

SOGGETTO PROPONENTE:



**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO  
COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI  
CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE  
UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO,  
PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI (MC)  
DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Serie DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO  
DEGLI ELEMENTI TECNICI**

**DD\_001**



**PROGETTAZIONE:**

**INGENIUM ENGINEERING SRL**

Via Maitani, 3 - 05018 Orvieto (TR)  
tel. 0763.530340 fax 0763.530344  
e mail: info@ingenium-engineering.com  
pec: info@pec.ingenium-engineering.com  
www.ingenium-engineering.com

Azienda con sistema di gestione qualità ISO 9001:2015  
certificato da Bureau Veritas Italia SpA  
cert. n° IT306096

**Ing. Roberto Lorenzotti  
Arch. Giovanna Corso  
Ing. Elena Crespi**

**CONSULENZE SPECIALISTICHE:**

**Aspetti Ambientali:**

**Agrifolia Studio Associato**  
di Daniele Dallari, Gianfilippo Lucatello, Piero Morandini

**Aspetti impiantistici:**

**Sinergye Ring srl**  
Ing. Giuseppe Nobile

**Acustica ambientale:**

Ing. Emilio Dema

**Geologia:**

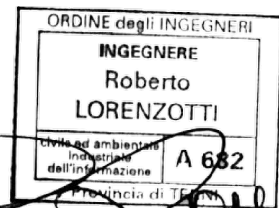
**Geosystem Studio Associato di Geologia e Progettazione**  
Dott. Geologo Davide Lo Conte

**Archeologia:**

Dott. Giulio Matteo D'Amelio  
Dott. Nicola Gasperi

**Rilievo planaltimetrico:** Geom. Giovanni Piscini

firma / timbro progettista



firma / timbro proponente

03						COD. DOCUMENTO
02						IE_360_PD_DD_001
01						
00	10/2023	prima emissione	E.C./G.N.	G.C.	R.L.	FOGLIO
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	1 DI 1

E' vietata ai sensi di legge la divulgazione e la riproduzione del presente documento senza la preventiva autorizzazione

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

## DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

### DEGLI ELEMENTI TECNICI

#### SOMMARIO

<b>1</b>	<b>Oggetto del documento .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Caratteristiche generali del campo eolico.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Aerogeneratore .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Opere civili.....</b>	<b>5</b>
	<b>4.1 Preparazione dell'area di lavoro.....</b>	<b>6</b>
	<b>4.2 Scavi.....</b>	<b>6</b>
	<b>4.3 Demolizioni.....</b>	<b>8</b>
	<b>4.4 Rinterri .....</b>	<b>8</b>
	<b>4.5 Strade – Viabilità di servizio e di accesso .....</b>	<b>9</b>
	<b>4.6 Piazzole aerogeneratori.....</b>	<b>10</b>
	<b>4.7 Strutture di fondazione in calcestruzzo armato .....</b>	<b>11</b>
	<b>4.7.1. Acciaio per calcestruzzo armato .....</b>	<b>12</b>
	<b>4.8 Ripristino dei terreni.....</b>	<b>12</b>
	<b>4.9 Cavidotti – tipo di posa.....</b>	<b>13</b>
	<b>4.10 Materiali di risulta e trasporto a discarica .....</b>	<b>13</b>
	<b>4.11 Drenaggi di superficie.....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Opere di elettrificazione .....</b>	<b>15</b>
	<b>5.1 Elettrodotti MT – Cavi.....</b>	<b>15</b>
	<b>5.2 Rete trasmissione dati in fibra ottica .....</b>	<b>17</b>
	<b>5.3 Quadri di media tensione 30 KV .....</b>	<b>17</b>
	<b>5.4 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT .....</b>	<b>17</b>

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

## 1 Oggetto del documento

La società **WIND ENERGY MONTE CAVALLO Srl**, con sede in Pescara, Via Caravaggio 125, intende realizzare un impianto eolico della potenza massima di immissione in rete di 49,4 MW, costituito da 12 aerogeneratori ubicati nei territori comunali di Monte Cavallo, Pieve Torina e Serravalle del Chienti in provincia di Macerata. Il progetto prevede anche la realizzazione delle opere per la connessione alla Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale.

Il sito individuato per l'installazione dell'impianto ricade nella provincia di Macerata, in agro dei comuni di **Monte Cavallo, Pieve Torina e Serravalle del Chienti**.

Trattasi nel dettaglio di una **Zona agricola montana** con altitudine compresa tra i 1200 m slm e i 1400 m slm posta a ridosso del confine con l'Umbria a circa 6 km dalla piana di Colfiorito (PG).

Il sito dell'impianto eolico, costituito in totale da n. 12 aerogeneratori, può essere suddiviso in tre settori:

- Un settore **NORD** dove saranno collocati i tre aerogeneratori denominati **T1, T2 e T3** situato in loc. **Monte Colastrello** ad una quota media di circa 1200 m;
- Un settore **CENTRALE** ubicato in loc. **Monte Miglioni** ad una quota che si aggira intorno ai 1200 metri dove sono ubicate le macchine **T4, T5 e T6**;
- Un settore **SUD** a sua volta distinto in due zone: la prima, posta in località **Monte Tolagna** ad una altitudine di 1400 metri, vede il posizionamento dei due aerogeneratori **T7 e T8** mentre la seconda in Loc. **Tre Termini** quello del gruppo **T9, T10, T11 e T12** ad una quota media di circa 1350 metri slm.

Le opere ed infrastrutture connesse (rete elettrica interrata a 30 kV, strade di servizio, cabina elettrica di raccolta e smistamento, sottostazione MT/AT per la connessione alla rete pubblica, gli impianti della rete pubblica ad AT necessarie alla connessione della nuova sottostazione MT/AT) saranno entro i confini comunali di Monte Cavallo, Pieve Torina e Serravalle del Chienti.

In particolare la centrale eolica verrà collegata in antenna a 132 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 132 kV della RTN da inserire in entra-esci sulla **linea 132 kV "Camerino-Cappuccini"**.

La nuova SSE sarà ubicata in loc. Fonte delle Mattinate sul territorio comunale di Serravalle del Chienti con accesso diretto dalla Strada Provinciale 50 Fonte delle Mattinate - Taverne.

## 2 Caratteristiche generali del campo eolico

Come riportato in premessa, la società **WIND ENERGY MONTE CAVALLO Srl**, intende realizzare un impianto eolico della potenza complessiva di pari a **51,12 MW** costituito da n. 12 aerogeneratori da **4260 kW**.

**La potenza di immissione alla rete**, a seguito delle normali perdite di sistema e delle regolazioni dei sistemi dedicati al controllo dei livelli di immissione della corrente elettrica, sarà comunque quella stabilita dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) di Terna ovvero **49,4 MW**.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

L'impianto da realizzare avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° **12 aerogeneratori** di potenza unitaria nominale pari a 4260 kW, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione BT/MT;
- **elettrodotto MT** in esecuzione interrata per il collegamento dei tre sottocampi alla cabina di smistamento;
- **cabina di raccolta e smistamento** delle dimensioni di 18 metri per 5 metri ubicata lungo la SP 30;
- **elettrodotto MT** in esecuzione interrata 30 kV dalla cabina di smistamento alla Sottostazione MT/AT;
- **rete trasmissione dati in fibra ottica** per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.
- **Sottostazione Elettrica MT/AT** per la connessione in entra-esce alla Rete elettrica a 132KV denominata "Camerino-Cappuccini" (rif. Preventivo di Connessione cod. pratica 202200965).  
La nuova SSE sarà ubicata in loc. Fonte delle Mattinate sul territorio comunale di Serravalle del Chianti con accesso diretto dalla Strada Provinciale 50 Fonte delle Mattinate - Taverne. La posizione della sottostazione dovrà essere confermata da TERNA nell'ambito del rilascio del bene di propria competenza.

La scelta progettuale relativa alla tecnologia degli aerogeneratori è ricaduta nell'utilizzo di macchine di potenza nominale pari a **4260 kW**. La potenza totale installata sarà pari a **51,12 MW** e la potenza massima immessa in rete sarà di **49,4 MW**.

Le torri tubolari avranno un'altezza di **92 metri** e il diametro del rotore sarà di **115,71 metri** per una altezza complessiva degli aerogeneratori di **149,86 m** da terra.

Con riferimento alle caratteristiche del suolo, le **fondazioni** verranno realizzate con plinto in cemento armato, realizzato in opera fondato direttamente sul terreno imposto.

Ogni aerogeneratore sarà ubicato in una **piazzola di servizio** a cui si accederà attraverso la realizzazione di tronchi di **viabilità di servizio** che si attestano alla **viabilità principale** esistente. Gli imbocchi di accesso carrabili saranno realizzati con adeguato raggio di curvatura e la strada sarà adatta al transito di mezzi pesanti.

La nuova **viabilità di servizio**, interna alle zone di impianto, data la consistenza del terreno, verrà realizzata con materiale arido stabilizzato senza fondazione. La viabilità in tal modo risulta pienamente permeabile. Ai lati saranno realizzate canalette per il corretto deflusso delle acque meteoriche.

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in BT viene trasformata nelle singole **cabine di trasformazione** poste all'interno della navicella in MT a 30 kV. Dopo la trasformazione l'energia viene trasportata fino alla **cabina di raccolta e smistamento** ubicata lungo la SP 30 in prossimità della macchina T4 e poi da qui fino alla **sottostazione MT/AT** per mezzo di un **elettrodotto MT** 30 kV (posato in carreggiata o banchina lungo la viabilità esistente). La lunghezza complessiva del cavo interrato sarà di circa 14,5 km.

L'energia prodotta dall'impianto viene dunque immessa nella Rete di Distribuzione tramite la costruzione della **nuova Sottostazione Elettrica**.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

### 3 Aerogeneratore

È stata scelta una turbina tipo **ENERCON E115 EP3 E4 4.26 [MW]** con **altezza al mozzo di 92 [m]** e **diametro di 115 [m]**; la turbina è stata progettata per operare in **classe IA** secondo la classificazione della IEC61400-1 ed.4.

Essa presenta le seguenti caratteristiche generali:

General		Rotor with pitch unit	
Manufacturer	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Germany	Type	Upwind rotor with active pitch unit
Type designation	E-115 EP3 E4	Rotational direction	Clockwise
Nominal power	4260 kW	Number of rotor blades	3
Design service life	25 years	Rotor blade length	56.51 m
Rotor diameter	115.71 m	Swept area	10516 m <sup>2</sup>
IEC wind class (ed. 4) <sup>1</sup>	IA (HH 77 m) and SA (HH 92 m)	Rotor blade material	GRP (glass fibre + epoxy resin)/balsa wood/foam
Extreme wind speed at hub height (10-minute mean) according to IEC (ed. 4) <sup>1</sup>	50.00 m/s (HH 77 m) or 47.50 m/s (HH 92 m) corresponding to a load equivalent of approx. 70.00 m/s (HH 77 m) or approx. 66.50 m/s (HH 92 m) (3-second gust)	Lower power-feed speed	4.4 rpm
Annual average wind speed at hub height according to IEC (ed. 4)	10.00 m/s	Nominal speed	13.2 rpm
		Speed setpoint	13.2 rpm
		Power reduction wind speed (with ENERCON storm control)	25 m/s (12-second mean) - 34 m/s (10-minute mean)
		Conical angle	2.5°
		Rotor axis angle	7°
		Pitch unit	One independent electrical pitch unit per rotor blade with dedicated emergency power supply

È dotata di un generatore sincrono a giri variabili ad eccitazione esterna; l'albero principale è privo di moltiplicatore di giri ed il convertitore è di tipo Full Converter, per consentire una frequenza di 50 [Hz] in uscita, a qualunque numero di giri della macchina.

La torre di sostegno si assembla dalla sovrapposizione di 5 sezioni coniche, l'altezza della torre è di 87,22 [m], ed arriva a 92 [m] da terra quando installata sulla fondazione. La massa complessiva della torre, una volta installata è di 298,16 tonnellate.

Ogni pala ha una lunghezza di 56.51 [m] ed una massa di circa 16.65 tonnellate; una volta installata sulla flangia del rotore il raggio della pala dal mozzo diventa di 58.014 [m]; a circa il 69% del raggio è possibile installare sulla pala un dispositivo statico per la riduzione del rumore emesso dalla stessa. Tale dispositivo è denominato T.E.S. Trailing Edge Serrations e consiste in un nastro dentellato posizionato sul bordo di uscita della pala.

La navicella presenta una massa di 232 tonnellate ed è lunga circa 20 [m]; l'altezza della navicella è di soli 9.23 [m]. Il sistema di regolazione della potenza è basato su un algoritmo a Storm Control dove la turbina viene lasciata operare anche oltre quella che normalmente è la velocità di Cut-Out, ossia 25 [m/s]. In questo modo la turbina può operare, a potenza progressivamente inferiore, fino a 34 [m/s].

Gli aerogeneratori sono costituiti da un rotore con tre pale dotati da sistemi di controllo che eseguono diverse funzioni tra cui:

- il controllo della potenza, che può essere eseguito ruotando le pale intorno all'asse principale in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento;
- il controllo della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad inseguire la direzione del vento, ma che può essere anche utilizzato per il controllo della potenza;

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

Il sistema di controllo consente alla turbina eolica di essere gestita a velocità variabile, e di massimizzare la potenza prodotta in tutte le condizioni e di ridurre al minimo i carichi e il rumore.

Le pale delle turbine eoliche sono fissate su un mozzo e insieme costituiscono il rotore.

La coppia motrice prodotta dal vento sul rotore viene trasmessa ad un primo albero che ruota alla stessa velocità angolare del rotore. L'albero è collegato al mozzo attraverso una flangia ed è sostenuto da 2 cuscinetti alloggiati su supporti di ferro. Il collegamento tra l'albero a bassa velocità di ingresso al moltiplicatore di giri è realizzato con un collare di serraggio conico che trasmette la coppia di attrito.

Il generatore di tipo asincrono con 4 poli di alimentazione, ha un elevato livello di efficienza ed è raffreddato da un sistema aria-aria.

Il trasformatore è trifase, a secco incapsulato o raffreddato a fluido con estere, con diverse opzioni di tensione di uscita, diverse gamme di potenza apparente ed è pensato in particolare per applicazioni in campo eolico. Il trasformatore si trova nella parte posteriore della navicella in un vano separato da uno schermo in metallo, che fornisce l'isolamento termico ed elettrico al resto delle componenti della navicella.

La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore. Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento. La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di Cut-out wind speed (fuori servizio). Per ragioni di sicurezza a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo. L'aerogeneratore si avvicinerà al valore della potenza nominale a seconda delle caratteristiche costruttive della turbina montata: passo fisso, passo variabile, velocità variabile, etc.

Ogni aerogeneratore sarà installato in una piazzola a cui si accederà attraverso la realizzazione di tronchi di viabilità di servizio che si attestano alla viabilità principale esistente. La viabilità interna avrà di norma una larghezza di 4,00 ml.

In relazione alle caratteristiche del terreno, le fondazioni verranno realizzate con plinto in cemento armato, realizzato in opera fondato direttamente sul terreno imposto. Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione saranno eseguite con i metodi e i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette. Il piano di posa delle fondazioni sarà ad una profondità tale da consentire un agevole ripristino geomorfologico e vegetazionale dei luoghi a termine dei lavori di realizzazione e di dismissione del parco. Le fondazioni saranno completamente interrato e ricoperte dalla sovrastruttura di materiale arido della piazzola di servizio.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione geotecnica e ai dettagli costruttivi delle strutture di fondazione.

#### 4 Opere civili

Il parco eolico comprende una serie di opere civili e di rete entrambe necessarie e utili in fase di cantiere e di esercizio.

Le opere civili sono:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

- strade di accesso al parco
- strade interne al parco
- piazzole aerogeneratori
- fondazioni aerogeneratori in cemento armato
- cavidotti
- sottostazione elettrica MT/AT

Tutti i materiali dovranno essere conformi agli elaborati e alle specifiche di progetto.

Tutti i materiali dovranno possedere la marcatura CE, dove applicabile.

#### **4.1 Preparazione dell'area di lavoro**

Prima dell'inizio lavori, si dovrà procedere all'individuazione, con riferimento agli elaborati di progetto, delle aree interessate dalle opere e precisamente:

- le aree interessate dalla nuova viabilità di accesso alle piazzole degli aerogeneratori;
- le aree interessate dalla localizzazione degli aerogeneratori.

Dovrà pertanto procedere alla materializzazione dei picchetti di tracciamento delle opere sopracitate od alla integrazione di quelli esistenti e ad indicare con opportune modine i limiti della pista di accesso, dovrà percorrere esattamente il tracciato di quella che sarà, ad opere ultimate, la nuova viabilità; dovrà inoltre indicare i limiti degli scavi, degli eventuali rilevati e l'ingombro delle piazzole durante la fase di realizzazione delle opere.

Procederà quindi alla apertura della pista di accesso ed alla predisposizione delle aree alle successive lavorazioni mediante:

- ripulitura e disceppamento del terreno;
- allontanamento di eventuali massi erratici;
- regolarizzazione del terreno, al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici.

#### **4.2 Scavi**

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia dura da mina, secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L.

I materiali provenienti dallo scavo ove non siano utilizzabili o che a giudizio insindacabile della D.L. ritenuti non adatti per il rinterro, dovranno essere portati a discarica a cura ed onere dell'Appaltatore.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

Risulteranno a carico dell'Appaltatore anche gli oneri per l'eventuale accatastamento in cantiere del materiale scavato prima del suo riutilizzo nella formazione di rilevati o di riempimenti.

In ogni caso i materiali dovranno essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non dovranno risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti sulla superficie. La D.L./SOCIETA' potrà far asportare, a cura e spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Quando lo scavo interessi sedi stradali, l'Appaltatore ha l'obbligo di garantire, a sua cura e spese, la viabilità provvisoria, pedonale e carrabile mediante idonee passerelle metalliche che dovranno essere rimosse solo a rinterro avvenuto.

#### **4.2.1) Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento si intendono gli scavi ubicati al di sopra del piano indicato nei disegni di progetto o da altro documento contrattuale come "piano di sbancamento".

In mancanza di tale esplicita indicazione il piano di sbancamento si intende coincidente con il piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro generale dello scavo ordinato.

Sono inoltre da considerare "di sbancamento":

- gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati,
- l'asportazione dello strato vegetale e dei ceppi per la regolarizzazione della superficie della pista,
- la bonifica di superfici piane od inclinate negli spessori già previsti in progetto anche se sottostanti il "piano di sbancamento"
- Ogni altro tipo di opera, anche in diverse fasi, se richiesto dalla D.L.

La gradonatura dei piani di posa dei rilevati avrà una profondità media di 20 cm e sarà effettuata previo taglio dei cespugli e l'estirpazione delle ceppaie. Sono inoltre da considerarsi "di sbancamento" gli scavi da effettuare per l'apertura di nuove sedi stradali, per l'allargamento e la riprofilatura, ove necessario al transito degli automezzi per il trasporto al sito delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti stradali. Gli scavi di sbancamento dovranno essere eseguiti con mezzi meccanici e rifiniti a mano, in modo tale da ottenere i piani e le sagome previsti dai disegni di progetto ovvero ordinati in loco dalla D.L./SOCIETA'.

#### **4.2.2) Scavi a sezione obbligata**

Con questa dizione si intendono gli scavi al di sotto del "piano di sbancamento" o ad esso assimilato, come definito al punto precedente. Le pareti degli scavi a sezione obbligata sono da prevedersi con inclinazione di scarpa pari a 1/1; pertanto la valutazione della quantità di scavo verrà eseguita considerando tali inclinazioni di scavo, non verranno riconosciuti i volumi di scavo e di rinterro, eseguiti in più rispetto a quelli con pareti a scarpa 1/1. Nei casi in cui non sia possibile eseguire gli scavi con pareti aventi scarpa di 1/1 questi potranno essere eseguiti anche con pareti verticali; in tal caso è obbligatorio eseguire le puntellature, le armature ed ogni altro provvedimento atto a prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti. L'appaltatore è responsabile di eventuali danni ed è tenuto a rimuovere i terreni franati a proprie spese. Tutti gli scavi devono rispettare le quantità indicate negli elaborati grafici.



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

Sono da considerarsi scavi a sezione obbligatoria, anche quelli per la realizzazione di trincee drenanti o dei cavidotti che dovranno essere eseguiti, con mezzo meccanico, secondo le sezioni tipo di progetto. Gli scavi per i cavidotti saranno a parete verticale.

Anche in questo caso, nell'esecuzione dello scavo l'Appaltatore dovrà procedere conformemente a quanto disposto dal Piano di Sicurezza e di Coordinamento e alle indicazioni del C.S.E., in modo da impedire franamenti, restando Esso, oltre che responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nello scavo.

Qualora in questi ultimi si riversasse acqua di qualsiasi natura, bisognerà provvedere al loro prosciugamento, a cura e spese dell'Appaltatore.

#### 4.3.3) Trovanti

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

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

### 4.3 Demolizioni

Le demolizioni di murature, calcestruzzi semplici o armati, pavimentazioni stradali in macadam o in conglomerato bituminoso dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni onde prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori ed a terzi e dovranno strettamente limitarsi alle opere previste in progetto e/o prescritte dalla D.L./SOCIETA'.

Saranno eseguite con martelli demolitori applicati ad escavatore o a mano e comunque con modalità idonee e concordate con la D.L./SOCIETA'; i materiali di risulta non riutilizzabili in cantiere saranno caricati, trasportati a discarica e lì sistemati a cura ed onere dell'Appaltatore.

La demolizione delle teste dei pali (scapitozzatura), deve avvenire in modo da non danneggiare la restante parte della struttura. L'armatura metallica deve essere messa allo scoperto senza che ne venga pregiudicata l'integrità, pulita ed opportunamente sistemata per l'ammasso nel sovrastante getto.

### 4.4 Rinterri

Gli spazi residui degli scavi di fondazione che non saranno occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata dovranno essere riempiti (rinterri) utilizzando i materiali provenienti dagli scavi stessi sino alla quota prevista da gli elaborati di progetto. Qualora però il materiale di scavo non risultasse idoneo, la D.L., a propria discrezione, potrà disporre l'esecuzione dei rinterri con materiale diverso precisandone tipo e provenienza.

Il materiale per i rinterri dovrà essere steso a strati orizzontali di spessore non superiore a 25cm di altezza e compattato. L'ultimo strato costipato dovrà consentire il deflusso delle acque meteoriche verso la zona di

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

compluvio tramite profilatura, secondo quote e pendenze longitudinali e trasversali previste in progetto o disposte in loco dalla D.L.; si dovrà evitare la formazione di contropendenze, di sacche e di ristagni.

#### 4.5 Strade – Viabilità di servizio e di accesso

Come già detto nella relazione tecnico descrittiva il progetto prevede una ottimizzazione del sistema viario, privilegiando l'uso e l'adeguamento del reticolo stradale esistente.

Gli interventi previsti e descritti negli elaborati grafici PR 002 riguardano **l'ampliamento ed adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione della nuova viabilità di accesso al parco.**

La necessità di avere sezioni stradali da 4,0 a 7,0 ml determina per la maggior parte dei casi la necessità di **allargamento delle carreggiate esistenti.**

Ai margini della carreggiata è previsto il ripristino e/o la realizzazione di cunette in terra per il regolare deflusso delle acque e la realizzazione delle opere d'arte strettamente necessarie al regolare deflusso delle acque.

Il sistema delle cunette per il drenaggio delle acque ai margini della viabilità (e delle piazzole) verrà interconnesso al reticolo idrografico superficiale che necessita di un riordino e razionalizzazione. A tale scopo sono previsti anche attraversamenti, tombini e opere d'arte minori la cui localizzazione è rappresentata negli elaborati grafici.

In alcuni casi è stato necessario prevedere la realizzazione di **nuovi tratti di viabilità** che interconnette tratti di viabilità esistente.

L'accesso agli aerogeneratori avverrà tramite la realizzazione di tratti di nuova viabilità che, in alcuni casi, ripercorrono e migliorano la viabilità rurale esistente.

Data la complessa orografia che spesso ci si trova ad affrontare nella realizzazione di un parco eolico è possibile lavorare con pendenze superiori al 13 % brevi lunghezze su tratti rettilinei senza bisogno di usare calcestruzzo nella sezione stradale.

In ogni caso le caratteristiche generali della viabilità sono le seguenti:

- Carreggiata di larghezza utile minima di 4 ml per la viabilità interna di servizio al parco;
- Raggio di curvatura interno alla carreggiata > 40 ml;
- Per le nuove viabilità e per l'allargamento/adeguamento di quelle esistenti è previsto uno scotico di almeno 50 cm dal piano di campagna attuale, la posa in opera di telo geotessile, la formazione di rilevato compatto a strati max di 30 cm di spessore con materiale selezionato in classe A4 - A5 secondo AASHTO M 145-2.
- È prevista la realizzazione di una fondazione stradale dello spessore minimo di 45 cm;
- Finitura superficiale con graniglia per uno spessore di 3/5 cm.

Nella realizzazione della viabilità si dovrà tener conto di:

- Formazione di eventuali gradoni (pendenza 3%, larghezza < 2.5 ml, dislivello 0.5 ml) iniziando dalle

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

quote più basse per le parti in rilevato.

- Formazione di rilevato e preparazione dei piani di posa delle fondazioni stradali per strati di spessore finito massimo = 0.4 ml. Non si potranno impiegare materiali plastici, per le terre appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7 occorre approvazione della D.L. che specificherà le modalità di messa in opera ed eventuale stabilizzazione. Per gli ultimi strati (sotto lo strato di fondazione della pavimentazione) sono ammesse solo terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3. La densità dopo compattazione non deve essere inferiore al 90% della densità massima da prova AASHTO Modificata.

CONTROLLI

- Prove di densità in sito: circa 100 (valutare di conseguenza ogni quanti mc), da eseguire con regolarità durante tutta l'esecuzione.
- Prove di carico su piastra D=30cm:
- sul piano di scotico:  $Md \geq 10\text{MPa}$  nell'intervallo 50-150KPa;
- sul corpo del rilevato:  $Md \geq 20\text{MPa}$  nell'intervallo 50-150KPa;
- sul piano di posa della pavimentazione stradale:  $Md \geq 40\text{MPa}$  nell'intervallo 50-250KPa.

#### 4.6 Piazzole aerogeneratori

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola definitiva delle dimensioni 25x12 ml, in corrispondenza delle strutture di fondazione e per l'accesso in torre.

Le piazzole per lo stoccaggio e montaggio delle singole parti costituenti l'aerogeneratore (torre, rotore e navicella) sono tutte di testa. Non sono previste piazzole intermedie.

Per il montaggio e lo smontaggio della gru principale deve essere preparata una area di assemblaggio di 18 metri di larghezza per 61 metri di lunghezza.

Al termine dell'assemblaggio è prevista per la rimozione di tutte le parti strettamente necessarie per l'installazione delle turbine eoliche. (bande laterali, parcheggi, aree di stoccaggio e di raccolta dei rifiuti).

Per ogni maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati grafici di progetto (PR 003-1 e PR\_003-2).

Nella realizzazione della viabilità si dovrà tener conto di:

- Formazione di eventuali gradoni (pendenza 3%, larghezza < 2.5 ml, dislivello 0.5 ml) iniziando dalle quote più basse per le parti in rilevato.
- Formazione di rilevato e preparazione dei piani di posa delle fondazioni stradali per strati di spessore finito massimo = 0.4 ml. Non si potranno impiegare materiali plastici, per le terre appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7 occorre approvazione della D.L. che specificherà le modalità di messa in opera ed eventuale stabilizzazione. Per gli ultimi strati (sotto lo strato di fondazione della pavimentazione) sono ammesse solo terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3. La densità dopo compattazione non deve essere inferiore al 90% della densità massima da prova AASHTO Modificata.

CONTROLLI

- Prove di densità in sito: circa 100 (valutare di conseguenza ogni quanti mc), da eseguire con regolarità durante tutta l'esecuzione.
- Prove di carico su piastra D=30cm:
- sul piano di scotico:  $Md \geq 10\text{MPa}$  nell'intervallo 50-150KPa;
- sul corpo del rilevato:  $Md \geq 20\text{MPa}$  nell'intervallo 50-150KPa;
- sul piano di posa della pavimentazione stradale:  $Md \geq 40\text{MPa}$  nell'intervallo 50-250KPa.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

## 4.7 Strutture di fondazione in calcestruzzo armato

Il conglomerato cementizio utilizzato per la realizzazione delle opere di fondazione deve avere le seguenti caratteristiche.

Il calcestruzzo può essere confezionato in centrale di betonaggio o impastato in cantiere con inerti di caratteristiche meccaniche appropriate, granulometria e rapporto acqua-cemento controllati.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa al momento del getto.

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

Leganti	-	L. 26/05/1965 n. 595
	-	Norme serie EN 197 armonizzata
Aggregati	-	UNI EN 12620 armonizzata
	-	UNI EN 13055-1 armonizzata
	-	UNI 8520-1: 2005
	-	UNI 8520-2: 2005
Aggiunte	-	EN 450-1
	-	UNI EN 206-1 :2006
	-	UNI 11104:2004
Additivi	-	EN 934-2 armonizzata
Acqua di impasto	-	UNI EN 1008: 2003

Le miscele di calcestruzzo da utilizzare nel confezionamento degli elementi saranno progettate in funzione della resistenza caratteristica richiesta, della carpenteria, delle armature e del tipo di getto.

### CALCESTRUZZO STRUTTURE DI FONDAZIONE ED IN ELEVAZIONE

(Si considerano le condizioni di dosaggio più restrittive)

Classe di resistenza	C30/37 ( $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ )
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	XA1
Rapporto acqua – cemento (a/c)	0.55
Contenuto minimo di cemento	300 kg/m <sup>3</sup>
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.06 \text{ N/mm}^2$
Fattore parz. di sicurezza resistenza	$\gamma_c = 1.5$
Coeff. riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 17.4 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.37 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità	$E_{cm} = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 33019 \text{ N/mm}^2$

#### 4.7.1. Acciaio per calcestruzzo armato

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio: EN 10002/1<sup>a</sup> (marzo 1990) -UNI 564 (febbraio 1960) -UNI 6407 (marzo 1969)

Acciaio	B450C
Tensione di rottura nominale	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento nominale	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Allungamento a rottura caratteristico	$(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$
Coefficiente parziale di sicurezza:	$\gamma_s = 1.15$
Tensione di snervamento di calcolo:	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391 \text{ N/mm}^2$

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 19.01.18.

#### 4.8 Ripristino 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:

1. 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;

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

2. eliminare dalla superficie della pista e/o dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
3. dare al terreno la pendenza originaria al fine di evitare ristagni

## 4.9 Cavidotti – tipo di posa

Saranno eseguiti scavi a sezione ridotta e obbligata di profondità 110 cm o 125 cm a seconda del tipo di attraversamento e di larghezza variabile in funzione dei cavidotti da porre in opera. Si procederà quindi con:

- posizionamento allettamenti in sabbia di cava lavata,
- posa dei cavi MT ad elica e del conduttore di terra,
- riempimento con sabbia di cava lavata,
- posizionamento di eventuali tegolini di tipo prefabbricato in C.A.V. di protezione e individuazione,
- posa di tritubo in PEHD per disposizione cavo di controllo,
- riempimento con sabbia di cava lavata,
- posa di uno o più nastri segnalatori,
- rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, preventivamente approvato dalla D.L., per gli attraversamenti di terreni agricoli; rinterro con conglomerato cementizio classe Rck 150 con inerti calcarei o di fiume nel caso di attraversamenti zone carrabili,
- eventuale ripristino della pavimentazione stradale nel caso di attraversamenti di strade asfaltate.

I cavi saranno posti direttamente sul terreno tranne in casi di attraversamenti che richiedono una maggiore protezione meccanica. Tale protezione potrà essere realizzata mediante tubazioni di materiale plastico (PVC), flessibili, di colore rosso, di diametro nominale 200 mm, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza all'urto.

Le tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada). Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo. L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

Si rimanda per maggiori dettagli agli elaborati grafici PR\_006 e PR\_007. Gli scavi dovranno essere eseguiti nel rispetto degli elaborati grafici e delle direttive della DL.

## 4.10 Materiali di risulta e trasporto a discarica

Tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi, dalle demolizioni, ecc., dopo necessaria caratterizzazione saranno riutilizzati previa verifica e autorizzazione della DL per l'esecuzione di lavori previsti in progetto quali drenaggi, riempimenti, sbancamenti e rimodellazioni del terreno. Esso qualora non utilizzato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata dalle norme regionali e nazionali. Nella scelta delle aree di discarica si darà priorità a quelle discariche autorizzate già individuate nelle vicinanze del cantiere.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

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 200m.

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.

I materiali di risulta provenienti dagli scavi, dalle demolizioni, ecc., sono di proprietà del Committente. Una parte dei materiali di risulta, opportunamente selezionata e previo benestare della D.L./SOCIETA', dovrà essere riutilizzata nell'ambito del cantiere per formazione di rilevati, di riempimenti od altro; per tali materiali di risulta, l'Appaltatore dovrà provvedere al carico, al trasporto, allo scarico ed alla sistemazione nelle aree di stoccaggio di immediato utilizzo indicate dalla D.L./SOCIETA'; tutti gli oneri a ciò connessi si intendono inclusi e compensati nei prezzi contrattuali delle lavorazioni dalle quali i materiali provengono quando questi vengono riutilizzati nell'ambito del cantiere. Il rimanente materiale di risulta prodotto dal cantiere e non utilizzato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata reperita dall'Appaltatore a sua cura e spese.

Nella scelta delle aree di discarica, l'Appaltatore si impegna sin d'ora a dare priorità a quelle discariche autorizzate già individuate nelle vicinanze del cantiere.

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

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri relativi a:

1. reperimento ed acquisizione dei terreni sui quali verrà realizzata la discarica ed i relativi accessi;
2. progettazione della discarica, acquisizione dei permessi ed autorizzazione;
3. esecuzione delle opere di predisposizione delle aree (drenaggi, bonifiche geotecniche, regimazione idrologica, etc.);
4. lo scarico, lo stendimento, la compattazione e la profilatura delle terre provenienti dal cantiere;
5. la esecuzione delle opere di sistemazione e di riambientazione finale (regimazione acque di superficie, inerbimento ecc.);

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 prodotti dal cantiere e non riutilizzati nell'ambito dello stesso.

#### **4.11 Drenaggi di superficie**

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 montevalle, scaricanti direttamente in compluvi naturali od in altre analoghe opere di raccolta e di scarico acque.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

## 5 Opere di elettrificazione

Questo paragrafo descrive gli standards, le prestazioni, i materiali, le opere, i metodi di installazione, test richiesti per le opere elettriche previste in progetto. Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dei lavori dovranno essere conformi alle prescrizioni indicate nella presente specifica tecnica, nelle norme CEI, alle dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e provvisti del marchio IMQ (quando ammessi al regime del marchio) e marchio CE.

Essi dovranno essere nuovi di costruzione e dovranno inoltre essere scelti per qualità e provenienza di primarie case costruttrici e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire. Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione.

### 5.1 Elettrodotti MT – Cavi

Le turbine considerate in via preliminare, tipo Enercon E115, hanno il generatore posizionato nella navicella che è collegato con cavi di bassa tensione al trasformatore BT/MT situato sempre nella navicella. Dal TR partono i cavi MT che si attestano al quadro di turbina, situato a base torre, cui sono collegati anche gli elettrodotti di parco.

Le macchine sono collegate alla stazione elettrica di utente per mezzo di linee in cavo che, in virtù delle caratteristiche del territorio, sono di lunghezza rilevante e di percorso articolato. Il raggruppamento delle torri è illustrato sullo schema unifilare di parco, mentre i percorsi delle condutture sul territorio sono rappresentati sulle planimetrie dei cavidotti cui si rimanda.

Le linee MT a 30 kV in questione sono in cavo di alluminio, con modalità di posa direttamente interrata, e collegano il quadro MT installato nella cabina di smistamento e raccolta (CSM) con l'omologo quadro MT installato nell'edificio comandi della SE di trasformazione 30/132kV di utente. Alla CSM sono collegati i 3 sottocampi in cui è diviso il generatore eolico.

La tensione nominale del sistema MT di parco è di 30 kV, mentre la nominale di consegna è pari a 132 kV. La potenza elettrica raccolta dall'area di produzione (MT) è trasferita mediante elettrodotti, in esecuzione completamente interrata, fino alla cabina di sezionamento e raccolta e da questa alla sottostazione di trasformazione (MT/AT) per la connessione in entra-esce alla Rete elettrica a 132KV denominata "Camerino-Cappuccini" (rif. Preventivo di Connessione cod. pratica 202200965).

La nuova SSE sarà ubicata in loc. Fonte delle Mattinate sul territorio comunale di Serravalle del Chianti con accesso diretto dalla Strada Provinciale 50 Fonte delle Mattinate - Taverne. La posizione della sottostazione dovrà essere confermata da TERNA nell'ambito del rilascio del benestare di propria competenza.

Si rimanda per ogni altro dettaglio alla documentazione tecnica allegata (schemi unifilari) e alla documentazione specifica progettuale riguardante la SSE e il collegamento di questa alla RTN.

Il percorso del collegamento del campo eolico alla SSE è stato scelto tenendo conto:

- della necessità di utilizzare quanto più possibile la viabilità esistente;
- dell'esigenza di limitare al minimo i percorsi da realizzare su strade pubbliche accreditate di un discreto traffico veicolare.



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

Risultato progettuale è che l'elettrodotto è in gran parte posto ai margini della viabilità rurale esistente (frequentata esclusivamente da mezzi agricoli) e per la restante parte ai margini della viabilità pubblica esistente.

I cavi saranno direttamente interrati tranne nei casi di attraversamenti stradali per cui è necessaria una maggiore protezione meccanica, realizzata con cavidotti in PVC.

Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada). Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo. L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

Dovranno essere impiegati cavi MT unipolari con conduttori in alluminio, schermo in alluminio o rame, isolamento estruso e guaina in PE.

I cavi potranno anche essere dotati di protezione meccanica intrinseca.

Si precisa che per le sezioni di conduttore calcolate e riportate sugli schemi unifilari, i cavi non possono essere forniti in formazione ad elica visibile.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando: le correnti di impiego, le portate dei cavi, la tipologia e, le caratteristiche di posa del terreno, nonché la natura del carico determinato dalla fonte di generazione eolica. Nel dimensionamento sono state considerate anche le perdite, la continuità del servizio ed i profili delle tensioni ai vari nodi del sistema elettrico.

Nella relazione di calcolo preliminare degli impianti elettrici RC\_001 sono riportati i criteri di calcolo delle correnti di impiego, la scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT per la posa interrata.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando: le correnti di impiego, le portate dei cavi, la tipologia e, le caratteristiche di posa del terreno, nonché la natura del carico determinato dalla fonte di generazione eolica. Nel dimensionamento sono state considerate anche le perdite, la continuità del servizio ed i profili delle tensioni ai vari nodi del sistema elettrico.

Nei calcoli sono state assunte le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a  $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ ;
- temperatura terreno pari a  $20^\circ \text{ C}$ ;
- fattore di carico  $LF = 0,75$
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

Le sezioni indicate nello schema unifilare cui si rimanda sono state calcolate effettuando l'analisi termica prevista ai sensi di CEI 20-21 attualmente in vigore.

I margini di portata ottenuti garantiscono la possibilità di veicolare l'energia generata anche in funzionamento con terre in servizio ridotto. Ciò potrebbe accadere in caso di guasto in particolare su una delle dorsali.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

## 5.2 Rete trasmissione dati in fibra ottica

Il controllo dell'intero parco eolico e dei singoli aerogeneratori è fondamentale per l'esercizio e la manutenzione dell'impianto.

Il monitoraggio in tempo reale è reso possibile dalla interconnessione, tra le torri appartenenti allo stesso sottoparco, con un cavo a fibra ottica a più fibre. Le linee guida utilizzate sono quelle indicate nelle specifiche tecniche del fornitore degli aerogeneratori.

Tipicamente, alla luce delle distanze da coprire, nonché al fine di uniformare il tipo di prodotto utilizzato, si identifica un cavo a 16 fibre MONOMODALE 9/25 µm.

Si sottolinea a la rete in fibra si estende dal parco fino alla stazione elettrica in cui è installato il PPC (Power Plant Control) dell'intero parco eolico che l'SCCP (Sistema di protezione comando e controllo) della stazione e dell'intero impianto elettrico a servizio del parco.

## 5.3 Quadri di media tensione 30 KV

Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche dei quadri MV 30 kV che saranno installati sia nelle turbine, ad onere e cura del relativo fabbricante/fornitore, sia in SE AT/MT e sia in cabina di smistamento e raccolta.

- TENSIONE NOMINALE	36 kV
- TENSIONE D'ESERCIZIO	30 kV
- LIVELLO DI ISOLAMENTO A FREQUENZA INDUSTRIALE	70 kV x 1sec
- LIVELLO DI ISOLAMENTO AD IMPULSO	170 kV
- CORRENTE NOMINALE SBARRE PRINCIPALI	630/1250 A
- CORRENTE DI BREVE DURATA AMMISSIBILE	16 kA x 1sec
- FREQUENZA NOMINALE	50 Hz
- TEMPERATURA AMBIENTE	+40/-5 °C
- ALTITUDINE S.L.M.	< 1000 m
- UMIDITA' RELATIVA	90%
- GRADO DI PROTEZIONE ESTERNO	IP 4X

## 5.4 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT

La connessione con la rete di Terna avviene – previo collegamento aereo AT 132 kV tipo LC2 da 585,5mmq in All-Acc – presso un nuovo smistamento SE 132kV Terna in ipotesi di realizzazione in agro del territorio del Comune di Serravalle del Chianti. Allo scopo le sbarre della SE AT/MT di utente WEMC saranno rilegate, come sommariamente descritto, ad uno stallo AT individuato in area smistamento Terna.

Per i dati riguardanti queste opere si rimanda all'apposito studio (Serie Piano Tecnico delle Opere).

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

La stazione elettrica di utenza è ubicata nel Comune di Serravalle del Chienti ed occupa un'area di circa 4'500 m<sup>2</sup>.

L'accesso alla stazione è previsto dalla adiacente S.P. n° 50 a cui ci si collega per mezzo di un breve tratto di nuova viabilità di collegamento alla stazione, per una lunghezza complessiva di circa 50 m. L'ingresso è situato sul lato Nord-Ovest della stazione stessa. Attraverso questo ingresso si accede tramite un cancello carrabile alla parte comune dell'edificio integrato, quindi, tramite un secondo cancello, posizionato circa a metà dell'edificio, il quale si accede alla zona che ospita lo stallo di trasformazione MT/AT.

La stazione sarà costituita da una sezione a AT a 132 kV con isolamento in aria ed una sezione MT a 30 kV.

### **Caratteristiche delle apparecchiature AT ad isolamento in aria**

L'impianto deve essere connesso alla RTN 132 kV di Terna cui conferire tutta l'energia prodotta. Per far sì che ciò avvenga è necessario innanzitutto elevare la tensione, partendo dal livello di distribuzione interna al parco che è pari a 30 kV.

Sono chiamati a svolgere tale compito due trasformatori MT/AT da 30 MVA, raffreddamento ONAN e gruppo YNd11. Essi in virtù di una esplicita richiesta del Codice di Rete Terna è necessario che siano ad isolamento pieno del centro stella verso terra, e che siano dotato di VSC (regolazione richiesta 132+/-12%). In recepimento delle direttive europee attualmente vigenti, è imperativo che la macchina elettrica abbia PEI almeno pari ad 2.

Tra questo e il punto di consegna sono inserite sia le apparecchiature di protezione e sezionamento, sia quelle di misura lato AT.

Per la sezione 132 kV è opportuno che il livello di isolamento esterno sia pari a quello adottato da Enel/Terna nelle proprie installazioni, ovvero 750 kV (min 650 kV) picco a impulso atmosferico e di 325 kV a f.i. con distanze minime di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 150 cm. Le distanze implementate, come rappresentato sulle tavole SE01 e SE02, sono sempre superiori al minimo riportato.

Le apparecchiature AT sono collegate tra loro tramite corda in lega di alluminio da 36 mm di diametro oppure tramite sbarre cave Ø 40/30 ovvero Ø 100/86 mm.

Si riporta di seguito un elenco indicativo delle principali caratteristiche che devono avere le apparecchiature AT. Le stesse sono riportate anche sugli schemi unifilari. I valori (grandezze nominali) si intendono come raccomandati e sono analoghi a quelli che Terna richiede per le proprie forniture.

### **Apparecchiature MT**

Le apparecchiature di media tensione da installare nella stazione di trasformazione e nella cabina di smistamento e raccolta sono: quadri di arrivi linee dall'impianto eolico e trasformatori MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari e generali di SE.

I quadri di media tensione sono illustrati, in via generale, sugli schemi unifilare di SE e di CSM sul quale sono anche riportate le loro principali caratteristiche tecniche.

Per quanto riguarda i trasformatori dei SA sono state considerate un macchine da 50/100 kVA. Qualora sia in olio vanno realizzati alcuni accorgimenti relativi a dispersione al vano in cui il TR sarà alloggiato.

### **Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo**

Compito del sistema è quello di garantire la protezione dell'impianto contro tutti i possibili guasti interni ed il distacco dello stesso dalla rete per guasti o anomalie su di essa. Il sistema è inoltre chiamato a garantire la massima affidabilità di esercizio per la sicurezza delle persone e dell'impianto.

Il sistema di supervisione e raccolta dati dell'impianto di sottostazione e di CSM (esclusa la gestione delle WTG che spetta al rispettivo fornitore) – che supporta ed integra il sistema locale - deve essere tale da

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

consentire la gestione dell'impianto da remoto ed è composto delle apparecchiature hardware e software del sistema SCADA (PC, monitor, stampante, mouse, tastiera ecc), da software necessari alla comunicazione ed alla gestione dei dati ed, infine, da apparecchiature di trasmissione TLC (switch, concentratori, modem, etc). Una connessione ad Internet permette l'invio di segnalazioni d'allarme su numeri reperibili e il collegamento al sistema di supervisione da postazioni remote. Al sistema di supervisione vengono portati, tra gli altri, i segnali provenienti dalle unità funzionali di media tensione, relativi a:

- stato degli interruttori e dei sezionatori;
- intervento su guasto delle protezioni;
- comandi per l'apertura e chiusura da remoto;

e da altri sistemi quali: quadri BT, rivelazione incendi, soccorritori ecc. che potranno essere interfacciati al sistema per una più efficace gestione dell'impianto. Per far sì che ciò sia possibile è necessario che i singoli componenti siano idonei e predisposti allo scopo.

### **Servizi ausiliari in c.a. e c.c.**

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT (costituito da due semiquadri)
- trasformatori MT/BT
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri).

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

### **Opere civili**

Date le profondità di scavo previste per la realizzazione delle fondazioni è da escludere la presenza di falde idriche che possano interferire con i lavori e/o con le fondazioni stesse.

In considerazione delle caratteristiche dimensionali delle opere costituenti gli "Impianti" si ritiene che le stesse potranno essere, di norma, di tipo diretto poggianti sulla formazione "in posto".

In fase esecutiva si renderà necessario effettuare opportuni accertamenti geognostici e geotecnici al fine di determinare in dettaglio la litologia e le caratteristiche geotecniche del terreno di substrato, permettendo adeguata scelta e dimensionamento delle strutture di fondazione delle opere in progetto.

### **Fabbricati**

I fabbricati rappresentati sulle tavole grafiche a cui si rimanda sono in numero di due, ovvero uno per ciascun montante TR installato.

Ogni fabbricato è composto da tre vani e presenta una superficie coperta lorda pari a circa 132 mq, sviluppando una cubatura di 540 mc circa.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

La copertura di tutti gli edifici sarà a tetto piano e opportunamente coibentata e impermeabilizzata; gli infissi saranno in alluminio anodizzato naturale.

L'approvvigionamento idrico, se necessario, sarà effettuato sfruttando l'acquedotto pubblico o, in mancanza di esso, mediante l'emungimento da pozzo artesiano appositamente costruito.

### **Fondazioni e cunicoli cavi**

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con l'esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera.

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

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

### **Strade e piazzole**

Le strade interne all'area della stazione saranno asfaltate e con una larghezza non inferiore a 4 m, le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

### **Ingressi e recinzioni**

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito da un breve tratto di nuova viabilità della lunghezza di circa 50 m che collega la stazione di utenza alla SP 50 che corre lungo il lato nord della stazione d'utenza.

La nuova viabilità avrà una larghezza di almeno 6,00 metri e sarà realizzata con caratteristiche idonee per qualsiasi tipo di mezzo di trasporto su strada.

Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo 6 m di tipo scorrevole inserito fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale deve essere alta almeno 2.0 m, conforme alla norma CEI 11-1.

### **Smaltimento acque meteoriche e fognarie**

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Lo smaltimento delle acque, meteoriche, è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo. In virtù della presenza del trasformatore AT/MT in olio il sistema di smaltimento delle acque meteoriche termina con un disoleatore dotato di filtro a coalescenza certificato in classe 1 ai sensi della norma UNI EN 858-1.

### **Illuminazione**

L'illuminazione della stazione sarà realizzata pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO, PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIANTI IN PROVINCIA DI MACERATA DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW.

Progetto Definitivo

### **Movimenti terra**

L'area in oggetto, dove dovrà sorgere la nuova stazione, è costituita da una prima area pianeggiante e una posteriore in pendenza; i movimenti di terra sono pertanto di notevole entità e legati sostanzialmente alla realizzazione delle fondazioni.

I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche planoaltimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un eventuale sbancamento/riporto al fine di ottenere un piano a circa -600+800 mm rispetto alla quota del piazzale di stazione; il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

L'eventuale terreno rimosso in eccesso sarà conferito in discarica nel rispetto della normativa vigente.

Ingenium Engineering srl