150** con altezza del mozzo di 148 metri ed il diametro del rotore di 150 metri ed è contraddistinto dalle seguenti dimensioni e caratteristiche tecniche:

- ❖ Potenza nominale 6 MW
- ❖ Numero di pale 3
- ❖ Diametro rotore 150 m
- ❖ Altezza del mozzo 148 m
- ❖ Velocità del vento di cut-in 3 m/s
- ❖ Velocità del vento di cut-out 25 m/s
- ❖ Generatore Asincrono
- ❖ Tensione 690 V

Ferme restando le caratteristiche geometriche e prestazionali appena enunciate, il modello di aerogeneratore effettivamente utilizzato sarà pertanto scelto prima dell'avvio dei lavori e comunicato unicamente alla Comunicazione di Inizio Lavori.

Il progetto prevede una potenza complessiva di 54 MW, articolata in 9 aerogeneratori di 6 MW

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 connessione con la rete.

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.

7.1 Navicella

Il mozzo ruota attorno al perno dell'asse fisso su 2 cuscinetti del rotore. Gli altri componenti, le pale del rotore e il rotore del generatore sono fissati al mozzo. L'unità dell'anello di contatto si trova sulla punta del perno dell'asse. Esso trasmette energia elettrica e dati tra le parti fisse e le parti rotanti della navicella tramite contatti scorrevoli.

Il supporto dello statore con i suoi 6 bracci è l'elemento portante dello statore del generatore fisso. Il supporto collega il supporto dello statore al supporto principale. Montato sulle estremità dei bracci sono l'anello di supporto dello statore, che è dotato degli avvolgimenti in alluminio nei quali vi è corrente elettrica indotta.

Il supporto principale è l'elemento portante centrale della navicella. Tutto il rotore e il generatore i componenti sono collegati direttamente o indirettamente. Il supporto principale ruota sulla testa della torre per mezzo del cuscinetto di imbardata. L'intera navicella può essere ruotata dall'imbardata guida in modo che il rotore sia sempre perfettamente allineato al vento.

L'involucro della navicella è realizzato in plastica rinforzata con fibra di vetro (GRP). È composto da più sezioni e fissate allo statore del generatore, al pavimento della navicella e al mozzo per mezzo di profili in acciaio.

7.2 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.

7.3 Assenza del moltiplicatore di giri

Il sistema di azionamento comprende pochissimi componenti rotanti. Il mozzo del rotore e il rotore del generatore anulare sono direttamente interconnessi per formare un'unità solida. Questo riduce lo sforzo meccanico e aumenta la durata tecnica. Manutenzione e assistenza i costi sono ridotti (meno parti soggette ad usura, nessun cambio dell'olio del cambio, ecc.) e le spese operative sono anche ridotti al minimo. Poiché non ci sono ingranaggi o altre parti a rotazione rapida, la perdita di energia tra generatore e rotore e le emissioni di rumore sono notevolmente ridotte.

7.4 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.

7.5 Sistema di controllo del pitch

Ciascuna delle 3 pale del rotore è dotata di un'unità di inclinazione "pitch". Ogni unità pitch è composta da un azionamento elettrico, un sistema di controllo e un alimentatore di emergenza dedicato. Il sistema di controllo per ciascun sistema di rotazione della pala del rotore è costituito da due motori a eccitazione composita a corrente continua con un riduttore. Le unità di pitch limitano la velocità del rotore e la quantità di potenza estratta dal vento. In questo modo, la potenza massima di può essere limitata con precisione, anche con breve preavviso. Portando le pale del rotore in posizione a bandiera, il rotore viene arrestato senza alcuna sollecitazione sulla trasmissione causata dall'applicazione di un freno meccanico.

7.6 Sistema frenante

Il freno aerodinamico, attivato 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.

7.7 Generatore

I convertitori di energia eolica è un *DFIG Asynchronous*, cioè un generatore asincrono con doppia alimentazione, è essenzialmente una macchina asincrona con rotore avvolto che viene allacciata alla rete sia con lo statore che con il rotore. Lo statore può essere connesso direttamente alla rete di alimentazione mentre il rotore necessita di un convertitore di frequenza.

Nel Generatore le caratteristiche coppia-scorrimento del DFIG possono essere traslate o espanse variando opportunamente la tensione impressa al rotore: un opportuno coordinamento tra le componenti reali ed immaginarie della tensione applicata comporta un miglioramento della macchina in termini di coppia, potenza attiva e reattiva.

7.8 Trasformatore

Il trasformatore è posizionato in un compartimento separato, posizionato in 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 30 kV. Essendo a secco sono minimizzati i rischi di incendio ma in ogni caso il trasformatore include tutte le misure di protezione necessarie.

7.9 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 del mozzo dal piano campagna, nel caso dell'aerogeneratore in questione, è di 148 metri.

7.10 Pale

Le pale del rotore in plastica rinforzata con fibra di vetro GRP (fibra di vetro e resina epossidica), legno di balsa e schiuma hanno una grande influenza sulla resa della conversione dell'energia eolica e sulla riduzione dell'emissione di rumore. La pala del rotore è fabbricata con mezzi gusci con il metodo di infusione sottovuoto. La forma e il profilo delle pale del rotore sono stati progettati tenendo presente i seguenti criteri:

- ❖ Alto coefficiente di potenza
- ❖ Lunga durata
- ❖ Basse emissioni sonore
- ❖ Bassa sollecitazione meccanica
- ❖ Uso efficiente del materiale

Le pale sono state appositamente progettate per funzionare con il convertitore del passo variabile e a velocità variabile. Il rivestimento superficiale a base di poliuretano protegge le pale dagli effetti ambientali come i raggi UV e l'erosione. Questo rivestimento è visco hard e altamente resistente all'abrasione.

Le unità di passo controllate da microprocessore regolano ciascuna delle 3 pale del rotore indipendentemente l'una dall'altra. 2 misurazioni dell'angolo della pala in ciascuna pala del rotore, monitorano costantemente l'angolo della pala e garantire la sincronizzazione di questi ultimi su tutte e 3 le pale. Ciò consente impostazione rapida e precisa degli angoli delle pale in base alle condizioni del vento prevalenti.

Opzionalmente, e in alcuni casi di serie, le pale hanno un profilo dentellato su parte del bordo d'uscita. Questa dentellatura del bordo posteriore riduce la turbolenza sul bordo posteriore e quindi riduce l'emissione di rumore del generatore eolico.

I generatori di vortice sono montati all'interno delle pale del rotore sulla superficie di aspirazione. I generatori di vortici ritardano il distacco del flusso dello strato limite dalla pala. Pertanto, le proprietà aerodinamiche del WEC sono meno sensibili alle superficiali cambiamenti temporanea e condizioni del vento. La potenza del WEC aumenta e le emissioni sonore diminuire.

7.11 Torre

La torre dell'aereogeneratore è una torre assemblata da segmenti di sezione in acciaio o una torre tubolare in acciaio.

Tutte le torri sono verniciate e rivestite in fabbrica con protezione dalle intemperie e dalla corrosione.

Ciò significa che non è necessario alcun lavoro a questo riguardo dopo il montaggio, ad eccezione della riparazione dei difetti o qualsiasi danno da trasporto.

Ogni torre tubolare in acciaio è un tubo in lamiera d'acciaio costituito da poche grandi sezioni. Dipendente sulla variante della torre, le sezioni possono essere monopezzo o suddivise in più elementi longitudinali. Innanzitutto, gli elementi longitudinali sono uniti per formare sezioni durante l'installazione sul posto. Le flange con fori per l'installazione sono saldate alle estremità delle sezioni. Le sezioni della torre sono collegate l'una sull'altra e avvitate insieme nel luogo di installazione.

Sono collegati alla fondazione mediante un cesto di fondazione.

7.12 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.

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 del passo delle pale;
- ❖ controllo delle emissioni acustiche;
- ❖ monitoraggio delle condizioni ambientali;
- ❖ monitoraggio della rete.

7.13 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.

7.14 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.

8 CAVI ELETTRICI E MANUFATTI DI CONNESSIONE

8.1 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.

8.2 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 (30 kV), ha il compito di raccogliere l'energia prodotto da ogni aerogeneratore convogliarla alle rispettive cabine di consegna alla rete MT di utenza.

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 o terra vagliata di circa 10 cm, per la posa delle linee MT;
- ❖ cavi tripolari MT 30 kV, direttamente interrati;
- ❖ rinfiacco e copertura dei cavi MT con sabbia o terra vagliata, 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 o terra vagliata;
- ❖ nastro in PVC di segnalazione;
- ❖ rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte.

I cavi provenienti dell'inverter, 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 30 kV. 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 (50 Hz) e tensione (30 kV)] 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).

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

8.2.1 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.

8.2.2 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 (30 kV e 150 kV), 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, 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.

8.2.3 Coesistenza fra cavi elettrici ed altre condutture interrato

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 sono 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 già menzionati dispositivi possono essere omessi sul cavo posto alla profondità maggiore quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m.

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 metro, 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 interrate 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 esser 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 distanziamento.

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).

8.3 Linee di distribuzione elettrica in MT

Come detto i collegamenti fra i diversi aerogeneratori e le cabine 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:

TRATTO	TIPO DI CAVO 18/30 kV	SEZIONE [mm ²]	LUNGHEZZA LINEA [m]
Cavidotto STMG- 24 MW			
Cabina di consegna - Cabina di sezionamento A	ARG7H1R	630	4200
Cabina di sezionamento A – WTG 1	ARG7H1R	400	1590
WTG 1 – WTG 2	ARG7H1R	150	3480
WTG 2– WTG 3	ARG7H1R	70	1300
Cabina di Sezionamento A – WTG 4	ARG7H1R	70	5820
Cavidotto STMG- 30 MW			
Cabina di Consegna – Cabina di sezionamento B	ARG7H1R	630	4190
Cabina di sezionamento B – Cabina di sezionamento C	ARG7H1R	630	6800
Cabina di sezionamento C – WTG 7	ARG7H1R	70	250
Cabina di sezionamento C – WTG 8	ARG7H1R	150	3550
WTG 8 – WTG 9	ARG7H1R	70	3870
Cabina di sezionamento C – WTG 6	ARG7H1R	150	520
WTG 6 – WTG 5	ARG7H1R	70	1680

TRATTO	TIPO DI CAVO 18/30 kV	SEZIONE [mm ²]	LUNGHEZZA LINEA [m]
--------	-----------------------	----------------------------	---------------------

Cavidotto STMG– 24 MW			
Cabina di consegna - Cabina di sezionamento A	ARG7H1R	630	4200
Cabina di sezionamento A – WTG 1	ARG7H1R	400	1590
WTG 1 – WTG 2	ARG7H1R	150	3480
WTG 2– WTG 3	ARG7H1R	70	1300
Cabina di Sezionamento A – WTG 4	ARG7H1R	70	5820
Cavidotto STMG– 30 MW			
Cabina di Consegna – Cabina di sezionamento B	ARG7H1R	630	4190
Cabina di sezionamento B – Cabina di sezionamento C	ARG7H1R	630	6800
Cabina di sezionamento C – WTG 7	ARG7H1R	70	250
Cabina di sezionamento C – WTG 8	ARG7H1R	150	3550
WTG 8 – WTG 9	ARG7H1R	70	3870
Cabina di sezionamento C – WTG 6	ARG7H1R	150	520
WTG 6 – WTG 5	ARG7H1R	70	1680

Tabella 3 – Tipologia e lunghezza cavidotto per le diverse tratte di collegamento

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, allo stesso tempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili.

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 1,1 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 mm² per il collegamento degli impianti di terra di tutti gli aerogeneratori tra loro. 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:

- ❖ possare 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

Figura 4 – Cavo MT tipo ARE4H5(AR)E

8.4 Verifica della portata cavi MT

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	Sezione singolo cavo	I_b	I_z	Verifica $I_b < I_z$
	[mm ²]	[A]	[A]	
Cavidotto STMG– 24 MW				
Cabina di consegna - Cabina di sezionamento A	630	462	706	OK
Cabina di sezionamento A – WTG 1	400	347	543	OK
WTG 1 – WTG 2	150	231	318	OK
WTG 2– WTG 3	70	116	207	OK
Cabina di Sezionamento A – WTG 4	70	116	207	OK
Cavidotto STMG– 30 MW				
Cabina di Consegna – Cabina di sezionamento B	630	462	706	OK
Cabina di sezionamento B – Cabina di sezionamento C	630	462	706	OK
Cabina di sezionamento C – WTG 7	70	116	207	OK
Cabina di sezionamento C – WTG 8	150	231	706	OK
WTG 8 – WTG 9	70	116	207	OK
Cabina di sezionamento C – WTG 6	150	231	706	OK
WTG 6 – WTG 5	70	116	207	OK

Tabella 4 – Verifica delle portate delle condutture elettriche utilizzate

In sede di progettazione esecutiva saranno eseguiti i calcoli di dettaglio di “LOAD FLOW” e delle correnti di corto circuito.

8.5 Protezione dai contatti indiretti

Il sistema M.T. con tensione nominale 30 kV con neutro come indicato dal distributore, valore della corrente di guasto a terra, durata del guasto a terra, da impostare nella programmazione delle protezioni, sono dati forniti dal gestore della rete di media tensione, Terna SpA fornirà ufficialmente i dati da utilizzare.

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} =da verificare;
- ❖ 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 $R_S = 100$ relativa a terreno vegetale.

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.

8.6 Valutazione della resistenza di terra

L'impianto di dispersione di ognuno degli aerogeneratori è costituito da un doppio anello ciascuno di forma quadrata, il primo (interno) di lato 25 metri ed il secondo (esterno) di lato 35 m, integrato da n. 8 picchetti verticali di lunghezza pari a 4 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 presumibilmente su terreno vegetale i seguenti:

- ❖ Resistenza dell'anello quadrato interno: 9.19 Ω ;
- ❖ Resistenza dell'anello quadrato esterno: 4.59 Ω ;
- ❖ Resistenza di ognuno dei n.8 picchetti verticali: 42 Ω (questi, messi in parallelo determinano complessivamente una resistenza di terra pari a 5.2 Ω ;

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

Considerando che tali impianti risultano collegati in parallelo, la resistenza verso terra complessiva sarà pari a $R_t=1.95/4=0.485$ ohm.

Valori che dovranno essere verificati in campo con relative misure dopo l'installazione.

8.7 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 mm².

Le sezioni utilizzate partono da 50 mm² per cui soddisfano entrambe le condizioni con sufficiente margine di sicurezza.

8.8 Calcolo e verifica della tensione totale di terra U_t

Per la verifica della tensione di terra sarà necessario verificare che il valore della R_t per la corrente di guasto fornita da distributore sia inferiore al valore della tensione U_t definita dalle norme. Resta inteso che una volta realizzato l'impianto, per valutarne l'efficacia, si rende necessaria una misura in campo eseguita da professionista abilitato.

8.9 Connessione elettrica alla rete del distributore

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

A seguito di apposita richiesta di connessione, la Società En.It Italia srl ha ottenuto e successivamente accettato le due Soluzioni Tecniche Minime Generale (STMG):

- ❖ Codice Pratica n. **202001455** di potenza pari a **24 MW**;
- ❖ Codice Pratica n. **202002222** di potenza pari a **30 MW**.

L'impianto eolico sarà collegato in antenna a 36 kV con due nuove stazioni di elettriche di trasformazione 150 / 36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV "Morrone del Sannio - Larino", previa trasformazione della tensione, in idonee Sotto Stazioni Elettriche Utente (SSEU) di proprietà del Proponente, dalla M.T. a 30 kV (tensione di esercizio dell'impianto di produzione) alla A.T. a 36 kV (tensione di consegna lato TERNA S.p.A.).

8.9.1 Caratteristiche elettromeccaniche della linea di progetto

Nella scelta tecnica per la realizzazione dell'impianto di rete si è tenuto conto principalmente dei seguenti fattori:

- ❖ Soluzione tecnica prevista nel preventivo di connessione;
- ❖ posizione e configurazione della cabina di consegna;

- ❖ minimizzare la costruzione di nuovi elettrodotti;
- ❖ ottimizzare i collegamenti elettrici utilizzando, per quanto possibile, tracciati più brevi;
- ❖ minimizzare l'impatto ambientale e le interferenze.

Nel preventivo di connessione, è prevista la seguente soluzione tecnica:

- ❖ connessione in antenna a 36 kV con due nuove stazioni elettriche di trasformazione a 150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Morrone - Larino";
- ❖ costruzione di cabine di consegna;

8.9.2 Sottostazioni di trasformazione e consegna

Le sottostazioni (di cui si riportano planimetria e particolari elettromeccanici ed elettrici negli elaborati grafici allegati) è il punto di connessione della centrale fotovoltaica con la rete di trasmissione nazionale. Essa riceve l'energia prodotta dalla centrale attraverso la rete di vettoriamento. Nelle sottostazioni la tensione viene innalzata da 30 kV a 36 kV e consegnata alla rete tramite un collegamento a tensione 36 kV con un nuovo stallo delle stazioni a costruirsi.

Le linee di connessione alla rete elettrica, le apparecchiature ed il macchinario AT saranno dimensionati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della sezione a 36 kV nel rispetto delle specifiche Terna e delle norme CEI.

Il valore previsto, in base al quale verranno dimensionate tutte le apparecchiature e componenti AT, della corrente nominale di corto circuito trifase, per le diverse sezioni di impianto, è di 16 kA.

La durata nominale di corrente corto circuito trifase prevista è di 1 s.

Dal punto di vista meccanico, le apparecchiature e linee AT saranno dimensionate in modo da poter sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito, in conformità a quanto indicato nella Norma CEI 99.2.

Le sottostazioni saranno composte in linea di massima da:

- ❖ N°2 edificio AT
- ❖ N°2 edificio con trasformazione AT/MT
- ❖ N°2 edificio MT

8.9.3 Edificio AT

La cabina sarà del tipo prefabbricato, e realizzata mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Le dimensioni del vano sono desumibili dagli elaborati allegati, in ogni caso la lunghezza deve essere superiore e/o uguale a 6,70 ml. Le pareti, sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m².

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie.

I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti. La base della cabina sarà sigillata alla platea, mediante l'applicazione di un giunto elastico tipo ECOACRIL 150, successivamente rinforzato mediante cemento anti-ritiro.

Anche le fondazioni della cabina sono prefabbricate e per l'alloggio dovrà essere realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia, previo uno scavo a sezione ampia per l'asportazione del terreno.

La sezione AT della sottostazione è composta da:

- ❖ arrivo linea AT, dove si attestano i conduttori che collegano la sottostazione alla stazione AT/AAT,
- ❖ un sezionatore AT subito a valle dell'arrivo AT, che seziona le sbarre AT della sottostazione rispetto alla stazione AT/AAT,
- ❖ n° 1 interruttore trasformatore collegato dal lato AT sulle stesse sbarre e sul Trasformatore.

In linea generale, tutte le apparecchiature ed i componenti AT di stazione sono progettati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza di rete a 36 kV, cui si collegano e devono essere conformi alla specifica tecnica Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" dove sono riportate le caratteristiche più in dettaglio.

8.9.4 Edificio con trasformazione AT/MT

Le dimensioni del vano sono desumibili dagli elaborati allegati, in ogni caso la lunghezza deve essere superiore e/o uguale a 6,70 ml. Le pareti, sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m².

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie.

I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti. La base della cabina sarà sigillata alla platea, mediante l'applicazione di un giunto elastico tipo ECOACRIL 150, successivamente rinforzato mediante cemento anti-ritiro.

Anche le fondazioni della cabina sono prefabbricate e per l'alloggio dovrà essere realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia, previo uno scavo a sezione ampia per l'asportazione del terreno.

Per la trasformazione 36/30 kV si impiega un trasformatore trifase in olio minerale per installazione all'esterno, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN) e con solo raffreddamento forzato dell'aria (ONAF), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva.

Norme di riferimento:	CEI EN 60076.1 (1998-09)
Tipo di servizio:	continuo
Temperatura ambiente di riferimento:	40°C
Classe di isolamento:	A
Tipo di isolamento:	in olio
Tipo di raffreddamento:	ONAN/ONAF
Tipo di installazione:	esterno
Potenza nominale:	30 MVA
Tensione nominale AT:	36 kV
Tensione nominale MT:	30 kV
Corrente nominale AT:	482 A
Corrente nominale MT:	578 A
Frequenza nominale:	50 Hz
Regolazione tensione AT sotto carico:	+/- 10 x 1,5 %
Collegamento fasi avvolgimento AT:	stella
Collegamento fasi avvolgimento MT:	triangolo
Gruppo vettoriale di collegamento:	YdN0

8.9.5 Edificio MT

Le dimensioni del vano sono desumibili dagli elaborati allegati, in ogni caso la lunghezza deve essere superiore e/o uguale a 6,70 ml. Le pareti, sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m².

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie.

I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti. La base della cabina sarà sigillata alla platea, mediante l'applicazione di un giunto elastico tipo ECOACRIL 150, successivamente rinforzato mediante cemento anti-ritiro.

Anche le fondazioni della cabina sono prefabbricate e per l'alloggio dovrà essere realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia, previo uno scavo a sezione ampia per l'asportazione del terreno.

Per la trasformazione 36/30 kV si impiega un trasformatore trifase in olio minerale per installazione all'esterno, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN) e con solo raffreddamento forzato dell'aria (ONAF), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva.

La sezione a MT delle sottostazioni include il montante, ognuno in uscita al proprio quadro elettrico MT di sottostazione così composto:

- ❖ quadro elettrico MT di stazione con arrivi linea, una partenza verso il trasformatore MT/AT, una a protezione dei servizi ausiliari, una a protezione del TV di sbarra;
- ❖ lamiera zincata con unità separate protette con interruttori e sezionatori in SF6 e sarà composto da:
 - N.1 unità di protezione del trasformatore AT/MT lato MT;
 - Diverse unità di arrivo linee MT da centrale con protezione;
 - N.1 unità di prelievo segnali di tensione di sbarra.

Il quadro MT di tipo protetto per interni è composto da unità modulari (con funzioni di protezione e/o sezionamento) con le seguenti caratteristiche comuni:

- ❖ tensione nominale: 36 kV;
- ❖ tensione di prova a 50 Hz: 70 kV;
- ❖ tensione di prova ad impulso: 170 kV;
- ❖ tensione di esercizio: 30 kV;
- ❖ corrente nominale termica: 1250 A;
- ❖ corrente ammissibile di breve durata: 16 kA;
- ❖ durata nominale del corto circuito: 1 s.

Le celle facenti parte delle unità modulari, in base alle diverse funzioni, potranno contenere:

- ❖ interruttore in SF6 tipo SF1, montato su carrello, connesso al circuito principale congiunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori, con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC 56 allegato e con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar;
- ❖ IMS (Interruttore di Manovra - Sezionatore) o sezionatore rotativo a tre posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6, contenuto in un involucro "sigillato a vita", riempito di resina epossidica con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,4 bar; il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata;
- ❖ fusibili di media tensione tipo FUSARC - CF;
- ❖ terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- ❖ attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- ❖ trasformatori di misura (TA e TV), conformi alle norme e alle prescrizioni UTF;

- ❖ comando a leverismi dei sezionatori;
- ❖ sbarra di messa a terra;
- ❖ sbarre principali e derivazioni, realizzate in rame rivestito con isolati termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 20 kA per 1 secondo.

8.9.6 Rete di terra

La rete di terra sarà realizzata all'interno del recinto delle sottostazioni mediante una maglia in corda di rame nuda. L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI 99-3 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 50-63-125 mm², interrati ad una profondità di almeno 0,7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 185 mm².

Sarà posata nello scavo degli elettrodotti una corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 35/50/70 mm² per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della centrale.

8.9.7 Protezione apparecchiature sottostazione

PROTEZIONE LATO MT

Le sottostazioni, come precedentemente descritto, saranno dotate di interruttori automatici MT, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra.

Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione.

PROTEZIONE DI INTERFACCIA

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT dalla rete di trasmissione ad alta tensione in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso le zone della centrale fotovoltaica.

PROTEZIONE DEL TRASFORMATORE MT/AT

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

8.9.8 RTU della sottostazione

Tale sistema deve rispondere alle specifiche Terna S.p.A.

- ❖ Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto:

- ❖ L'apparato RTU dovrà essere equipaggiato con CPU ridondate;

Considerando che il Committente deve potere connettere l'apparato RTU anche ai propri sistemi, il firmware in esso installato dovrà poter gestire le connessioni multiple (multisessione IEC104): quelle del Committente e quelle dedicate ai sistemi Terna, con separazione logica dei dati e dei relativi identificatori IEC 60870-5-104.

Se l'apparato RTU è predisposto per gestire il riconoscimento del centro chiamante (master IEC104) attraverso l'indirizzo IP dello stesso, si richiede che ogni sessione dovrà poter gestire almeno 4 indirizzi IP da utilizzare alternativamente in funzione del centro Terna chiamante.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- ❖ Interrogazione delle protezioni della sottostazione, e della cabina di smistamento per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- ❖ Comando della sezione AT e MT della sottostazione e della cabina di smistamento;
- ❖ Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- ❖ Trasmettere a Terna S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna DRRTX04092 e DRRTX02034. La fornitura dei collegamenti fisici CDN e Frame relay è di competenza del Committente.

L'unità dovrà consentire di sviluppare logiche di interblocco e di automazione, per soddisfare le esigenze di sicurezza operativa e di risposta automatica ad eventi di impianto. Si evidenzia, per il raggiungimento di condizioni certe in seguito a black-out della rete AT, il ripristino della connessione ed ogni altra automazione che sarà prevista e regolata nel Regolamento di esercizio.

La connessione con le protezioni a MT dovrà avvenire su linee seriali ottiche, passando per un concentratore ottico. Si utilizzerà, pertanto, un canale trasmissivo ottico della rete a fibra ottica che collega la sottostazione con le cabine di sezionamento e di smistamento.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

8.9.9 Unità di controllo dello stallo AT

Lo stallo AT dovrà essere gestito e protetto da un unico componente dotato di doppia CPU in grado di assicurare sia le funzioni protezione elettrica che quelle di controllo dello stato AT, assicurando la sopravvivenza di una delle due funzioni in caso di guasto hardware.

L'apparato dovrà essere dotato di display grafico per la rappresentazione della posizione degli organi di stallo ed il comando locale, subordinatamente alle opportune abilitazioni. Tra le informazioni gestite si evidenziano le posizioni degli organi AT dello stallo, i relativi comandi ed allarmi, gli allarmi del trasformatore, gli allarmi del Variatore Sotto carico, le misure delle grandezze elettriche.

8.9.10 SCADA

Lo SCADA deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- ❖ Schema generale di impianto;
- ❖ Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- ❖ Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

8.9.11 RTU della cabina di sezionamento

La RTU dovrà essere esclusivamente in grado di acquisire i segnali dagli RGDAT e trasferirli alla RTU di sottostazione. L'accesso alla rete Ethernet TCP/IP con protocollo EN60870-5-104 dovrà avvenire tramite switch 100 Base-FX.

8.9.12 APPARECCHIATURE DI MISURA DELL'ENERGIA

SPECIFICHE GENERALI

L'apparecchiatura di misura (AdM) é costituita da:

- ❖ un complesso di misura, composto da:
 - trasformatori di tensione induttivi;
 - trasformatori di corrente;
 - armadi;
 - cablaggi, collegamenti e vie cavi;
 - morsettiere,
 - contatore.
 - un dispositivo di comunicazione a seconda del tipo, della tensione nominale e della funzione dell'apparecchiatura di misura potranno essere assenti alcuni elementi:
 - AdM solo UTF: non è presente il dispositivo di comunicazione;
 - AdM servizi ausiliari: non sono presenti i trasformatori di tensione.

Tutti i punti di misura previsti sono fiscali e quindi sottoposti al controllo e suggellamento dell'ex Ufficio Tecnico di Finanza (UTF), ora Agenzia delle Dogane.

In particolare, dovranno essere suggellabili:

- ❖ Gli sportelli di chiusura della scatola degli avvolgimenti secondari dei trasformatori di misura;
- ❖ lo sportello dell'armadio di smistamento;
- ❖ le morsettiere;
- ❖ parti terminali dei tubi flessibili;
- ❖ i contatori;
- ❖ il dispositivo di comunicazione;

Su tutto ciò che è accessibile a sportello aperto e la cui modifica può influenzare l'ottenimento dei dati di misura di interesse del Gestore e UTF con la precisione ed i requisiti richiesti.

Per la realizzazione e la prova delle apparecchiature di misura dovranno essere rispettate tutte le normative e circolari dell'UTF. A tali documenti tecnici si rimanda per le specifiche delle vie cavi, dei collegamenti, degli armadi di smistamento, di misura, per i carichi zavorra, i dispositivi di protezione, la messa a terra dei riduttori e degli schermi dei cavi, ecc.

AdM SU CONSEGNA 36 kV

L'AdM sarà ad utilizzo, oltre che del Committente anche di Terna SpA e dall'UTF.

I contatori saranno statici multifunzione GSE tele leggibile, completi di modem PSTN, avente le seguenti caratteristiche generali:

- ❖ misura dell'energia attiva in due direzioni e reattiva in quattro quadranti;
- ❖ classe di precisione energia attiva 0,2 e reattiva 0,5;
- ❖ periodo di integrazione programmabile per intervalli fino a 15 minuti, programmato per periodi di integrazione di 15 minuti con termine di ciascun periodo coincidente con 00, 15, 30, 45, di ogni ora.
- ❖ accessibilità ed integrazione con il SAPR Terna;

Sarà previsto un armadio di smistamento sigillabile direttamente sotto lo stallo AT, contenente un interruttore tetrapolare automatico per la protezione del TV e le morsettiere del TV e del TA e un armadio di misura all'interno del locale misure contenente la morsettiera sigillabile antisfilamento, il contatore e il dispositivo di comunicazione.

La cavetteria dei circuiti di misura sarà realizzata con cavo schermato e protetta, lungo tutto il percorso, con tubo flessibile da 1 pollice in acciaio zincato rivestito esternamente con guaina in PVC. Ogni tubo dovrà avere alle estremità opportuni raccordi filettati atti ad impedire lo sfilamento dal contenitore a cui è connesso. All'interno del locale misure i tubi devono essere fissati a vista sulle pareti.

- ❖ AdM a bocca di centrale

Nella cabina di smistamento dovrà essere predisposto, sull'unica linea in partenza verso la sottostazione, una apparecchiatura di misura al solo fine UFT.

Lo schema di inserzione è quello Aron con l'utilizzo di 2 TA e 2 TV.

Il contatore sarà statico multifunzione, avente le seguenti caratteristiche generali:

- ❖ misura dell'energia attiva in due direzioni;
- ❖ classe di precisione energia attiva 0,5;
- ❖ periodo di integrazione programmabile per intervalli fino a 15 minuti, programmato per periodi di integrazione di 15 minuti con termine di ciascun periodo coincidente con 00, 15, 30, 45, di ogni ora.

All'interno della cabina di smistamento sarà ubicato l'armadio di misura che ospiterà il contatore e la morsettiera sigillabile. Non è previsto l'utilizzo di un armadio di smistamento.

8.10 Impianto di videosorveglianza sugli impianti

L'impianto di videosorveglianza dovrà essere dimensionato per coprire l'intera di accesso degli aereogeneratori. Utilizzando le telecamere installate deve essere possibile rilevare le seguenti situazioni:

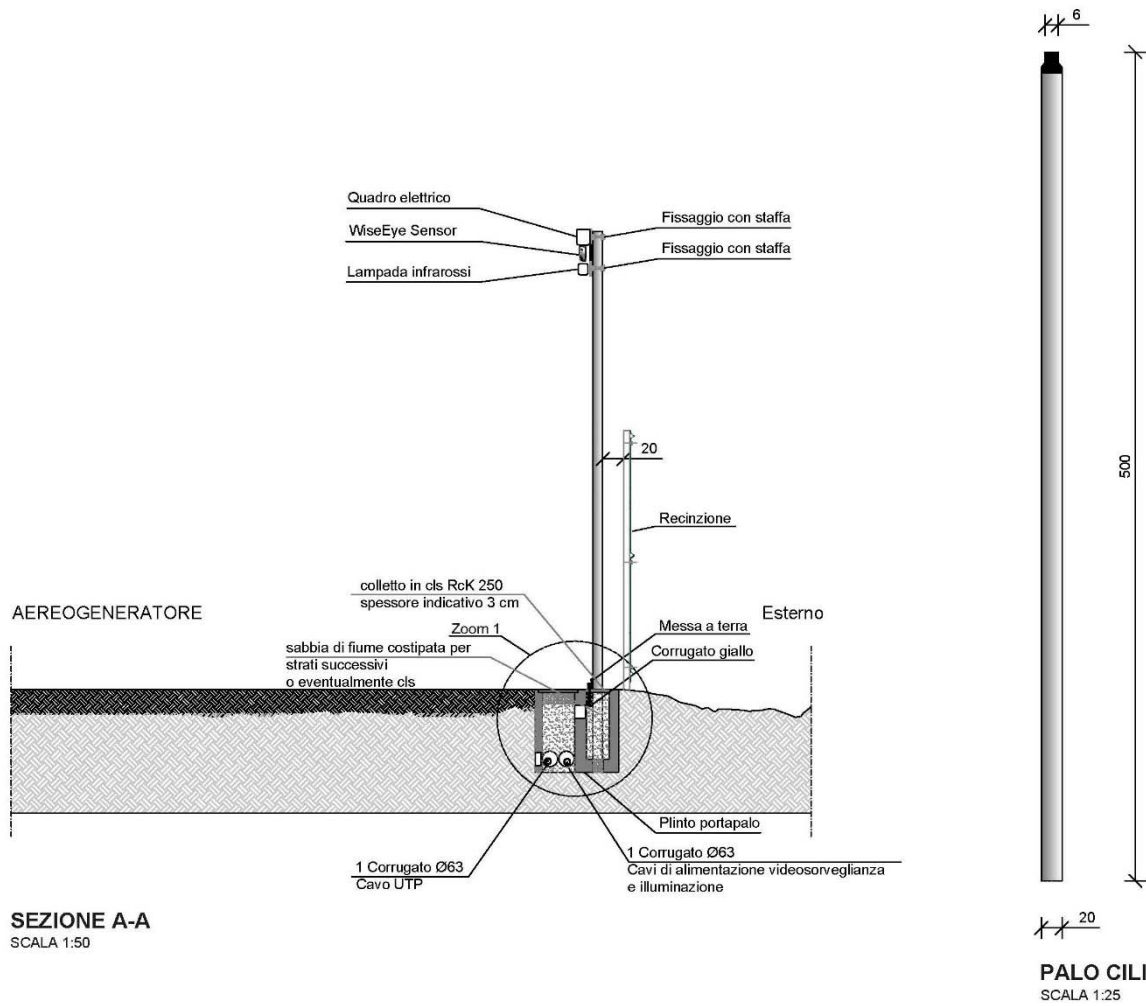
- ❖ Passaggio di persone
- ❖ Intrusione in aree definite
- ❖ Segnalazione di perdita segnale video, oscuramento, sfocatura e perdita di inquadratura.

Il sistema di videosorveglianza qui progettato si propone di realizzare un sistema di alta qualità e innovativo rispetto all'attuale panorama degli impianti in questo momento commercializzati. Grazie anche all'infrastruttura in fibra ottica, è possibile utilizzare elementi di ripresa in alta definizione di ultima generazione, completamente in tecnologia IP e con logiche di scalabilità che garantiscono l'investimento nel tempo. Tutte le telecamere adottata utilizzano sensori da 5Mpix che garantiscono elevato dettaglio di ripresa e registrazione. Il software di controllo è dotato di soluzioni uniche per l'analisi delle immagini, gli interventi correttivi post registrazione per la verifica dei dettagli, sistemi di regolazione delle immagini in funzione della luce d'ambiente e altre particolarità che rendono l'intero sistema, un reale passo in avanti tecnologico. Il sistema di archiviazione è dimensionato in modo che la capacità d'immagazzinamento possa essere ben oltre le 72 ore standard, ciò garantisce che pur restando nei limiti di legge, il sistema disponga di risorse aggiuntive tali da non creare stress alle macchine di registrazione. La capacità di calcolo del sistema di archiviazione attorno ai 1000MB al secondo garantisce la possibilità di registrare tutti i flussi in alta definizione senza perdita di dati.

La videosorveglianza dovrà coprire tutta la piazzola di ogni aerogeneratore, le telecamere IP avranno un raggio di copertura di almeno 50 m e saranno istallate almeno 2 per ogni aerogeneratore per poter coprire l'accesso all'aereogeneratore e l'intera piazzola.

Non sarà prevista illuminazione per la visualizzazione notturna, ma si utilizzeranno telecamere con la funzione notturna e l'ausilio di illuminatori ad infrarossi che permettono la visualizzazione.

Di seguito indicazione dell'istallazione tipo:



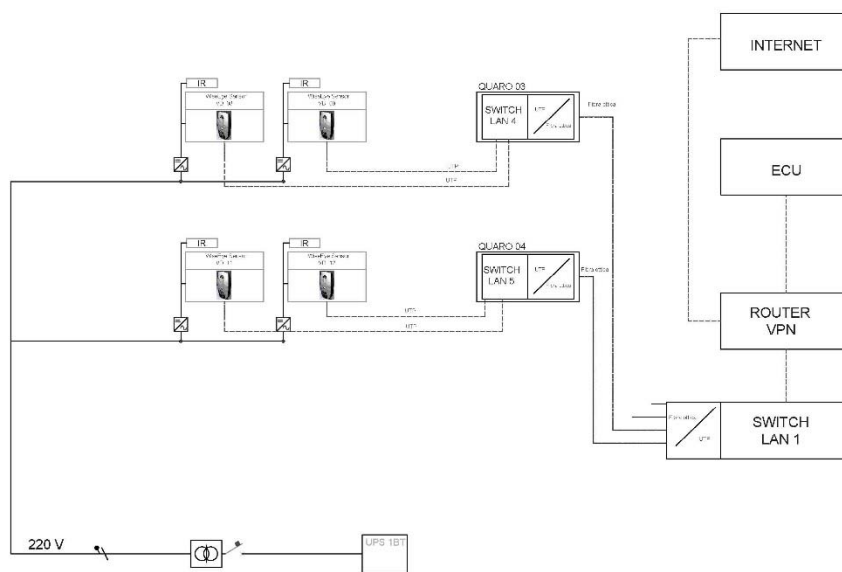
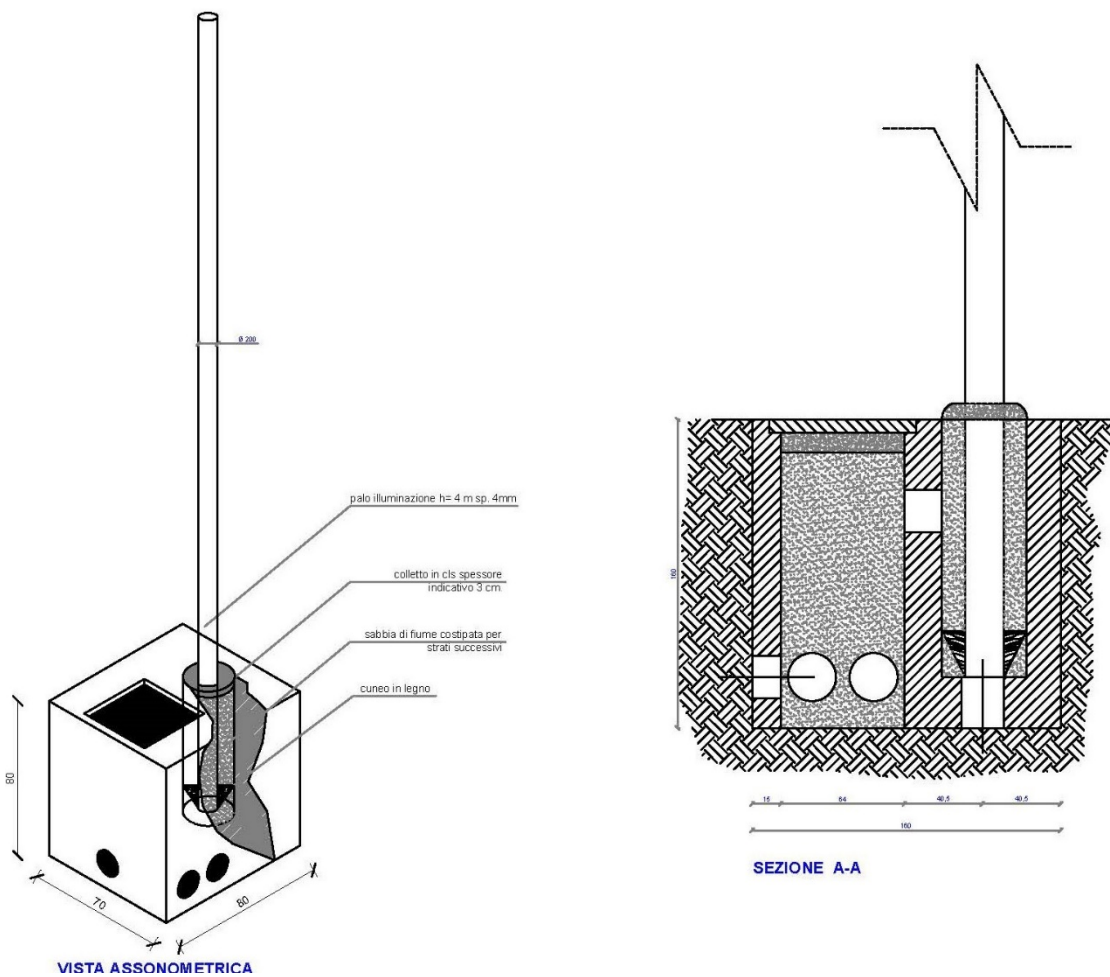


Figura 5 – Schema tipico di collegamento

8.1.1 Impianto di illuminazione esterna

L'illuminazione è prevista esclusivamente per rendere sicuro l'accesso agli aereogeneratori, per poter effettuare manutenzioni di urgenza, sarà installato un corpo illuminante sull'ingresso dell'aereogeneratore per illuminare l'accesso e un corpo illuminante sul palo dove è installata la telecamera.

I corpi illuminanti a LED per esterno con IP65 saranno alimentati dal circuito ausiliario distribuito nell'impianto e avranno un comando di accensione da remoto tramite opportuna applicazione.

Non è prevista l'illuminazione costante ma solo su comando perché:

- ❖ La videosorveglianza non necessita d'illuminazione in quanto dotata di infrarossi notturni;
- ❖ Non si vuole facilitare ad un possibile malintenzionato l'individuazione delle telecamere con possibile manomissione delle stesse;
- ❖ Non si effettueranno manutenzioni negli impianti nelle ore notturne;
- ❖ Si riducono i consumi dei servizi ausiliari degli impianti.