

COMUNI DI BORGIA E SAN FLORO
PROVINCIA CATANZARO



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO "E90"

Elaborato:E90_CIV_R03

Scala:-

Data:19/05/2023

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DELLE
OPERE**

COMMITTENTE:

ENERGIA LEVANTE s.r.l.
Via Luca Gaurico – Regus Eur - Cap 00143 ROMA
P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - energialevantesrl@legalmail.it
SOCIETA' DEL GRUPPO



For a better
world of energy

www.sserenewables.com Tel +39 0654832107

PROFESSIONISTA:

Ing. Rosario Mattace



N°REVISIONE	DATAREVISIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	NOTE
	19/05/2023			Ing. Mercurio	

E' vietata la copia anche parziale del presente elaborato

INDICE

1 INTRODUZIONE	3
2 COMPONENTI COSTITUTIVI DELL'IMPIANTO.....	3
3 CAPITOLATO PRESTAZIONALE.....	7
3.1 ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE	7
3.2 REALIZZAZIONE DI STRADE IN RILEVATO/TRINCEA	8
3.3 ADEGUAMENTO DI STRADE ESISTENTI.....	10
3.4 PIAZZOLA DI MONTAGGIO AEROGENERATORE	10
3.5 AEROGENERATORE SIEMENS GAMESA SG170.....	11
3.6 SCAVI.....	11
3.6.1 SCAVI DI SBANCAMENTO	11
3.6.2 SCAVI DI FONDAZIONE	12
3.7 RINTERRI.....	12
3.7.1 BONIFICHE.....	12
3.7.2 RIEMPIMENTO DI SCAVI	13
3.8 PROVE E CONTROLLI SU RILEVATI E TRINCEE	13
3.9 REALIZZAZIONE GABBIONATE	14
3.10 PALI TRIVELLATI DI GRANDE DIAMETRO	15
3.11 PLINTI ED OPERE DI FONDAZIONE	16
3.11.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER OPERE STRUTTURALI	16
3.11.2 PROVE E CONTROLLI SUI CALCESTRUZZI	18
3.11.3 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI	19
3.12 CARATTERISTICHE ARMATURE PER CALCESTRUZZI.....	19
3.13 REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI INTERRATI MT	20
3.14 FORNITURA DI ELEMENTI PREFABBRICATI.....	20
3.15 CABINA DI RACCOLTA, CONTROL ROOM ED ALTRI ELEMENTI PREFABBRICATI	21
3.16 REALIZZAZIONE PIAZZALE DELLA STAZIONE ELETTRICA LATO UTENTE.....	21
3.17 REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI INTERRATI AT	22
4 PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE RELATIVE A TUTTE LE LAVORAZIONI..	22

1 INTRODUZIONE

Il D.P.R. 5 Ottobre 2010 n.207 prescrive all'articolo 24- "Documenti componenti il progetto definitivo"- la redazione del presente documento ed inoltre all'art. 30 prescrive:" Il disciplinare descrittivo e prestazionale precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto".

2 COMPONENTI COSTITUTIVI DELL'IMPIANTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione energia rinnovabile da fonte eolica, composto da n.10 aerogeneratori da 6,2MW, per una potenza complessiva di 62,0MW, del relativo Cavidotto MT di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, connessa a 150 kV su una Stazione Elettrica 380/150kV denominata "MAIDA" posta in località Piani del Carrà nel comune di Maida.

Le opere civili ed elettriche di cui il progetto si compone sono le seguenti:

- **Adeguamento della rete viaria:**

La sezione tipo prevede uno strato di fondazione di spessore non inferiore a 60 cm con pietrisco di granulometria media pari a 15cm da mettere in opera qualora il terreno sotto lo strato vegetale sia cedevole (non è il caso di questo progetto) e uno strato finale di spessore non inferiore a 30 cm costituito da uno strato dello spessore di 15cm di misto granulare di granulometria media paria a 32mm e da uno strato di finitura dello spessore di 15cm di misto stabilizzato con granulometria media pari a 25mm.

- **Piazzola di montaggio:**

La sezione tipo prevede uno strato di fondazione di spessore non inferiore a 60 cm con pietrisco di granulometria media pari a 15cm da mettere in opera qualora il terreno sotto lo strato vegetale sia cedevole (non è il caso di questo progetto) e uno strato finale di spessore non inferiore a 30 cm costituito da uno strato dello spessore di 15cm di misto granulare di granulometria media paria a 32mm e da uno strato di finitura dello spessore di 15cm di misto stabilizzato con granulometria media pari a 25mm.

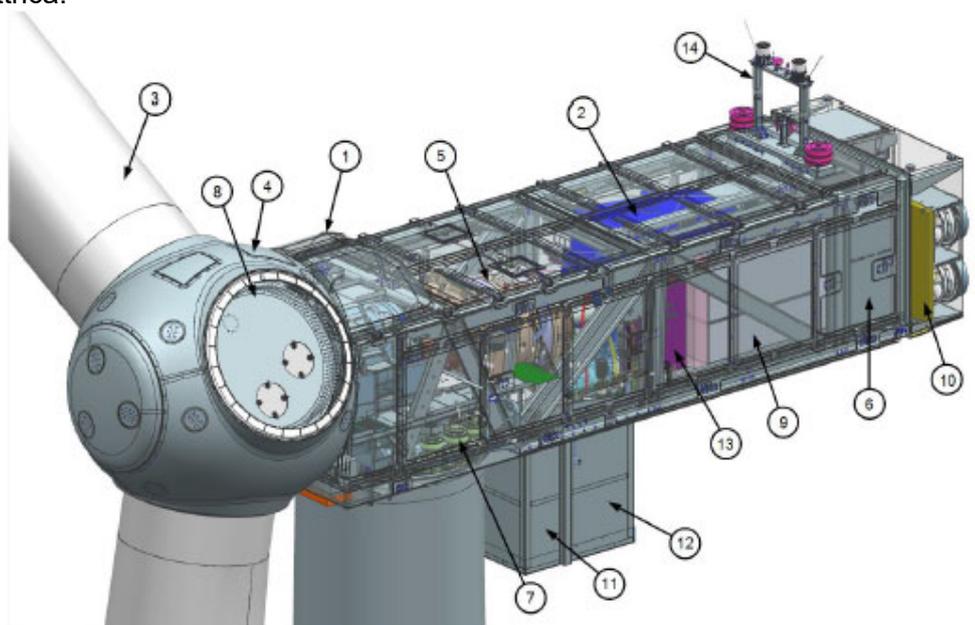
- **Aerogeneratore:**

La tabella numero 1 che segue riassume dimensioni e pesi delle componenti principali dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG170 altezza hub pari ad H=115metri.

AEROGENERATORE SG170 H=115m					
Componente	n.	L(mm)	H(mm)	Peso(ton)	Diametro(mm)
Lame	3	83330	Hmedia=2600	75	-
Navicella, drive train ed hub	1	19268	4200	239,298	-
Torre	5	L1=13560 L2=18200 L3=23800 L4=26880 L5=29970		84,96 84,33 84,55 71,77 63,86	D1=D2=4700 D1=4700;D2=4440 D1=4440;D2=4430 D1=4440;D2=4020 D1=4020;D2=3500
Plinto	1	-	Hmax=3850	2,50Kg/m ³	D=24000

Tab.1-Pesi e dimensioni Aerogeneratore SG170 115mHH

La figura seguente ci mostra le componenti costitutive della navicella che rappresenta la componente dell'aerogeneratore la cui funzione è quella di trasformare l'energia del vento in energia elettrica.



Item	Descrizione	Item	Descrizione
1	Involucro	7	Controllo di imbardata
2	Generatore	8	Cuscinetto della lama
3	Lame	9	Converter
4	Hub	10	Impianto di raffreddamento
5	Moltiplicatore di giri	11	Trasformatore
6	Pannello di controllo	12	Cabina statore
		13	Cabina pannello di controllo
		14	Anemometri

Fig.1-Componenti Aerogeneratore Siemens Gamesa SG170

▪ **Fondazione per singolo aerogeneratore:**

Costituite da plinti in calcestruzzo di forma circolare con diametro $d=24,00m$ che saranno poggiati su una serie di pali di fondazione di profondità 30m ed il numero varierà in funzione delle caratteristiche geotecniche del sito.

▪ **Cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici:**

Si prevede una rete di elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30 kV collegamento fra gli aerogeneratori e tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione 150/30kV sita nel comune di Maida.

Lo scavo sarà a sezione ristretta, e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti.

Il cavidotto di collegamento alla RTN sarà posato su strade esistenti seguendo la

seguinte sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo: strato di calcestruzzo di 10 cm; cavi posati a trifoglio o in linea all'interno di tubi corrugati in PVC di diametro D=200mm direttamente sullo strato di calcestruzzo e ricoperti di calcestruzzo per ulteriori 20cm; corda in rame nudo di sezione 50 mm² per la messa a terra dell'impianto; posa di tubo PE di diametro esterno 50mm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione (Fibra Ottica); riempimento con ulteriori 20cm di calcestruzzo; nastro segnalatore/monitore a circa 60 cm dal piano campagna; riempimento dello scavo con terreno proveniente dallo stesso scavo se idoneo o riempimento con materiale granulare proveniente da cava; realizzazione pacchetto stradale costituito da strato di base, intermedio ed usura. Per ulteriori approfondimenti si veda la tavola E90_EL_T06.

▪ **Cabina di raccolta e Control room:**

La struttura costituente la cabina di raccolta e la control room saranno realizzate con struttura prefabbricata posizionata su una platea di fondazione. Il dettaglio grafico è riportato sulla Tavola E90_EL_T05.

Caratteristiche dimensionali Cabina di Raccolta	
Larghezza	2,45m
Lunghezza	8,08m
Altezza	3,05m

Tab.2

Caratteristiche dimensionali Control room	
Larghezza	2,45m
Lunghezza	6,08m
Altezza	3,05m

Tab.3

Le due strutture saranno posizionate su un terreno recintato di lato quadrato 15 metri.

▪ **Stazione di trasformazione lato utente(S.E.T. Utente):**

Opere elettromeccaniche:

- n. 1 TR 150/30 kV con potenza di 75 MVA con raffreddamento tipo ONAN-ONAF;
- n. 1 terna di scaricatori di sovratensione a ossido di zinco completi di contascariche;
- n. 1 terna di trasformatori di tensione induttivi isolati in SF6 a n.4 secondari (misure) con isolatori in silicone.

RS1 : 10VA cl.0,2 UTF

RS2 : 15VA cl.0,2 UTF

RS3: 30VA 5P20

RS4: 30VA 5P20

- n. 1 interruttore tripolare isolato in SF6 equipaggiato con un comando a molla;
- n. 1 sezionatore di linea tripolare rotativo, orizzontale con comando delle lame di linea motorizzato e comando delle lame di terra manuale;
- n. 1 terna di trasformatori di tensione induttivi isolati in SF6 a n.4 secondari (misure e protezioni) con isolatori in silicone.

RS1 : 10VA cl.0,2 UTF

RS2 : 10VA cl.0,2 UTF

RS3 : 50VA cl.3P

RS4 : 50VA cl.3P

Le principali caratteristiche elettriche sono:

- Tensione Nominale: 150 kV
- Tensione massima: 170 kV
- Minima distanza d'isolamento: 25 mm/kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale stallo AT: 1600 A
- Tensione nominale circuiti voltmetrici: 100V
- Corrente nominale circuiti amperometrici: 5 A
- Tensione di alimentazione ausiliaria in c.c.: 110 V
- Tensione di alimentazione ausiliaria in c.a.: 230/400 V

In stazione è prevista la realizzazione di un edificio che sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 20,80 x 4,60 m ed altezza massima fuori terra di circa 2,60 m, e sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione nonché i quadri MT, quadri bt in c.a. e c.c.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato preverniciato.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

3 CAPITOLATO PRESTAZIONALE

Nel presente capitolo sono descritti in maniera dettagliata tutti le operazioni, i materiali necessari all'esecuzione delle opere previste e le caratteristiche prestazionali delle opere finite che devono essere accertate tramite le prove ed i test previsti dalle norme vigenti in materia.

3.1 ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE

All'inizio dei lavori si procederà all'individuazione della superficie del cantiere ed alla delimitazione dell'area destinata a depositi e baraccamenti (area logistica di cantiere).

In prossimità degli accessi al cantiere sarà affissa apposita cartellonistica ai sensi del D.lgs.81/2008 e s.m.i., per gli addetti ai lavori e per persone esterne.

In prossimità dell'area principale di cantiere e della stazione Elettrica di Trasformazione sarà posto anche il "Cartello di Cantiere", indicante gli estremi autorizzativi e tutte le figure coinvolte nella costruzione dell'impianto.

L'area di cantiere, rappresentata sulla tavola grafica E90_CIV_T21 ha una superficie di circa 4039mq.

Esse saranno realizzate utilizzando materiale inerte di diversa granulometria per uno spessore di 30cm, appositamente rullato ogni 10 cm per la formazione del rilevato.

La modalità di realizzazione della struttura stradale prevede:

a) Strato di base per struttura stradale, dello spessore di 15 cm, da eseguirsi con materiale proveniente da cave di prestito (misto cava), avente assortimento granulometrico con pezzatura D32.

b) Formazione di strato di rifinitura per struttura stradale, dello spessore di 15 cm e pezzatura D25, da eseguirsi con materiali idonei alla compattazione, provenienti da cave di prestito.

Si prevede il compattamento a strati, fino a raggiungere in sito una densità (peso specifico apparente a secco) pari al 100% della densità massima ASHO modificata in laboratorio.

All'interno dell'area di cantiere saranno ubicati i baraccamenti, realizzati con moduli prefabbricati polifunzionali con dimensioni 5,00x2,50x2,50 m.

Due adibiti ad uso ufficio, uno adibito ad uso impresa esecutrice(refettorio) ed uno adibito a spogliatoio all'esterno saranno posti i bagni chimici.

È previsto che una ditta specializzata effettui periodicamente il ricambio delle acque bianche e nere dei WC.

I moduli prefabbricati avranno le seguenti destinazioni:

- 1) Ufficio Direzione Lavori e riunioni.
- 2) Ufficio impresa esecutrice.
- 3) Ufficio azienda fornitrice aerogeneratori.
- 4) Spogliatoio

All'interno di ciascun modulo sarà tenuto, per tutta la durata del cantiere, una cassetta di pronto soccorso in valigetta o in armadietto, in conformità a quanto prescritto dal D.M. 388/03 per unità produttive di tipo A.

L'approvvigionamento idrico avverrà tramite un serbatoio in materiale plastico ubicato in prossimità dei baraccamenti.

Prima dell'inizio dei lavori sarà richiesta una fornitura elettrica di cantiere in BT.

La potenza in prelievo dovrà essere tarata sulle specifiche esigenze, ad ogni modo è prevedibile che essa non sia inferiore a 30 kW.

Il gruppo di misura potrà essere installato nell'area di cantiere, ovvero su una delle palificazioni ENEL BT esistenti nell'area, a seconda di quanto stabilirà il Distributore.

Immediatamente a valle del gruppo di misura sarà installato un interruttore quadri-polare 4x100 A, su cui sarà attestato un cavo del tipo FG7OR con sezione 3x35+25mmq, per la

connessione al Quadro di Cantiere.

Il Quadro di Cantiere (conforme alle Norma CEI17-13/4) del tipo ASC, avrà una sola unità di entrata (dal contatore) e diverse unità di uscita, realizzate con prese a spina monofase e trifase del tipo CEE.

In alternativa alla fornitura BT dalla rete (scelta comunque consigliata) si potrà utilizzare un Gruppo Elettrogeno di analoga potenza. È comunque consigliabile avere un Gruppo Elettrogeno ad integrazione della fornitura di rete.

Sarà poi realizzato un impianto di terra ("di cantiere") con dispersori verticali a picchetto (L=1.5 m) in acciaio zincato e conduttore di terra nudo o isolato di sezione non inferiore a 35mmq. L'utilizzo di un interruttore differenziale con $I_{d} < 1$ A assicurerà il rispetto della condizione (norma CEI 64-8):

$R_E < 25/I_{dn}$.

3.2 REALIZZAZIONE DI STRADE IN RILEVATO/TRINCEA

Le strade di nuova realizzazione saranno realizzate con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo). Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie, se idonee, provenienti da scavi di sbancamento.

Le indagini geologiche effettuate in questo studio hanno certificato la presenza di un banco sabbioso arenaceo per gli aerogeneratori E1,E2,E6,E7,E8,E9,E10 e di una coltre alluvionale per gli aerogeneratori E3,E4 ed E5 al di sotto della coltre di terreno vegetale superficiale.

La UNI CNR 10006 classifica questo tipo di terre appartenenti al gruppo A1.

Per le strade sterrate in trincea si realizzeranno soltanto uno strato di base D32 ed uno strato di rifinitura D25 per un totale di 30cm di spessore, senza la necessità di realizzare opere di sottofondo.

Per le strade da realizzarsi in rilevato la prima fase prevede lo scotico del primo strato di terreno coltivo e lo spandimento successivo di misto granulare proveniente da cava di prestito oppure, dopo avere accertato l'assenza di inquinanti (si veda la Relazione sulla Gestione delle Terre e Rocce da Scavo), dalle terre provenienti dagli scavi effettuati in cantiere.

Il misto granulare richiesto, sia esso di cava che di frantumazione, deve essere costituito da elementi sani, tenaci, non gelivi e soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche C.N.R. – B.U. n. 139/92. Deve essere costituito da materiale frantumato spigoloso e poliedrico.

Non potranno essere utilizzati misti granulari costituiti da clasti di forma piatta o lenticolari e clasti teneri e friabili.

Per il costipamento si raccomanda l'impiego di un rullo liscio vibrante di peso compreso tra 6 e 8 t, agente sulla superficie da trattare ad una velocità massima di 1,5 Km/h, ed inoltre ogni singola striscia deve essere rullata con un minimo di 6 passate, con una percentuale di ricoprimento maggiore o uguale al 25%, iniziando dai bordi esterni per terminare con la fascia centrale.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato. Il materiale a pezzatura grossa, che eventualmente dovrà essere utilizzato per gli strati di fondazione, (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

A compattazione avvenuta, i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²) (CNR 146 -

1992) , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa dei due strati di base e di rifinitura della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 da N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo. Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo. Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m. Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti ed in ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm. Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente. L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo o portato a rifiuto se inutilizzabile. Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

3.3 ADEGUAMENTO DI STRADE ESISTENTI

Le strade da adeguare saranno realizzate con analoghe modalità delle strade di nuova realizzazione. Gli interventi saranno di allargamento fino a 5 metri e di livellamento della superficie stradale.

3.4 PIAZZOLA DI MONTAGGIO AEROGENERATORE

Le modalità di realizzazione prescritte ai paragrafi precedenti per le trincee ed i rilevati stradali sono valide anche nella formazione delle piazzole, con la differenza che nel caso delle piazzole è necessario che il rilevato temporaneo abbia una resistenza meccanica pari a 2kg/cm^2 , mentre il rilevato definitivo deve avere una resistenza pari a 3kg/cm^2 necessari ad assicurare la stabilità delle gru e dei mezzi d'opera.

La figura sottostante, riassume gli ingombri di una delle piazzole da realizzare:

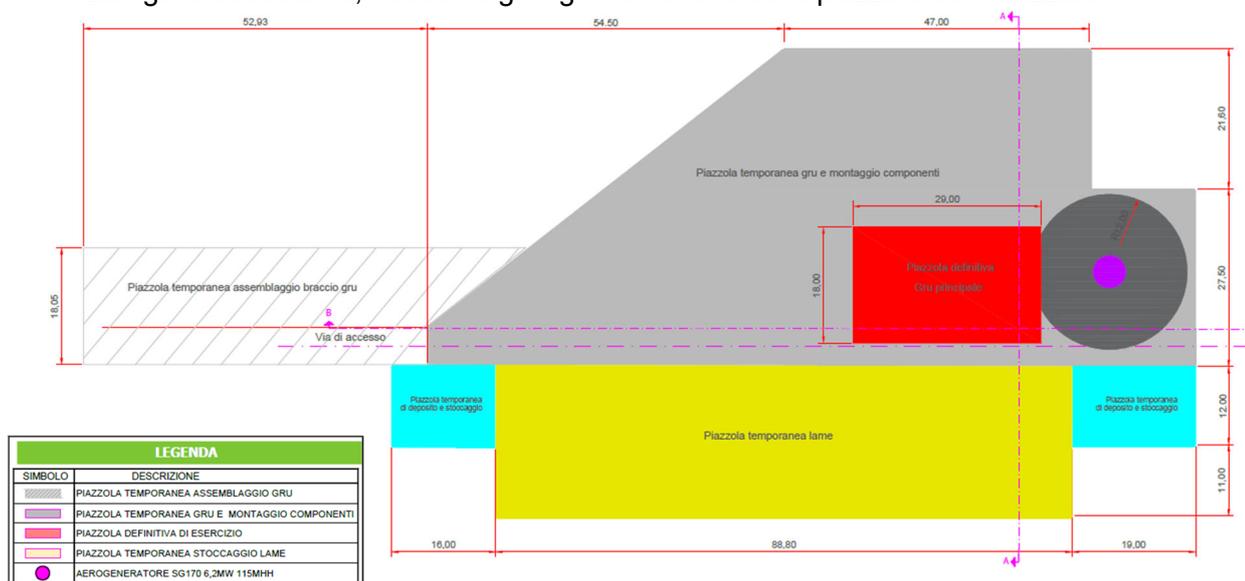


Fig.2-Piazzola di montaggio Aerogeneratore E3

La piazzola definitiva, evidenziata con il colore rosso in figura n.2 su cui sarà posizionata la gru principale di montaggio, dovrà avere una resistenza di 3kg/cm^2 ; mentre tutte le altre piazzole devono avere resistenza pari a 2kg/cm^2 .

La piazzola sarà realizzata con uno strato di fondazione di spessore non inferiore a 60 cm con pietrisco di granulometria media pari a 15cm da mettere in opera qualora il terreno sotto lo strato vegetale sia cedevole (non è il caso di questo progetto) e uno strato finale di spessore non inferiore a 30 cm costituito da uno strato dello spessore di 15cm di misto granulare di granulometria media pari a D32 e da uno strato di finitura dello spessore di 15cm di misto stabilizzato con granulometria variabile D25.

Le modalità di messa in opera dei materiali sono le medesime di quelle descritte al paragrafo 3.1.

Il progetto del rilevato viene considerato di tipo prestazionale, ovvero vengono definiti i valori minimi richiesti dei parametri di portanza di cui sopra, che sono esplicitati nella presente relazione e nelle tavole grafiche di progetto. Tali parametri dovranno essere verificati dall'impresa Esecutrice sotto il controllo della Direzione Lavori in fase esecutiva delle opere con una campagna di prove su piastra.

Andrà determinato il modulo è il "modulo resiliente" MR di progetto, valutabile sulla base di prove sperimentali; la scelta di tale parametro è dettata, come riportato dal Bollettino CNR n. 178, dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione. Tale valore andrà ricavato da prove sperimentali.

Il metodo di dimensionamento, ed in questo caso di verifica dei rilevati utilizzato, prevede tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente MR riportati nella tabella seguente:

modulo resiliente del sottofondo	Indice CBR	Modulo di reazione
$M_R = 150 \text{ N/mm}^2$	CBR = 15%	$k = 100 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 90 \text{ N/mm}^2$	CBR = 9%	$k = 60 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 30 \text{ N/mm}^2$	CBR = 3%	$k = 20 \text{ [kPa/mm]}$

Tab.4

Nel caso in esame si richiede un valore di M_R pari a 150N/mm^2 .

3.5 AEROGENERATORE IN PROGETTO

Il progetto prevede l'installazione di aerogeneratori prodotti secondo le tecnologie più avanzate del settore eolico e conformi alla norme Europee ed alla Direttiva Macchine.

Per le parti strutturali degli aerogeneratori sono previste l'esecuzione delle prove distruttive secondo i dettami delle NTC 2018.

3.6 SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali: - impianti di rilevati; - impianti di opere d'arte; - cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

L'impresa esecutrice dovrà attenersi agli elaborati di progetto e provvedere a profilare gli scavi secondo l'inclinazione prevista negli elaborati di progetto, eseguire in accordo con la D.L. prove e saggi aggiuntivi sulle terre, recintare e segnalare gli scavi e provvedere all'esecuzione di sbadacchiature e puntellamenti necessari al contenimento delle pareti di scavo.

I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra di cavi, tubazioni e condutture sotterranee (ENEL - GAS - METANO - ACQUA - etc.).

I rilevamenti e la misurazione degli scavi agli effetti del pagamento saranno eseguiti in contraddittorio con l'Impresa prima dell'inizio dei lavori ed al momento della contabilizzazione. Nel caso di appalti a misura i movimenti di terra saranno valutati generalmente a m^3 .

3.6.1 SCAVI DI SBANCAMENTO

Sono così denominati gli scavi, anche eseguiti a campione di materie di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza di acqua, occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; così, ad esempio, gli scavi in trincea, compresi cassonetti e cunette; quelli per lavori di spianamento del terreno:

- per impianto di opere d'arte;
- per formazione od approfondimento di cunette, fossi, canali; per scavi di bonifiche;
- per gradonamenti o abbassamenti del piano di posa dei rilevati;
- per disfacimento di massicciata ed apertura di cassonetto su strade esistenti.

In prossimità del ciglio delle trincee la superficie del suolo deve essere preparata in modo da impedire che le acque vengano a cadere lungo le scarpate. Pertanto l'impresa è tenuta a scavare nel terreno naturale, a quella distanza dal ciglio che sarà fissata dalla Direzione Lavori, apposito fosso di guardia delle dimensioni che verranno stabilite di volta in volta in relazione alle condizioni locali, con pendenza conveniente.

Negli scavi dovranno essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni, con l'obbligo di provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate ed al ripristino delle sezioni corrette.

A giudizio della Direzione Lavori, e qualora le condizioni nelle quali i lavori che si svolgono lo richiedano, l'impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali. Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi e mano d'opera adeguati; si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque.

3.6.2 SCAVI DI FONDAZIONE

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, effettuati al di sotto del piano orizzontale corrispondente al perimetro della fondazione del manufatto da realizzare.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno a scarpa.

E' vietato all'impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento.

3.7 RINTERRI

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti; - sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

3.7.1 BONIFICHE

La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006): - A1, A3 se proveniente da cave di prestito; - A1, A2-4, A2-5 se proveniente dai scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima

ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5 , gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm²)

Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

3.7.2 RIEMPIMENTO DI SCAVI

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7;

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni). In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri sono specificati sui disegni costruttivi.

3.8 PROVE E CONTROLLI SU RILEVATI E TRINCEE

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti le opere stradali e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto come i disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa, per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire alla D.L., prima dell'impiego, i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove di cantiere sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR/UNI 10006/63, e riportati nella Tabella n.5 sottostante.

LAVORAZIONI	CONTROLLI CONSENTITI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre; Grado di costipamento; Massa volumica in sito; CBR; Prova di carico su piastra. Modulo resiliente MR	C.N.R.-UNI 10006/63; B.U. C.N.R. n.69; B.U.C.N.R. n.22; CNR UNI 10009; B.U. C.N.R. n.146 A.XXVI; B.U. C.N.R. n.178;
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre; Grado di costipamento; Massa volumica in sito; CBR; Prova di carico su piastra.	C.N.R.-UNI 10006/63; B.U. C.N.R. n.69; B.U.C.N.R. n.22; CNR UNI 10009; B.U. C.N.R. n.146 A.XXVI;
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre; Grado di costipamento; Massa volumica in sito; CBR; Prova di carico su piastra. Modulo resiliente MR	C.N.R.-UNI 10006/63; B.U. C.N.R. n.69; B.U.C.N.R. n.22; CNR UNI 10009; B.U. C.N.R. n.146 A.XXVI; B.U. C.N.R. n.178;

Tab.5-Controlli sulle opere in trincea ed in rilevato e norma di riferimento

La D.L. sulla base considerazioni scientifiche sceglierà le prove più opportune tra quelle elencate in tabella n.5.

3.9 REALIZZAZIONE GABBIONATE

Per la stabilizzazione delle scarpate derivanti dalla formazione dei rilevati costituenti le piazzole e dagli allargamenti stradali si ricorrerà, ove necessario, ad opere di ingegneria naturalistica come i gabbioni metallici.

Le gabbionate sono permeabili, resistenti e allo stesso tempo molto flessibili in grado di opporsi, senza grandi deformazioni dei singoli elementi, ad assestamenti e/o cedimenti del piano di posa o del terreno a tergo dovuti a fenomeni erosivi o a fenomeni franosi. La struttura modulare e la forma degli elementi conferiscono all'opera una notevole capacità di adattamento alle diverse conformazioni plano-altimetriche del terreno, specie in interventi di sistemazione in alveo e difese di sponda, consentendo la realizzazione di opere anche di ridotte dimensioni e in zone di difficile accesso.

L'esecuzione dei Muri a Gabbioni, prevede la formazione e la sagomatura a scatola di ciascun gabbione, l'assemblaggio dei gabbioni, il loro riempimento ed infine il rinverdimento.

Prima della messa in opera, ciascun gabbione deve essere aperto, appoggiandolo su un terreno stabile e in piano, quindi deve essere stirato, eliminando ogni grinza e controllando che le linee di piegatura siano nella corretta posizione, in modo da poter formare la scatola. L'assemblaggio dei gabbioni, avviene accostando gli scatolari, per ciascuno strato, allineandoli e legandoli l'uno all'altro, prima di procedere al riempimento con pietrame.

Dopo averli posizionati e legati l'uno all'altro, i gabbioni devono essere riempiti con materiale lapideo non gelivo, avente pezzatura non superiore a 25 cm e di dimensioni non inferiori al diametro della maglia. Le dimensioni ottimali sono comprese in un intervallo tra 7,5 e 20 cm.

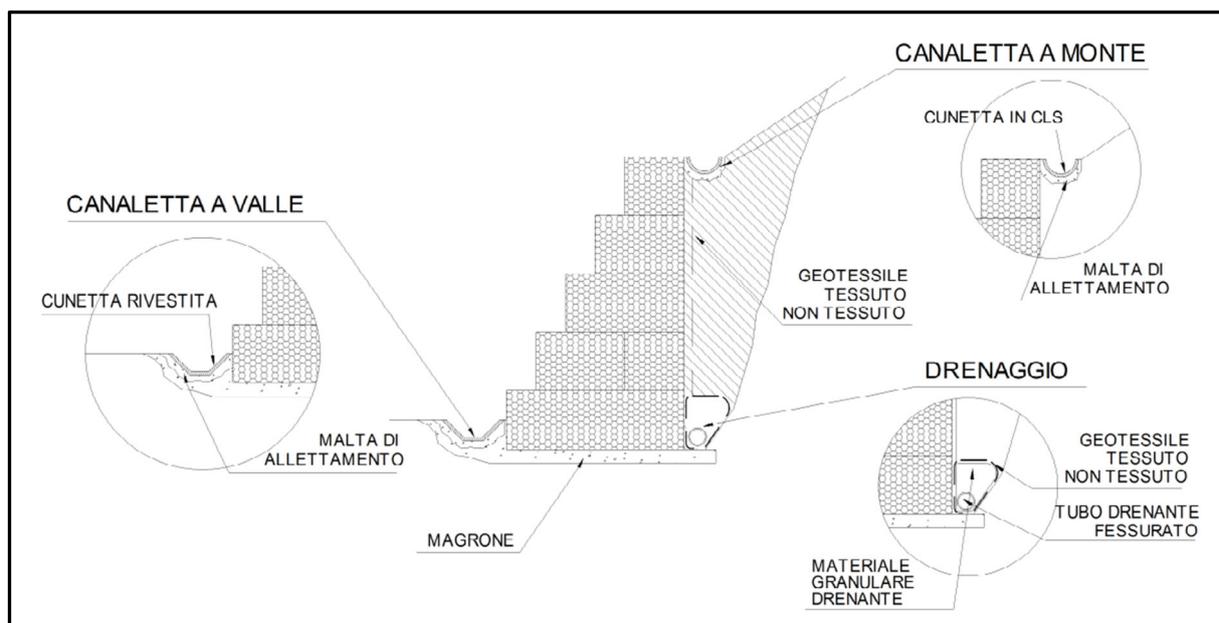


Fig.3-Modalità di messa in opera muro a gabbioni ed opere di drenaggio

I muri di sostegno, in molti casi presentano un terrapieno con una scarpata monte che al fine di migliorare il drenaggio e diminuire le spinte potrà essere dotata di tubi drenanti o di ulteriore materiale drenante posto tra i gabbioni ed il terrapieno.

In ogni caso, nel caso specifico di muri a gabbioni, le caratteristiche di permeabilità, proprie di questa particolare tipologia, garantiscono un ottimo drenaggio dell'acqua attraverso il materiale che li sostituiscono, impedendo che questa si accumuli a tergo del muro stesso, causando un incremento delle spinte ed evitando che queste ultime siano notevolmente superiori a quelle considerate in fase di progetto.

3.10 PALI TRIVELLATI DI GRANDE DIAMETRO

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato ed acciaio di armatura.

Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di speciali attrezzature fresanti.

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

La scelta delle attrezzature di scavo e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla DL. Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

La verifica della capacità portante e integrità del palo, deve essere basata su osservazioni

sperimentali relative alle specifiche condizioni in esame mediante prove e controlli obbligatori secondo il D.M.17/01/2018.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità (es. prove ecometriche, cross-hole, ecc.), deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di 2 pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ($\geq 80\text{cm}$), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a 4.

Sui pali di fondazione dovranno essere eseguite prove di carico statiche per controllarne il comportamento sotto le azioni di progetto.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE. Il numero e l'ubicazione delle prove di carico devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, per ciascun sistema di fondazione il numero complessivo di prove non deve essere inferiore a due nel caso di progetto in cui il numero di pali per fondazione è compreso tra 21 e 50.

3.11 PLINTI ED OPERE DI FONDAZIONE

Tutte le opere di fondazione dovranno essere realizzate conformemente ai disegni di progetto e alle relazioni di calcolo del c.a..

La preparazione, la posa in opera, i getti di conglomerato, le armature, etc. saranno eseguiti nella completa osservanza della normativa vigente (NTC 2018) e delle eventuali prescrizioni della direzione dei lavori.

Sotto ogni fondazione verrà eseguito un getto di pulizia in cls. magro dello spessore medio di cm.10.

I ferri inferiori delle fondazioni saranno posizionati a cm 5 dalla base d'appoggio prima del getto delle stesse.

I cordoli delle strutture di fondazione saranno gettati con l'ausilio di idonee cassetture in legname.

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo, e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni prescritte.

I tavoloni devono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere dall'appaltatore, a sue spese, estratto e sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché infissi, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso gli scavi e debbono essere assicurati ai pali stessi con robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

3.11.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER OPERE STRUTTURALI

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Nel caso, come previsto, di impiego di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, le forniture avverranno unicamente da impianti dotati di sistema di controllo certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1, così come indicato al 11.2.8 delle NTC 2018.

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato dovranno indicare gli estremi di tale certificazione.

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda, al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere, la lavorabilità prescritta. Sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera.

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump), e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna. L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato le autobetoniere.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verificino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento. Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate. Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Il costipamento del getto dovrà essere eseguito prima dell'inizio della presa del calcestruzzo. Le vibrazioni possono essere applicate al getto attraverso i casseri, oppure direttamente al getto stesso. La forma, le dimensioni e le posizioni di applicazione degli attrezzi vibranti, la frequenza e l'ampiezza delle vibrazioni impiegate, nonché l'entità della massa vibrante, devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche della massa di calcestruzzo da vibrare, alle armature, agli inserti ed alla disposizione di questi nel getto, nonché alla composizione granulometrica del calcestruzzo.

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti anti evaporanti, da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti anti evaporanti ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

3.11.2 PROVE E CONTROLLI SUI CALCESTRUZZI

Per i criteri di accettazione in cantiere ci si atterrà alle prescrizioni del punto 11.2.5 della normativa tecnica vigente (NTC2018).

Il Direttore dei lavori avrà l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

Controlli di tipo A: un controllo di accettazione (tre prelievi) ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di miscela omogenea per ogni classe di resistenza.

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria e il rapporto acqua/cemento.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89, o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

La prova di omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da mm 4. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3. La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88, almeno una volta per ogni giorno di getto. In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

3.11.3 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI

Il calcestruzzo della piastra di fondazione sarà in classe C45/55 ($R_{ck} \geq 55 \text{ N/mm}^2$), mentre per i pali di fondazione, per le fondazioni della cabina di raccolta, della control room e per le opere strutturali della stazione elettrica di trasformazione.

si utilizzerà un calcestruzzo in classe C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$).

Per ciascuna tipologia di calcestruzzo si riportano, di seguito, le rispettive caratteristiche meccaniche.

Calcestruzzo classe C45/55 ($R_{ck} \geq 55 \text{ N/mm}^2$):

Resistenza cilindrica a compressione	$R_{ck} = 550 \text{ daN/cm}^2$;
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c = 1,5$
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0,85$;
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 25,5 \text{ N/mm}^2$
Peso specifico	$\gamma_{cls} = 2500 \text{ daN/m}^3$

Calcestruzzo classe C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$):

Resistenza cilindrica a compressione	$R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$;
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c = 1,5$
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0,85$;
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 14,16 \text{ N/mm}^2$
Peso specifico	$\gamma_{cls} = 2500 \text{ daN/m}^3$

I piani di lavoro verranno realizzati con magrone C16/20 per opere non strutturali.

Ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche e della protezione contro il degrado del calcestruzzo, sulla base delle condizioni ambientali delle aree di getto si prescrive per il calcestruzzo una classe di esposizione XC4 ai sensi del punto 4.1.2.4.2 delle NTC2018 e delle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nonché nella UNI EN 206:2016.

3.12 CARATTERISTICHE ARMATURE PER CALCESTRUZZI

Armature ad aderenza migliorata tipo B450C.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine e deve portare impresso il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile in modo inequivocabile allo stabilimento di produzione.

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C (per le barre di armatura) e B450A.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. I riferimenti a tale attestato devono essere riportati sui documenti di trasporto di ogni fornitura.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non abbiano alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste della normativa tecnica vigente.

Suddetti Centri di Trasformazione dovranno essere dotati di un sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati, in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere

dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Alla consegna in cantiere, l'impresa esecutrice dovrà avere cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici.

Le caratteristiche degli acciai impiegabili per la realizzazione delle carpenterie per c.a. sono riportate di seguito.

Acciaio per cemento armato tipo B450C:

Tensione nominale di snervamento $f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2$;

Tensione nominale di rottura $f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$;

$(f_t/f_y)_k \geq 1,15$ e $< 1,35$

$(f_y/f_{y,nom})_k \leq 1,25$

Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7,5 \%$

Controlli di accettazione in cantiere:

Per i criteri di accettazione in cantiere ci si atterrà alle prescrizioni del punto 11.3.2.10.4 delle NTC 2018.

3.13 REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI INTERRATI MT

Per la realizzazione dei cavidotti interrati è necessario realizzare degli scavi a sezione obbligata.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto, essi dovranno inoltre essere spinti fino alla profondità che verrà ordinata dalla Direzione dei Lavori all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, in ogni caso, sono indicate nei disegni di progetto.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di ripristinare il già fatto, di por mano agli scavi prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato il tracciamento e la profondità degli scavi.

Compiuto lo scavo a sezione obbligata, si procede alla posa dei cavi e di tutte le stratigrafie di materiali secondo gli schemi riportati sulle tavole di disegno delle sezioni tipo dei cavidotti.

Una parte della terra rimossa pari al 50/60% del totale sarà accumulata ai bordi dello scavo per essere riutilizzata come riempimento, la terra eccedente invece sarà trattata secondo le modalità riportate nella Relazione sul Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo.

I materiali di riempimento devono essere stesi per strati non maggiori di 30 cm e ben compattati in modo da evitare successivi assestamenti e cedimenti successivi in corrispondenza dei tracciati di scavo.

La sabbia prevista per l'alloggiamento delle tubazioni e dei cavi dovrà essere di fiume, di cava, ecc., purché la stessa risulti lavata e vagliata ed assolutamente priva di materiali più grossolani della sabbia.

Gli scavi saranno realizzati con macchine escavatrici e, quando occorra, saranno solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature a regola d'arte, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che di posa dei cavidotti.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

3.14 FORNITURA DI ELEMENTI PREFABBRICATI

Fermo restando le dimensioni di progetto per la cabina di raccolta, la control room e per gli edifici della S.S.E. lato utente, si ricorrerà all'uso di elementi prefabbricati per le strutture fuori terra.

Gli elementi prefabbricati devono essere prodotti in impianti idonei in cui deve essere operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto deve essere predisposto in coerenza alla norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo.

Le forniture di elementi prefabbricati in c.a.p. dovranno essere accompagnate dai seguenti documenti:

a)disegni di progetto

b)relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni;

c)istruzione di montaggio;

d)piano di manutenzione;

e)certificato di origine del prodotto che deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale.

f)documentazione attestante i risultati delle prove effettuate in stabilimento.

Prima della messa in opera il direttore dei lavori deve accertarsi che ogni elemento sia contrassegnato da marchiatura fissa. che garantisca la rintracciabilità del produttore.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al capitolo 11.8 delle NTC 2018.

3.15 CABINA DI RACCOLTA, CONTROL ROOM ED ALTRI ELEMENTI PREFABBRICATI

Per gli scavi, i rilevati e le fondazioni da realizzare si deve fare riferimento ai paragrafi precedenti.

Nel caso in cui si provveda all'installazione di una cabina in prefabbricato si dovranno seguire le seguenti prescrizioni.

Il prefabbricato in elevazione sarà posato sulla fondazione; il piano di giunzione tra il monoblocco in elevazione e la fondazione sarà opportunamente sigillato e protetto secondo quanto indicato dagli elaborati di progetto.

Il piano interno della cabina dovrà trovarsi ad una quota superiore di 30cm a quella dell'area esterna finita secondo quanto esposto negli elaborati di progetto.

Intorno alla cabina sarà realizzato un marciapiede costituito da cordolo perimetrale in cls prefabbricato e tutto il piazzale dedicato a cabina di raccolta e control room sarà realizzato in misto stabilizzato.

3.16 REALIZZAZIONE PIAZZALE DELLA STAZIONE ELETTRICA LATO UTENTE

Il terreno interessato dalla costruzione del piazzale verrà preparato tramite i movimenti terra previsti in progetto, asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei lavori.

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

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Impresa, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;

b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;

c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Se la sovrastruttura deve essere appoggiata sul terreno direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente capo a);

c) per le terre argillose, si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio.

Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione della Direzione dei lavori un laboratorio da campo opportunamente attrezzato per eseguire almeno le prove riportate nella tabella n.5 del precedente capitolo 3.8.

Le modalità operative per la realizzazione dei rilevati sono riportate al paragrafo n.3.1 della presente relazione.

Sul rilevato verranno realizzate delle platee di fondazione armata necessarie ad ospitare le apparecchiature elettromeccaniche della stazione elettrica e gli edifici prefabbricati.

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.

Per la modalità di getto e cura del calcestruzzo si veda i paragrafi n.3.9,3.9.1 e 3.9.2.

3.17 REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI INTERRATI AT

Le modalità sono le stesse di quelle riportate al paragrafo n.3.11 della presente relazione.

4 PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE RELATIVE A TUTTE LE LAVORAZIONI

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità alle speciali prescrizioni che la Direzione dei Lavori darà all'atto esecutivo, impiegando nella loro esecuzione tutte le cautele per non danneggiare le parti rimaste in opera, rimanendo convenuto che l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, provvedere al ripristino di tutte quelle parti che rimanessero danneggiate per mancanza di provvedimenti atti alla conservazione di esse o per negligenza.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere norme e modalità di esecuzione, integrative di quelle di cui ai decreti sopra richiamati, in relazione a particolari esigenze costruttive.