

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA

Comuni di Codigoro e Fiscaglia (FE)

LOCALITA' "Valle Giralda"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 71 MWp

Sezione 7:

DOCUMENTI CONTABILI

Titolo elaborato:

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

N. Elaborato: 7.5

Scala: -

Proponente

VIRGO ALPHA S.r.l.

Via Piave, 7
CAP 00187 - ROMA (RM)
P.Iva 17296991007

Procuratore

Dott. Ing. SALVATORE FLORENI

Progettazione



TENPROJECT

sede legale e operativa

Loc. Chianarile snc Area Industriale - 82010 San Martino Sannita (BN)

sede operativa

Via A.La Cava 114 - 71036 Lucera (FG)

P.IVA 01465940623

Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettista

Dott. Ing. NICOLA FORTE



Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE
00	MAGGIO 2024	AF sigla	FDM sigla	NF sigla	Emissione progetto definitivo
Nome file sorgente	FV.CDG01.PD.7.5.R00.doc	Nome file stampa	FV.CDG01.PD.7.5.R00.pdf	Formato di stampa	A4

INDICE

INTRODUZIONE	3
SCHEDA SINTETICA DESCRITTIVA DEL PROGETTO	4
1 STRADE D'ACCESSO E INTERNE AL PARCO AGRIVOLTAICO	8
1.1 Strade di accesso e viabilità di servizio.....	8
1.1.1 Fase 1 – strade di cantiere	8
1.1.2 Fase 2 – Strade di esercizio	10
1.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della viabilità, e criteri di misurazione	11
1.2.1 Scavi di sbancamento a sezione ampia	11
1.2.1.1 Prescrizioni esecutive	11
1.2.1.2 Prescrizioni generali per scavi di sbancamento ed a sezione obbligata.....	11
1.2.1.3 Prescrizioni per scavi di sbancamento	12
1.2.1.4 Oneri compresi	13
1.2.1.5 Norme di misurazione	14
1.2.2 Riporti e rilevati.....	14
1.2.2.1 Prescrizioni esecutive per riporti e rilevati.....	15
1.2.2.2 Oneri compresi.....	17
1.2.2.3 Norme di misurazione	18
1.2.3 Lavori stradali e pavimentazioni esterne	18
1.2.3.1 Materiali e prescrizioni.....	18
1.2.3.2 Oneri compresi	20
1.2.3.3 Norme di misurazione	20
2. MODULI FOTOVOLTAICI	21
2.1 Requisiti tecnici minimi moduli fotovoltaici e strutture di supporto.....	21
2.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse all'installazione dei moduli e delle strutture di supporto.....	25
3. LAVORI DI SCAVO PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLE CABINE DI CAMPO E CABINA DI SMISTAMENTO	26
3.1 Opere di scavo per l'esecuzione della fondazioni cabine.....	26
3.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione degli scavi, e criteri di misurazione.....	26
3.2.1 Scavi di sbancamento a sezione ampia	26
4. REALIZZAZIONE DELLA RECINZIONE PERIMETRALE	27
4.1 Opere connesse all'esecuzione della recinzione	27

4.2 Organizzazione, oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della recinzione, e criteri di misurazione	27
5. REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO E LINEE DI COMUNICAZIONE	28
5.1 Lavori di scavo, realizzazione del cavidotto, posa dei cavi di collegamento e ripristino finale	28
5.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione delle opere di collegamento elettrico, e criteri di misurazione	29
5.2.1 Linee elettriche e di comunicazione	29
5.2.2 Prescrizioni per scavi a sezione obbligata	30
5.2.3 Prescrizioni per la posa dei cavi	30
5.2.4 Prescrizioni per la realizzazione di giunzioni e terminazioni	32
5.2.5 Prescrizioni per esecuzione di giunzioni e terminazioni cavi fibra ottica	32
5.2.6 Prescrizione per esecuzione di indagini georadar	33
5.2.7 Prescrizione per esecuzione perforazioni (T.O.C.)	33
5.2.8 Collaudo	33
5.2.9 Norme di misurazione	34
6. CABINE PREFABBRICATE	35
6.1 Prescrizioni per l'acquisto di prefabbricati	35
7. CABINA DI CAMPO	36
8. CABINA UTENTE DI SMISTAMENTO	37

1.INTRODUZIONE

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale installata pari a 71 MWp e potenza nominale di connessione pari a 60 MW da installare in provincia di Ferrara, nel comune di Codigoro in località "Valle Giralda", con opere di connessione ricadenti nei comuni di Codigoro e Fiscaglia.

Proponente dell'iniziativa è la società VIRGO ALPHA S.r.l. con sede in Via Piave, 7 - 00187 Roma (RM).

L'impianto agrivoltaico è costituito da 98628 moduli in silicio monocristallino, ognuno di potenza pari a 720 Wp. La configurazione dei pannelli, scelta in via preliminare, è costituita da un blocco di 7 file di tracker monoassiali. Ciascuna di esse consta di 24 moduli, ripartiti in n.12 moduli a valle ed a monte rispetto ad una barra di trasmissione tra le file parallele che traslerà in direzione est-ovest facendo ruotare, contemporaneamente, tutte le file ad esso collegate lungo la medesima direzione. Si precisa che la struttura descritta è la dimensione massima prevedibile, ma la stessa è modulabile per numero di moduli. Il limite di 7 file è dato, infatti, dalla massima trazione trasmissibile dalla barra per far scorrere le strutture ad esso collegate.

L'impianto è organizzato in n.6 campi delimitati da una recinzione perimetrale e provvisti di un cancello di accesso. Ogni stringa di moduli fotovoltaici è montata su una struttura metallica in acciaio zincato ancorata al terreno. All'esterno della recinzione, lungo il perimetro visibile dell'impianto, è prevista una fascia a verde di ampiezza pari a 3 m per garantire la mitigazione ambientale e paesaggistica dell'intervento.

L'impianto è organizzato in gruppi di stringhe collegati alle cabine di campo attraverso gli inverter di stringa. In particolare, l'energia elettrica viene prodotta da ogni gruppo di stringhe collegate in parallelo tramite quadri di parallelo DC in corrente continua (denominati "string box") e viene trasmessa agli inverter installati in campo e ancorati ai pali di sostegno di una delle strutture, che provvedono alla conversione in corrente alternata. Gli inverter attraverso linee BT vengono collegati ai trasformatori BT/AT ubicati all'interno delle cabine di campo.

Le linee AT 36 kV in cavo interrato collegano tra loro le cabine di campo, e quindi proseguono alla cabina di smistamento utente, prevista all'interno del campo 5.

Dalla cabina di smistamento utente si sviluppa una linea 36 kV interrata per il trasferimento dell'energia dell'impianto agrivoltaico alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entrata – esce alla linea RTN 380 kV "Ravenna Canala – Porto Tolle" e alle linee RTN 132 kV afferenti alla Cabina Primaria Codigoro ricollegata in doppia antenna alla suddetta Stazione Elettrica.

La proposta progettuale presentata è stata sviluppata in modo da ottimizzare al massimo il rapporto tra le opere di progetto ed il territorio, limitare al minimo gli impatti ambientali e paesaggistici e garantire la sostenibilità ambientale dell'intervento.

2.SCHEDA SINTETICA DESCRITTIVA DEL PROGETTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale installata pari a 71 MWp e potenza nominale di connessione pari a 60 MW da installare in provincia di Ferrara, nel comune di Codigoro in località "Valle Giralda", con opere di connessione ricadenti nei comuni di Codigoro e Fiscaglia. Di fatto un impianto agrivoltaico è una tipologia di impianto fotovoltaico installato su suoli agricoli che consente non solo di produrre energia elettrica da fonte solare, ma anche di continuare la coltivazione delle aree o di prevedere nuove coltivazioni. Si tratta, quindi, di un impianto fotovoltaico combinato all'attività di coltivazione dei campi.

L'impianto è organizzato in n. 6 campi all'interno dei quali si prevede l'installazione delle pannellature fotovoltaiche disposte su supporti su tracker monoassiali, a loro volta, ancorati al suolo tramite sostegni infissi.

Le file di inseguitori solari, che sono disposte lungo l'asse nord Sud, distano tra di loro 5,50 m dal palo centrale di ogni fila, in modo tale da evitare l'ombreggiamento reciproco tra le strutture, consentire le operazioni di pulizia e manutenzione dei pannelli, nonché permettere la coltivazione delle fasce di terreno d'interfila in maniera agevole, garantendo l'accesso ai mezzi agricoli.

Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione di una fascia arborea di mitigazione posta lungo il perimetro visibile del campo agrivoltaico, di larghezza pari a 3 m.

In particolare, la fascia si estende dal lato nord-ovest al lato sud-est dell'impianto, ovvero in corrispondenza dell'affaccio all'Abbazia di Santa Maria di Pomposa e della Chiavica dell'Agrifoglio, entrambe tutelate, in quanto beni architettonici, ai sensi dell'art. 142 del D.lgs 42/2004.

La zona di impianto è caratterizzata dalla presenza di numerosi canali di scolo che si dispongono su tutta la superficie. Si tratta di canali atti alla regimentazione idraulica del territorio, necessaria per l'intensa irrigazione delle coltivazioni o per le precipitazioni abbondanti, vista la natura pianeggiante dell'area stessa. Per la definizione del layout di impianto, si è perseguita la scelta di pannellare tutta l'area tombando, quindi, i canali presenti. Data la necessità di mantenere l'invarianza idraulica dell'area, sarà garantita una lieve pendenza al fine di convogliare, attraverso delle tubazioni di scarico in PVC, le acque eventualmente presenti sulla superficie di impianto verso i collettori e gli scoli presenti nelle immediate vicinanze, ovvero: Scolo Cinesio, Collettore Giralda e Scolo Usviglio.

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in calcestruzzo, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno ed alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva. Come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve ed altri carichi accidentali. Le caratteristiche dimensionali delle strutture sono riportate nell'elaborato grafico "Particolari costruttivi della struttura di fissaggio dei moduli fotovoltaici" (rif. elab. FV.CDG01.PD.4.1.R00).

I pannelli fotovoltaici hanno dimensioni 2384 x 1303 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 33 mm, per un peso totale di 38,3 kg ognuno.

Il suddetto impianto è costituito da 98628 moduli fotovoltaici, suddivisi in sottocampi e stringhe, i quali sono collegati in serie o in parallelo a seconda del livello. Genericamente, una serie di moduli costituisce una stringa, la quale si collega in parallelo ad altre stringhe per formare il sottocampo, il quale forma, con altri sottocampi sempre collegati in parallelo, il campo agrivoltaico.

L'impianto agrivoltaico è costituito da 98628 moduli in silicio monocristallino, ognuno di potenza pari a 720 Wp. La configurazione dei pannelli, scelta in via preliminare, è costituita da un blocco di 7 file di tracker monoassiali. Ciascuna di esse consta di 24 moduli, ripartiti in n.12 moduli a valle ed a monte rispetto ad una barra di trasmissione tra le file parallele che traslerà in direzione est-ovest facendo ruotare, contemporaneamente, tutte le file ad esso collegate lungo la medesima direzione. Si precisa che la struttura descritta è la dimensione massima prevedibile, ma la stessa è modulabile per numero di moduli. Il limite di 7 file è dato, infatti, dalla massima trazione trasmissibile dalla barra per far scorrere le strutture ad esso collegate.

Le strutture di sostegno sono realizzate in acciaio al carbonio galvanizzato, resistente alla corrosione, costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati superiormente ad un telaio piano orizzontale con tilt predefinito sul quale sono alloggiati i pannelli.

L'intero impianto è suddiviso in 6 campi gestiti da più inverter. Più in dettaglio i campi sono organizzati nel seguente modo:

- **CAMPO 1:** composto da 15870 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 11,43 MWp);
- **CAMPO 2:** composto da 19164 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 13,80 MWp);
- **CAMPO 3:** composto da 41610 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 29,96 MWp);
- **CAMPO 4:** composto da 15972 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 11,50 MWp);
- **CAMPO 5:** composto da 1056 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 0,76 MWp);
- **CAMPO 6:** composto da 4956 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 3,57 MWp).

Durante il giorno l'impianto agrivoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. Tale corrente è inviata attraverso i quadri di campo e sottocampo agli inverter, i quali la trasformano in corrente alternata trifase. Le uscite in corrente alternata degli inverter di ogni sottocampo si collegano a relativi trasformatori BT/AT che elevano la tensione a 36 kV; in particolare le 20 cabine di campo (comprehensive di cabine di campo "Spare") presenti in progetto saranno collegate tra di loro mediante un cavidotto AT 36 kV interrato che suddivise in gruppi giungeranno alla cabina di smistamento utente a partire dalla quale si svilupperà un cavidotto AT 36 kV interrato per il collegamento dell'impianto agrivoltaico alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla

linea RTN 380 kV "Ravenna Canala – Porto Tolle" e alle linee RTN 132 kV afferenti alla Cabina Primaria Codigoro ricollegata in doppia antenna alla suddetta Stazione Elettrica.

Le aree d'impianto (ovvero quelle destinate all'installazione dei pannelli fotovoltaici) saranno delimitate da una recinzione realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde collegata a pali in acciaio tinteggiati verdi infissi direttamente nel suolo. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede di installare la recinzione in modo da garantire lungo tutto il perimetro dell'impianto un varco di 20 cm rispetto al piano campagna. L'accesso all'area d'impianto avverrà attraverso due cancelli carrai a due ante, con luce netta 5 m ed ante montate su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

All'interno dell'area d'impianto e perimetralmente alla recinzione è previsto un sistema di illuminazione associato alla videosorveglianza che emette luce artificiale solo in caso di rilevamento di persone e/o mezzi o in caso di interventi di emergenza, il quale sarà montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato. L'illuminazione avverrà dall'alto verso il basso in modo da evitare la dispersione verso il cielo della luce artificiale in accordo con quanto previsto dalla normativa regionale e nazionale in materia di inquinamento luminoso (ad esempio L.R. Emilia-Romagna 19/2003). All'interno dell'area di impianto è prevista, infine, l'installazione di cabine destinate ai servizi ausiliari del campo agrivoltaico ovvero illuminazione, sistema di video sorveglianza ecc.

Come descritto precedentemente, a partire dall'area d'impianto si sviluppa il cavidotto AT 36 kV esterno di collegamento tra la cabina di smistamento utente e la futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV.

Il cavidotto AT 36 kV sarà interrato, per la totalità del suo percorso su strada esistente, fino ad arrivare alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV che sarà ubicata nel comune di Fiscaglia (FE).

Le opere da eseguire sono così di seguito suddivise:

CAPITOLO 1

STRADE DI ACCESSO E INTERNE AL PARCO AGRIVOLTAICO

CAPITOLO 2

MODULI FOTOVOLTAICI E STRUTTURE DI SUPPORTO

CAPITOLO 3

LAVORI DI SCAVO PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLE CABINE

CAPITOLO 4

REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE

CAPITOLO 5

REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO E LINEE DI COMUNICAZIONE

CAPITOLO 6

REALIZZAZIONE DELLE CABINE PREFABBRICATE

CAPITOLO 7

REALIZZAZIONE DELLE CABINE DI CAMPO

CAPITOLO 8

CABINA UTENTE DI SMISTAMENTO

3. STRADE D'ACCESSO E INTERNE AL PARCO AGRIVOLTAICO

1.1 Strade di accesso e viabilità di servizio

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

FASE 1 – STRADE DI CANTIERE (sistemazioni provvisorie)

FASE 2 – STRADE DI ESERCIZIO (sistemazioni finali)

La viabilità interna all'impianto risulterà costituita principalmente da tratti di strade da realizzare *ex novo*, per collegare le cabine di campo e per raggiungere i diversi moduli fotovoltaici.

I nuovi tracciati avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto così come si evince dalle tavole dei profili stradali del progetto definitivo.

1.1.1 Fase 1 – strade di cantiere

Il percorso rappresentato nel progetto definitivo è stato concepito per far coincidere totalmente le strade di esercizio con quelle di cantiere, limitando le divisioni delle singole proprietà. Le strade durante la fase di cantiere dovranno avere una fondazione di imposta pari a una larghezza di circa 5 m e uno spessore di circa 30 cm, da uno strato di finitura per una larghezza di circa 5 m e uno spessore di 10 cm, così come dettagliato nel relativo progetto esecutivo.

In questa fase la sezione stradale avrà larghezza variabile, rispetto a quella standard pari a 5 m definita indicativamente nelle tavole delle sezioni stradali del progetto, al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere in fase di trasporto e montaggio dei moduli fotovoltaici.

Piccole variazioni possono essere consentite, soprattutto per quel che riguarda la consistenza del corpo stradale che potrebbe subire delle riduzioni dello spessore, in tratti ove l'andamento e la consistenza del terreno lo consentono.

Altre minime modifiche, possono essere consentite nel tracciato, sia planimetricamente che altimetricamente, al fine di ottimizzare il lavoro, ma garantendo sempre solidalmente:

- l'esecuzione ed il completamento di tutte le attività all'interno del campo (soprattutto passaggio degli automezzi e dei componenti),
- la percorribilità senza cedimenti e deformazioni localizzate della strada,
- l'occupazione dei suoli terreni contrattualizzati dalla Committente.

La viabilità dovrà comunque essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere dei mezzi necessari ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'impianto (moduli fotovoltaici, strutture di supporto e cabine), oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi, poiché tali automezzi saranno di consistenti peso e lunghezza.

L'adeguamento o la costruzione *ex novo* della viabilità di cantiere deve obbligatoriamente essere tale da garantire il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco. Le opere di convogliamento delle acque saranno realizzate in maniera tale da evitare

sversamenti non regimentati nei terreni adiacenti alle sedi stradali; pertanto dovranno prevedersi, caso per caso e secondo le specifiche sezioni stradali raccordate al naturale pendio del terreno, scoline di raccolta trasversali o ubicate ai margini della sezione stradale, e fossi di guardia posizionati a monte e al piede dei rilevati nei casi in cui la strada sia ricavata in trincea o in scavo e rinterro; particolare attenzione si dovrà prestare nei punti di raccordo tra la nuova viabilità e quella esistente, al fine di salvaguardare l'attuale sistema di convogliamento delle acque meteoriche e al fine di evitare sversamenti diretti delle acque provenienti dalle nuove opere stradali su quelle esistenti. Per ovviare a inconvenienti del genere si dovrà prevedere la posa eventuale di tubazioni metalliche che attraversano il corpo stradale e canali di raccolta per intercettare le acque e permettere il loro corretto convogliamento e deflusso.

Tanto premesso le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

Tracciamento stradale: comprende la determinazione dei punti fissi e delle quote di progetto della viabilità, la pulizia del terreno consistente nello scotico del terreno vegetale, il carico, trasporto a rifiuto o reimpiego del materiale; comprende lo sradicamento delle ceppaie e la selezione e l'accantonamento in situ del cotico erboso per il successivo reimpiego in fase di rinaturalizzazione delle aree di cantiere. In ogni tratto stradale bisognerà prestare particolare attenzione alle alberature e agli arbusti esistenti, che dovranno essere salvaguardati anche per la natura stessa delle aree di intervento che, sebbene non soggette a vincolo idrogeologico, risultano di particolare pregio; qualora si rendano necessari, per la corretta esecuzione delle opere eventuali tagli di arbusti e/o alberature, l'appaltatore, prima di procedere, è tenuto obbligatoriamente a darne comunicazione alla Direzione Lavori, la quale, previa autorizzazione delle Autorità Competenti, darà l'eventuale autorizzazione.

Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo ed eventuale formazione di rilevati. I materiali di scavo possibilmente dovranno essere reimpiegati in situ sia per la formazione dei rilevati di altri tratti stradali. Prima di riutilizzare il materiale scavato per la formazione dei rilevati, l'appaltatore dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori, che provvederà a constatare l'idoneità del materiale da reimpiegare. Per quanto riguarda il riutilizzo in situ di materiale scavato per ripristinare le aree di cantiere, non necessarie alla fase di esercizio dell'impianto, l'Appaltatore dovrà separare e stoccare in aree predisposte, il terreno vegetale dal materiale arido, per consentire alla Direzione Lavori la constatazione delle caratteristiche dei materiali e per stabilirne quindi il loro corretto riutilizzo.

In nessun caso, seppure sollecitato dai proprietari, l'Appaltatore può disseminare nei terreni limitrofi il materiale scavato e non riutilizzabile, senza l'autorizzazione della Direzione Lavori; questo al fine di salvaguardare le caratteristiche del sito, per rispettare i criteri progettuali adottati e per tenere fede a quanto dichiarato in tutti gli elaborati grafici e descrittivi del progetto autorizzato.

Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la sovrastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura. La superficie di posa deve essere priva di acque stagnanti e sagomata secondo la pendenza trasversale prevista per la realizzazione del piano transitabile finale. Quale che sia la natura dei terreni costituenti il sottofondo, esso deve essere opportunamente costipato ricorrendo ai più idonei rulli di costipamento, poiché per il sottofondo visto la mole di carichi che transiteranno all'interno del cantiere, si richiede un grado di costipamento maggiore o uguale al 95% della densità massima di riferimento (AASHTO Modificato), per

uno spessore dell'ordine di 20 ÷ 40 cm. Qualora la natura del sottofondo sia tale per cui nonostante il corretto trattamento dello stesso non è possibile il raggiungimento del modulo suddetto si potrà ricorrere all'uso di materiale geotessile o di quant'altro l'appaltatore dovesse ritenere più opportuno.

Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura 4/7 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 20/30 cm. Il misto granulare richiesto, sia esso di cava che di frantumazione, deve essere costituito da elementi sani, duri, puliti, pertanto non potranno essere utilizzati misti granulari costituiti da clasti teneri, quali brecce calcaree, arenarie, tufi, pozzolane, ecc, e dovranno essere assolutamente assenti materiali dannosi, sia in forma pellicolare che come aggregati indipendenti. 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.

Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli e poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 30mm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione. Già in fase di cantiere dovrebbe essere realizzata la pavimentazione stradale costituita da: fornitura, stesa, innaffiamento e rullatura di uno strato di frantumato di cava di colore scuro di 3 cm, e la sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche, prevedendo altresì bande laterali di circa 50 cm costituite da materiale lapideo di maggiore pezzatura non costipato al fine di garantire il drenaggio delle acque.

1.1.2 Fase 2 – Strade di esercizio

La fase seconda prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio; prevede altresì il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente.

L'andamento della strada dovrà essere regolarizzato e la sezione della carreggiata utilizzata in fase di cantiere dovrà essere di 5,00 m, mentre tutti i cigli dovranno essere conformati e realizzati secondo le indicazioni della direzione lavori, e comunque riutilizzando terreno proveniente dagli scavi seguendo pedissequamente il tracciato della viabilità di esercizio.

Le opere connesse alla viabilità di esercizio saranno così realizzate:

- eventuale ripristino finale della pavimentazione stradale già realizzata in fase di cantiere ed indicata al paragrafo precedente al punto **Realizzazione dello strato di finitura**;
- Sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche e eventuali ripristini delle bande laterali drenanti già previste in fase di cantiere;
- Modellazione con terreno vegetale dei cigli della strada e delle scarpate e dei rilevati;

- Ripristino della situazione ante operam delle aree esterne alla viabilità di esercizio, delle zone utilizzate durante la fase di cantiere.

1.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della viabilità, e criteri di misurazione

1.2.1 Scavi di sbancamento a sezione ampia

Si definiscono scavi di sbancamento quelli eseguiti con qualunque mezzo meccanico a qualunque profondità, in terreni di qualsiasi natura e consistenza compresa la roccia tenera e dura, in presenza o meno di acqua, occorrenti per:

- Spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti;
- Scotico dello strato superficiale di humus;
- Tagli di terrapieni;
- Formazione di piazzali, strade, rampe incassate;
- Apertura di trincee stradali, compresi cassonetti e cunette;
- Formazione ed approfondimento di fossi e canali di vasta superficie, ecc.;
- Scavo delle platee di fondazione e fondazioni di particolari dimensioni.

In generale sono considerati di sbancamento tutti quegli scavi nei quali possono operare, all'interno degli stessi, mezzi di scavo e di trasporto di qualsiasi tipo.

Gli scavi per piani di appoggio per platee di fondazione sono considerati scavi di sbancamento quando la loro superficie è superiore a 150 m², e sempre che in essi possano operare direttamente escavatori e mezzi di trasporto di qualsiasi tipo sia pure con la formazione, di rampe provvisorie.

Sono pure considerati scavi di sbancamento quelli sopra definiti e che l'Appaltatore, per qualsiasi ragione, esegue a mano oppure con mezzi meccanici operanti al di fuori dell'area dello scavo, ma che avrebbero potuto essere eseguiti con mezzi meccanici operanti all'interno dell'area di scavo.

1.2.1.1 Prescrizioni esecutive

Le prescrizioni che seguono sono valide qualunque sia la natura geologica delle terre, in presenza o meno d'acqua.

1.2.1.2 Prescrizioni generali per scavi di sbancamento ed a sezione obbligata

Gli scavi per qualsiasi genere di lavoro, eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia all'asciutto che in acqua, devono essere eseguiti fino alla quota di progetto e con le dimensioni prescritte, e secondo le eventuali prescrizioni particolari fornite per iscritto dalla Committente all'atto dell'esecuzione. L'Appaltatore può, per ragioni particolari di lavoro, e comunque previa autorizzazione scritta della Committente, approfondire gli scavi oltre la quota di progetto, o estenderli oltre le dimensioni prescritte; in tali casi però non gli verrà riconosciuto il maggior scavo eseguito e l'Appaltatore

dovrà provvedere a sua cura e spese, oltre al normale reinterro, al riempimento della maggior sezione di scavo ed al relativo compattamento, impiegando materiale idoneo approvato dalla Direzione Lavori.

Si deve inoltre provvedere, a propria cura e spese, alla realizzazione e manutenzione delle opere necessarie affinché le acque eventualmente scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, togliendo ogni impedimento che si oppone al regolare deflusso delle acque ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di fossi di guardia, di canali fuggatori, scoline, pozzi perdenti, ecc.; il tutto senza provocare danni ad altri manufatti ed opere, e senza causare interruzione nei lavori in genere.

Si possono utilizzare i materiali stessi per l'esecuzione di tutte quelle opere per le quali essi siano ritenuti idonei, previa autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Detti materiali potranno essere depositati, a cura e spese dell'Appaltatore, in un luogo opportunamente scelto entro l'area di cantiere, per essere poi ripresi e utilizzati a tempo opportuno. I materiali provenienti da scavi in roccia possono essere utilizzati, se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, per murature e fondazioni stradali e, in subordine, per formazione di rilevati. I materiali non utilizzabili o non ritenuti idonei per altri impieghi nei lavori, devono essere portati a rifiuto fuori dall'area di cantiere; in ogni caso i materiali depositati non devono provocare impedimenti o danni ai lavori, alle proprietà pubbliche e private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

Particolare cura si deve usare durante i lavori di scavo, nei riguardi di fabbricati ed opere limitrofe e delle relative fondazioni. L'Appaltatore deve adottare, a sua cura e spese, tutti i provvedimenti atti ad evitare danni ed a garantire l'incolumità di persone e cose, assumendosene la totale responsabilità.

Se durante gli scavi vengono rinvenute opere, canalizzazioni, cunicoli, cavi di qualsiasi tipo, tubazioni in genere ed altri manufatti, previsti o imprevisi, l'Appaltatore deve fare quanto necessario perché le opere suddette restino nella situazione originaria e non risultino danneggiate dai lavori in corso.

La Direzione Lavori deve essere immediatamente avvisata dei suddetti rinvenimenti, sia per dare le istruzioni del caso, che per disporre, eventualmente, le opportune varianti del progetto. L'Appaltatore è comunque responsabile dei danni alle opere interessate dai lavori, nonché dei danni che dovessero derivare dalla manomissione delle stesse.

L'eventuale riparazione delle opere rinvenute e danneggiate ed i danni conseguenti sono a totale carico dell'Appaltatore.

Nel caso di rinvenimento di materiali contenenti sostanze nocive, l'Appaltatore deve preventivamente chiedere alla Committente istruzioni sul loro trattamento e destinazione, istruzioni alle quali deve poi attenersi scrupolosamente. I relativi costi saranno oggetto di apposita trattativa.

1.2.1.3 Prescrizioni per scavi di sbancamento

Gli scavi di sbancamento in terra o in roccia tenera devono essere eseguiti esclusivamente a macchina. Eccezione é prevista unicamente in caso di presenza di opere interrato di tale dislocazione da rendere impraticabile l'uso di mezzi meccanici.

Se l'appaltatore, nel caso di scavo in roccia tenera, dopo aver accertato l'impossibilità materiale di eseguire lo scavo con il solo mezzo meccanico come sopra detto, dovesse ritenere che gli scavi debbano essere eseguiti con l'ausilio di esplosivo, ne chiederà preventivamente l'autorizzazione scritta alla Direzione Lavori. L'Appaltatore deve informare la Direzione Lavori circa le scarpate necessarie e più opportune che esso intende adottare in relazione alla natura del terreno, e solamente dopo l'ottenimento della approvazione, può procedere nei lavori, restando comunque responsabile di eventuali danni alle persone, alle cose ed alle opere. Provvederà anche, a sua cura e spese, alla rimozione e allontanamento del materiale eventualmente franato.

Per quanto sopra non specificato si farà riferimento alle “**norme tecniche DM 11/3/88**”.

1.2.1.4 Oneri compresi

Oltre agli oneri derivanti dalle prescrizioni di cui ai precedenti paragrafi, l'Appaltatore deve considerare compresi nei prezzi per gli scavi di sbancamento e per gli scavi a sezione obbligata i seguenti oneri:

- a)** pulizia del terreno, consistente nel taglio di alberi, cespugli, arbusti, ecc. ed estirpazione di radici, ceppaie ed altro materiale deperibile, fino alla distanza di 1 m intorno all'area dello scavo;
- b)** trasporto e scarico totale o parziale del materiale scavato, asciutto o bagnato, dal luogo di scavo fino al luogo o ai luoghi di scarico.
- c)** livellamento del fondo degli scavi, regolarizzazione delle pareti e/o delle scarpate e formazione di eventuali gradoni;
- d)** eventuali opere provvisorie a sostegno delle pareti degli scavi, costituite da semplici sbadacchiature in legno e/o in ferro, puntellamenti, armature di qualsiasi materiale, strutture provvisorie in legno e/o ferro, ecc., nonché gli oneri derivanti dalla presenza di dette opere provvisorie. Nessun compenso spetta all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette sbadacchiature, armature, ecc. Tali oneri si intendono compresi nei prezzi degli scavi eseguiti fino a profondità dei primi 3 m sotto il piano di scavo generale e di sbancamento;
- e)** per scavi in roccia, eseguiti a qualunque profondità, con uso di esplosivi, compressori, martelli demolitori, punte e fioretti, ecc., qualsiasi costo sostenuto per ottenere dalle Autorità competenti i permessi per l'impiego di esplosivi. L'impiego di esplosivi deve comunque essere approvato dalla Direzione Lavori e dalla Committente e deve avvenire adottando tutte le precauzioni e cure necessarie in relazione alla natura delle rocce da rimuovere, allo scopo di evitare il disgregamento della roccia stessa oltre il perimetro di scavo previsto dal progetto, e sul fondo. Gli scavi aggiuntivi che si rendessero necessari per l'eliminazione di parti disgregate e il risanamento delle pareti o del fondo, i relativi rinterri con materiale approvato dalla Direzione Lavori, eventuali danni provocati dagli esplosivi alle opere adiacenti, nonché i relativi rifacimenti, sono a completo carico dell'Appaltatore;
- f)** formazione di rampe di accesso al piano di sbancamento ed eventuale successivo ripristino dell'area;
- g)** rinterro degli scavi e loro costipamento. I rinterri devono essere eseguiti collocando il materiale a strati di spessore non superiore ai 30 cm scartando, nel caso di materiale roccioso, quelle pezzature che non consentono di raggiungere un'adeguata compattazione. Il materiale impiegato per il rinterro di scavi deve essere sano e privo di sostanze putrescibili, e comunque di qualità idonea e caratteristiche

preventivamente approvate. Qualora il materiale proveniente dallo scavo, a giudizio della Direzione Lavori, non sia ritenuto idoneo per i rinterri, deve essere impiegato materiale proveniente da cave di prestito o da altri luoghi.

1.2.1.5 Norme di misurazione

Qualora il direttore dei lavori imponesse delle varianti, la contabilizzazione della variante rispetto al progetto avverrà come appresso descritto.

a) La misurazione degli scavi di sbancamento è effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori, l'Appaltatore esegue in contraddittorio con la Committente il controllo delle quote effettive del terreno in base alle sezioni trasversali, e la verifica delle distanze tra le sezioni stesse.

Il volume degli scavi è determinato in base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto. Il volume degli scavi risulta generalmente dai disegni di progetto e corrisponde alla massima superficie della costruzione da eseguire (misurata in pianta) moltiplicata per la relativa altezza, il tutto maggiorato del volume delle scarpate. Gli oneri per eventuali rampe, piste di accesso ecc., (scavi, riporti, costipamenti) saranno a completo carico dell'Appaltatore, e le relative quantità non verranno pertanto contabilizzate.

b) Gli scavi che in base alle descrizioni possono essere considerati generali di sbancamento, e il cui perimetro sia completamente delimitato da palancolate tipo Larssen o similari, vengono classificati come scavi a sezione obbligatoria e contabilizzati con i relativi articoli di Prezziario, limitatamente agli scavi inclusi in una fascia a contatto con il palancolato di larghezza in pianta di 2 m

c) Per lo scavo di sedi stradali resta inteso che la sagoma di progetto delimitante le aree di scavo è quella che segue il fondo dei cassonetti.

d) Per lo scavo di sbancamento in roccia tenera eseguito con l'ausilio di esplosivo e/o di martello demolitore, sarà applicabile il prezzo previsto nel Prezziario solo per le porzioni di scavo per le quali si sia resa strettamente necessaria tale metodologia.

1.2.2 Riporti e rilevati

Si tratteranno esclusivamente i riporti eseguiti con:

- materiali provenienti da scavi e/o da depositi esistenti nell'area di cantiere;
- materiali provenienti da cave all'interno e/o all'esterno dell'area di cantiere.

In base alla destinazione i riporti vengono così distinti:

- a) riporti e/o rilevati destinati a costituire riempimento generale di aree per impianti fino alle quote di progetto;
- b) riporti destinati a costituire il corpo di rilevati stradali, escluse le fondazioni stradali propriamente dette;

L'esecuzione dei riporti, essendo subordinata al programma generale di esecuzione degli impianti, può subire variazioni, sia nel programma che nelle modalità esecutive.

Per i criteri da seguire nel progetto e nell'esecuzione dei lavori, per quanto non specificato, si rinvia alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno della terra e delle opere di fondazione" contenute nel D.M. 11/3/1988, ed a quanto indicato nella Circolare del MINISTERO LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988" in seguito "norme tecniche DM 11/3/88".

1.2.2.1 Prescrizioni esecutive per riporti e rilevati

Preparazione del piano di posa dei riporti

Per la preparazione del piano di posa dei riporti, se necessario, si deve provvedere al taglio delle piante, all'estirpamento delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed al loro trasporto fuori dall'area di cantiere. Si deve altresì provvedere all'asportazione dello strato superficiale di terreno vegetale.

La prefissata profondità di 20-30 cm relativa alla pulizia del terreno ed all'asportazione del terreno vegetale, può essere maggiorata qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario. La Direzione Lavori può richiedere che il terreno vegetale degli strati superficiali venga trattenuto ed accatastato ai lati dell'area per essere successivamente utilizzato per il rivestimento di scarpate, banchine, ecc. In tal caso l'Appaltatore deve assicurare il regolare smaltimento delle acque e che non venga ostacolato il lavoro di cantiere.

Effettuata la rimozione dello strato di terreno vegetale, o raggiunta a seguito di sbancamento la quota d'imposta del riporto, deve essere eseguita, ove ritenuta necessaria a giudizio della Direzione Lavori, la compattazione del piano di posa del riporto con numero di otto passate di rullo compressore avente un peso minimo di 6 t.

Quando i riporti da eseguire devono poggiare su declivi con pendenza superiore al 15%, si deve provvedere all'esecuzione, lungo il pendio, di gradoni con inclinazione del 2-3% inversa a quella del terreno.

Qualora il riporto abbia uno spessore maggiore di 50 cm, la Direzione Lavori, a sua discrezione, può richiedere che il piano di posa dello stesso, per uno spessore di almeno 30 cm, venga compattato fino a raggiungere il 90% della densità AASHTO Modificata.

La Direzione Lavori potrà verificare il grado di costipamento; nel caso il limite sia inferiore al 90%, si dovrà operare affinché detto valore sia raggiunto, senza alcun onere da parte della Committente.

Materiali

La Direzione Lavori indicherà per ogni riporto il tipo di terra richiesto, autorizzando preventivamente l'utilizzo di materiali proveniente da scavi eseguiti in cantiere;

Per la formazione dei riporti alle quote prescritte, devono essere impiegati, in generale, e salvo quanto più avanti prescritto, fino al loro totale esaurimento, tutti i materiali provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti nel corso dei lavori, se e in quanto disponibili, ed adatti a giudizio della Direzione Lavori stessa;

In ogni caso prima di utilizzare tali materiali si deve chiedere l'autorizzazione alla Direzione Lavori.

L'onere del loro trasporto dalla zona di scavo alla zona di utilizzazione nell'area di cantiere è compreso nel prezzo dello scavo.

Qualora i materiali di cui sopra vengano a mancare in tutto o in parte, i materiali occorrenti devono essere prelevati da cave gestite da terzi, o da cave di prestito predisposte all'uso dall'Appaltatore.

L'Appaltatore deve tener conto della distanza della/e cava/e dal luogo d'impiego. Qualora si ricorra a cave di prestito, queste devono essere coltivate a totale cura e spese dell'Appaltatore in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi, quanto a scavo ultimato, non si abbiano a verificare franamenti, ristagni d'acqua e comunque condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

I materiali provenienti da cave, se diversi da quelli prescritti, per essere resi idonei alla formazione di riporti in conformità alle richieste, possono essere sottoposti ad adeguati trattamenti preliminari (vagliature, frantumazione, miscelazione od altro), tali da farli rientrare nel tipo di terra prescritta, il tutto a cura e spese dell'Appaltatore.

La necessità di procedere a tali trattamenti, nonché il tipo e le modalità esecutive del trattamento stesso, devono essere stabiliti tra Appaltatore e Direzione Lavori a seguito di indagini in situ e/o prove di laboratorio, eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

In casi particolari, e sempre previa autorizzazione della Direzione Lavori, le cave di prestito possono essere ubicate anche all'interno dell'area di cantiere.

Esecuzione dei riporti

La stesa del materiale di formazione del riporto deve essere eseguita in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale ed al mezzo costipante usato; comunque ogni strato non deve avere uno spessore superiore a 30 cm.

Ogni strato deve avere la pendenza necessaria per permettere un rapido smaltimento delle acque piovane, ma non superiore al 3%. L'umidità del materiale impiegato per ogni strato deve essere tale da rendere possibile il costipamento richiesto. Sarà cura dell'Appaltatore operare mediante inumidimento con acqua erogata con adatto spruzzatore, o mediante essiccamento od altri trattamenti, affinché si rientri nei valori ottimali di umidità, qualora le condizioni delle terre differiscano dagli stessi.

La compattazione deve essere eseguita con mezzi idonei ed adatti, quando il caso lo richieda, ad eseguire i costipamenti in aree ristrette ed in presenza di fondazioni secondo quanto indicato nel paragrafo

Realizzazione dello strato di fondazione

Qualora vengano impiegati rulli costipatori, questi non devono avere peso inferiore a 6 t. La compattazione deve essere eseguita procedendo dai bordi dell'area da compattare verso il centro compiendo un sufficiente numero di passate, che in ogni caso non deve essere inferiore a 8.

Nella formazione dei riporti, devono essere riservati agli strati superiori i materiali migliori disponibili, siano questi provenienti da scavi d'obbligo, che da cave locali o di prestito.

Nei riporti costituiti con frammenti rocciosi, questi ultimi non devono avere dimensioni trasversali superiori a 20 cm. Si deve avere cura di non lasciare vuoti tra i singoli ciottoli, provvedendo ad intasarli con materiale fine esente da limo, argilla e materiale organico, in modo da costituire una massa-base assestata e compattata. Si deve distribuire in modo uniforme nella parte inferiore del riporto i frammenti rocciosi più grossolani, riservando per gli strati superiori quelli di pezzatura inferiore a 10 cm.

Onde preservare il corpo del riporto dall'umidità eventualmente risalente per capillarità dal piano di posa, o per preservare lo stesso dall'eventuale presenza di acqua in movimento orizzontale al piede, qualora il riporto o il sottofondo siano costituiti da terre, la Direzione Lavori può ordinare all'Appaltatore di provvedere alla stesura sul piano di posa di un opportuno geotessile, da definirsi caso per caso in funzione delle caratteristiche delle terre, eseguendo, eventualmente, anche drenaggi adeguati.

Bisogna dare ai riporti, durante la loro formazione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento dei materiali impiegati, affinché al collaudo si abbiano dimensioni non inferiori a quelle di progetto.

Si devono consegnare i riporti con scarpate regolari e spianate con i cigli bene allineati e profilati, compiendo, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo delle eventuali cunette.

L'impiego dei mezzi costipanti deve conferire in ogni caso, ai singoli strati di materiale, un grado di costipamento come indicato nel paragrafo precedente al punto

Rivestimenti con terra vegetale

Nella costruzione dei rilevati si deve tener conto, riducendo opportunamente la sezione del progetto del rilevato, che le scarpate a richiesta della Committente, possono venire rivestite con terreno vegetale per uno spessore di almeno 15 cm, ma non superiore a 20 cm; il terreno necessario può provenire sia dagli scoticamenti in cantiere, che da altra origine purché possessa, a giudizio della Direzione Lavori, caratteristiche tali da assicurare l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione. Il rivestimento con terreno vegetale deve essere eseguito procedendo a cordoni orizzontali, da costiparsi con mezzi idonei onde evitare distacchi e/o scoscendimenti.

Inghiaimento superficiale

L'inghiaimento superficiale è un trattamento di finitura di aree non pavimentate, ottenuto eseguendo la stesa di ghiaietto o pietrischetto in uno strato uniforme e con superficie regolare. Il ghiaietto e il pietrischetto devono avere la pezzatura massima di 25 mm, con coefficiente di uniformità superiore a 4 e con meno del 5% di passante al setaccio 0,075 mm, classificabile nel gruppo "GW" secondo la Tabella U.S.C.S.

Il materiale deve essere perfettamente pulito ed esente da corpi estranei e lo spessore minimo dello strato non deve essere inferiore a 5 cm.

1.2.2.2 Oneri compresi

Oltre agli oneri derivanti dalle prescrizioni di cui ai precedenti punti, l'Appaltatore deve considerare compresi nei prezzi anche i seguenti oneri:

- a) l'esecuzione dei tracciamenti e la predisposizione di tutte le modine occorrenti per l'esatta profilatura dei riporti;
- b) la predisposizione ed il disarmo di eventuali armature, impalcature, puntellamenti, e le relative perdite parziali o totali di legname e ferri all'uopo impiegati;

- c) approvvigionamento dei materiali, sia presso cave gestite da terzi che da cave di prestito, tanto in terreni privati che di Enti Pubblici e/o Demaniali, intendendosi compresa la sistemazione delle cave a lavori ultimati, nel caso si tratti di cave di prestito;
- d) realizzazione di rampe, piste di accesso, ecc. (scavi, riporti, costipamenti) le cui quantità non verranno contabilizzate;
- e) prove di laboratorio sui materiali, ed alle prove da effettuare per verificare il raggiungimento delle densità richieste. Le prove suddette sono definite, nel numero e nelle modalità, di comune accordo tra Committente e Appaltatore;
- f) eventuali trattamenti preliminari dei materiali, al fine di renderli idonei all'impiego.

1.2.2.3 Norme di misurazione

Qualora il direttore dei lavori imponesse delle varianti, la contabilizzazione della variante rispetto al progetto avverrà come appresso descritto.

Il computo dei volumi sarà effettuato con il metodo delle sezioni ragguagliate e avverrà a compattazione eseguita.

All'atto della consegna dei lavori, l'Appaltatore deve eseguire in contraddittorio con la Committente il controllo delle quote effettive del terreno in base alle sezioni trasversali e la verifica delle distanze tra le sezioni stesse.

Il volume dei riporti deve essere determinato in base a tali rilievi ed a quelli da effettuare ad opere finite od a parti di esse purché finite, con riferimento alle quote di progetto.

Nel calcolo del volume dei riporti deve essere computato anche quello corrispondente allo spessore dello scotico effettuato per raggiungere il piano di posa del riporto stesso, secondo le disposizioni della Committente.

Dal computo dei volumi devono essere detratti i volumi delle opere d'arte e di tutte quelle opere che venissero eseguite prima della formazione del riporto.

L'inghiaimento viene valutato in base alla superficie effettiva dell'area trattata, deducendo quindi le superfici occupate da basamenti, canalette, cunicoli, pavimentazioni, ecc. la cui area sia superiore a 0,5 m².

1.2.3 Lavori stradali e pavimentazioni esterne

L'esecuzione di strade, potendo essere inserita nel programma generale di esecuzione di impianti industriali, può subire variazioni, sia nel programma che nelle modalità esecutive. Per quanto sopra l'Appaltatore non può richiedere maggiori compensi, a qualsiasi titolo, per lavori eseguiti in concomitanza con lavori di montaggi industriali. Fanno unicamente eccezione gli eventuali rifacimenti di quanto già eseguito, purché non causati da difetto dell'opera, e l'eventuale "fermo cantiere", se richiesti esplicitamente dalla Committente.

1.2.3.1 Materiali e prescrizioni

Sottofondo

Prima di procedere alla messa in opera dello strato di fondazione si deve rendere idonea la superficie del sottofondo, sia essa ricavata in scavo o costituita da riporto come indicato nel paragrafo 1.1.1 fase 1 – strade di cantiere al punto formazione del sottofondo.

Strato di Fondazione

Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare, deve essere messo in opera in due strati separati e sovrapposti, tali da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di 20-30 cm. Le due stese devono essere comunque tali per cui, prima del costipamento, lo spessore di ogni stesa non sia maggiore di 25 cm.

Il misto granulare richiesto, sia esso di cava che di frantumazione, deve essere costituito da elementi sani, duri, puliti. Salvo diversamente indicato in progetto, per lo strato di base non possono essere utilizzati misti granulari costituiti da clasti teneri, cioè da brecce calcaree, arenarie, tufi, pozzolane, ecc. Devono essere assolutamente assenti materiali dannosi, sia in forma pellicolare che come aggregati indipendenti.

Nel suo insieme il materiale deve soddisfare le seguenti caratteristiche:

- dimensione massima del singolo clasto: 71 mm;
- fuso granulometrico compreso nei seguenti limiti:

Crivelli e setacci UNI mm	% passante in peso
71	100
40	75-100
25	60-85
10	35-65
5	25-55
2	15-40
0,4	7-22
0,075	2-10

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 : $\leq 2/3$;
- limite liquido e indice di plasticità alla frazione passante al setaccio 0,4: inferiori rispettivamente a 25 e 6;
- indice di portanza CBR, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, su campioni costipati in laboratorio con procedura AASHTO Modificata: ≥ 50 ;
- indice di portanza CBR su campioni costipati in laboratorio con procedura AASHTO Modificata per un valore in eccesso del 2% rispetto all'umidità ottimale: ≥ 50 .

Per il costipamento si rimanda al paragrafo 1.1.1 fase 1 – strade di cantiere al punto **Realizzazione dello strato di fondazione.**

Il costipamento viene considerato accettabile quando la densità in sito, per entrambi gli strati costituenti il livello, risulta maggiore o uguale al 95% della densità massima di riferimento (AASHTO Modificata) ed il modulo di deformazione "Md", ottenuto mediante prova di carico con piastra rigida, risulta uguale o

maggiore a 40 MPa, relativamente al primo strato di fondazione, e a 70 MPa relativamente allo strato di base.

Strato di Finitura

Qualora in progetto, non sia previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito non minore di 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato dal seguente fuso granulometrico:

Crivelli e setacci UNI mm	% passante in peso
30	100
15	70-100
10	50-85
5	35-65
2	25-60
0,4	15-30
0,075	5-15

Natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, densità e moduli "limite", rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione. Unica eccezione l'indice di portanza CBR, che deve essere uguale o maggiore di 80.

1.2.3.2 Oneri compresi

Strade

Vedi paragrafo 1.2.2.2.

1.2.3.3 Norme di misurazione

Vedi paragrafo 1.2.2.4.

2. MODULI FOTOVOLTAICI

2.1 Requisiti tecnici minimi moduli fotovoltaici e strutture di supporto.

Il generatore fotovoltaico è composto complessivamente da 98628 moduli fotovoltaici di potenza nominale pari a 720 Wp in silicio monocristallino con vetro temperato, resine EVA, strati impermeabili e cornice in alluminio.

La tipologia specifica sarà definita in fase esecutiva, inoltre, le caratteristiche preliminari dimensionali dei moduli utilizzati per l'impianto sono riportate nella seguente figura.

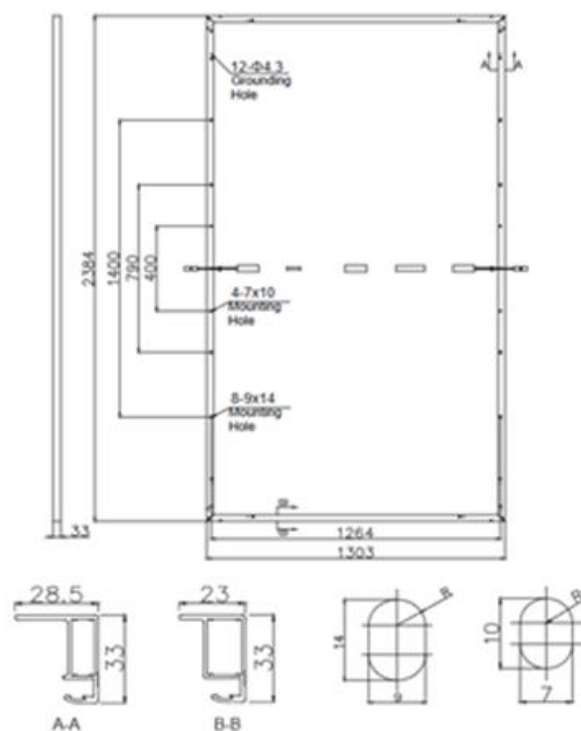


Figura 1 - Caratteristiche moduli fotovoltaici di progetto

Nella parte posteriore di ogni modulo sono collocate le scatole di giunzione per il collegamento dei moduli al resto dell'impianto. Tali scatole, che hanno grado di protezione meccanica IP55, sono dotate di diodi di by-pass per evitare il flusso di corrente in direzione inversa (ad esempio in caso di ombreggiamento dei moduli) e conseguenti fenomeni di hotspot che potrebbero danneggiare i moduli stessi. I moduli sono marcati CE e sono certificati in classe di isolamento II e rispondenti alla norma CEI 82-25.

I moduli fotovoltaici sono collegati tra loro in serie attraverso dei connettori di tipo maschio-femmina (tipo MC4 e/o MC3), formando delle stringhe.

Le diverse stringhe sono raggruppate e connesse in parallelo alle string boxes (quadri di parallelo DC), a loro volta collegate agli inverter tramite cavi DC. Le string boxes sono installate all'esterno, sotto le vele e il loro involucro garantirà lunga durata e massima sicurezza. Le String Boxes con 16, 24 o 32 ingressi di

stringa sono dotati di 2 uscite per i cavi per ciascun polo e comprendono un campo di tenuta da 17 a 38,5 millimetri. Possono essere utilizzati cavi con sezioni da 70 a 240 mm².



Figura 2 - Tipico string BOX

La potenza complessiva nominale risulta essere di 71 MWp potenza nominale di picco, mentre lato corrente alternata la potenza risulta essere 60 MW.

Ogni gruppo di conversione è composto da un inverter CC/AC e da un trasformatore BT/AT. Gli inverter hanno la funzione di riportare la potenza generata in corrente continua dai moduli fotovoltaici alla frequenza di rete, mentre il trasformatore provvede ad innalzare la tensione al livello della rete interna dell'impianto (36 kV).

I componenti del gruppo di conversione sono selezionati sulla base delle seguenti caratteristiche principali:

- Conformità alle normative europee di sicurezza;
- Funzionamento automatico, e quindi semplicità di uso e di installazione;
- Sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT (maximum power point tracking) integrata;
- Elevato rendimento globale;
- Massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete integrato;
- Forma d'onda d'uscita perfettamente sinusoidale.

Nello specifico gli inverter e trasformatori possono essere alloggiati a seconda delle esigenze di trasporto e dalle disponibilità di mercato in:

- Esterni (outdoor) e/o in container aperti;
- Interni (indoor) in cabine prefabbricate e/o in container chiusi;

- Una via di mezzo ai punti precedenti, ad esempio inverter outdoor mentre trasformatori e locali quadri in locali chiusi (cabine e/o container).

La tipologia specifica del gruppo di conversione sarà definita in fase di progettazione esecutiva, scegliendo tra i vari produttori di inverter e/o gruppi di conversione.

Il gruppo di conversione individuato in questa fase preliminare di progettazione prevede l'utilizzo di un inverter DC/AC e un trasformatore elevatore AT/BT, inclusivi di compartimenti AT e BT alloggiati in un container (ovvero cabina di campo), con porzioni di pannelli laterali aperti e/o tettoie apribili, per favorire la circolazione dell'area.

Il trasformatore elevatore è di tipo a secco ed è corredato dei relativi dispositivi di protezione elettromeccanica, quali sensori di temperatura, rele Buchholtz., inoltre; il quadro AT, composto da 2 o 3 scomparti, a seconda che avvenga un entra-esce verso un'altra cabina di campo o meno (Cella AT arrivo, partenza e trasformatore).

All'interno della cabina di campo saranno installate le apparecchiature di bassa tensione tipo Quadro BT per alimentazioni ausiliarie (F.M., illuminazione, ausiliari quadri, ecc), pannello contatori per la misura dell' energia attiva prodotta a valle della sezione inverter; UPS per alimentazioni ausiliarie degli inverter e delle apparecchiature di monitoraggio d'impianto alloggiata nella cabina inverter; trasformatore di tensione per i servizi ausiliari.

Tale soluzione è compatta, versatile ed efficiente, che ben si presta per il luogo di installazione e la configurazione dell'impianto.

Le caratteristiche preliminari del sistema inverter/trasformatore trifase utilizzato nella definizione del progetto o similari sono riportate nella seguente figura.

SUN2000-215KTL-H3	
Technical Specifications	
Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A@40°C
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 3 – Caratteristiche Inverter.

Per quanto riguarda la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore fotovoltaico è previsto l'utilizzo di un sistema di supporto modulare, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione

estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici (rif. elab. FV.CDG01.PD.4.1.R00).

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in calcestruzzo, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva. Come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

Le strutture che sostengono i moduli fotovoltaici sono posizionate in file parallele opportunamente distanziate in modo da evitare l'ombreggiamento reciproco, consentire le operazioni di pulizia e manutenzione dei pannelli, e avere gli spazi necessari per coltivare agevolmente e con i mezzi agricoli i terreni di interfila.

Per quanto non descritto e non specificato si rinvia alle “**norme tecniche DM 11/3/88**”.

2.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse all'installazione dei moduli e delle strutture di supporto

Per quanto riguarda l'installazione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici è necessario estirpare la vegetazione eventualmente presente sulle aree di installazione, compattare il terreno e picchettare con estrema precisione i punti di infissione delle varie strutture in modo tale da garantire l'interspazio necessario affinché non vi sia ombreggiamento tra due file di moduli affiancate.

3. LAVORI DI SCAVO PER LA REALIZZAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLE CABINE DI CAMPO E CABINA DI SMISTAMENTO

3.1 Opere di scavo per l'esecuzione della fondazioni cabine

Per tale categoria di opere si intende: la realizzazione degli scavi di fondazione per far posto alle fondazioni delle cabine prefabbricate e delle cabine realizzate in opera.

Le fondazioni delle cabine in opera avranno un basamento ed un cunicolo centrale per l'alloggiamento dei cavi, in calcestruzzo armato. Le cabine prefabbricate, avranno una fondazione a vasca prefabbricata in calcestruzzo armato vibrato tale da garantire spazio per l'alloggiamento dei cavi e con fori nelle pareti per permettere il passaggio dei cavi.

Lo scavo necessario per alloggiare ciascuna cabina, essendo la base della fondazione di forma rettangolare, interessa un volume complessivo di forma parallelepipedica con la base di dimensioni 15.50 x 5.50 m e un'altezza di 0.6 m, misurata alla base della di fondazione. Il volume di terreno da scavare per ciascuna cabina, risulta quindi pari a circa 50 mc.

Gli scavi prevedono una fascia di rispetto all'intradosso adeguata alla profondità degli stessi ed alla tipologia di lavorazione prevista e non necessitano di opere di contenimento perché la pendenza delle pareti di scavo prevista è adeguata all'auto-portanza dei terreni interessati.

Lo scavo di sbancamento per far posto alle fondazioni avverrà dopo il picchettamento in sito e in contraddittorio tra la DDLL e l'appaltatore, e potrà avvenire con qualsiasi tipo di mezzo meccanico che l'appaltatore riterrà opportuno, escludendo l'utilizzo di mine ed esplosivi e secondo le seguenti specifiche fasi già indicate al paragrafo 1.1 Accessi e strade interne.

3.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione degli scavi, e criteri di misurazione

3.2.1 Scavi di sbancamento a sezione ampia

Le specifiche e le prescrizioni da seguire sono le stesse già inserite per le categorie di lavoro relative alla viabilità di servizio (vedi capitolo 1).

4. REALIZZAZIONE DELLA RECINZIONE PERIMETRALE

4.1 Opere connesse all'esecuzione della recinzione

Le opere preliminari necessarie per eseguire la recinzione perimetrale sono le seguenti:

- il trasporto e lo scarico della rete metallica, dei paletti a "T" in acciaio, del filo spinato e del cavo tendirete, e il loro posizionamento in aree prossime alle posizioni di definitivo montaggio;
- lo scotico del terreno vegetale necessario al raggiungimento della quota stabilita dalla DD.LL. del piano di posa della recinzione.

4.2 Organizzazione, oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione della recinzione, e criteri di misurazione

In linea generale per la realizzazione della recinzione dovranno prima essere tracciati e picchettati i punti di installazione per far sì che le opere non ricadano in aree non contrattualizzate, inoltre è necessario picchettare anche la posizione dei paletti in acciaio per avere il giusto interasse tra gli stessi.

Prima di effettuare la trivellazione dei fori di alloggiamento dei paletti/montanti è necessario assicurarsi che la ditta appaltatrice abbia a disposizione in cantiere tutto l'occorrente per la corretta installazione della recinzione

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Qualora il direttore dei lavori imponesse delle varianti, la contabilizzazione della variante rispetto al progetto avverrà come appresso descritto.

5. REALIZZAZIONE DEL CAVIDOTTO E LINEE DI COMUNICAZIONE

5.1 Lavori di scavo, realizzazione del cavidotto, posa dei cavi di collegamento e ripristino finale

I lavori elettrici da effettuare per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, possono dividersi in:

- Realizzazione del cavidotto AT all'interno al parco agrivoltaico che collega tutte le cabine di uno stesso campo tra di loro;
- Realizzazione del cavidotto AT per il collegamento delle cabine di campo con la cabina di smistamento;
- Realizzazione del cavidotto AT per il collegamento tra la cabina di smistamento ed il punto di connessione alla RTN.
- Realizzazione del collegamento in fibra ottica tra le cabine di uno stesso campo;
- Realizzazione del collegamento in fibra ottica tra le cabine di campo con la cabina di smistamento;
- Realizzazione del collegamento in fibra ottica tra la cabina di smistamento ed il punto di connessione alla RTN.
- Attestazione di cavi in fibra ottica;

Le forniture elettriche per i collegamenti AT sono costituite da:

- cavi di energia con conduttore Al, isolante XLPE, guaina PE, 20,8/36 kV (185- 630 mm²);
- terminazioni per conduttori AT da 185 a 630 mm²;
- giunzioni per conduttori AT da 185 a 630 mm²;
- Tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- fibra ottica single-modale 9/125 a 8 fibre;
- attestazioni per cavi in fibra ottica;
- corda di rame nuda da 50 mm²;
- Cavo di terra 0.6/1 Kv

Le forniture di materiali edili per la realizzazione dei cavidotti sono costituiti da:

- Nastro segnalatore in PVC per cavi in tensione
- Protezione meccanica cavi AT
- Cemento magro con resistività termica controllata 1,2 K*m/W per cavi AT
- Rete in PVC arancione di delimitazione cantiere per cavidotto AT
- Tubo PEAD corrugato D=160 mm
- sabbia vagliata;
- terreno vegetale;
- massicciata stradale;
- asfalto.

5.2 Oneri, prescrizioni esecutive per particolari tipi di opere connesse alla realizzazione delle opere di collegamento elettrico, e criteri di misurazione

5.2.1 Linee elettriche e di comunicazione

Le linee elettriche e di comunicazione per il collegamento tra le cabine di campo, tra queste e la cabina di smistamento e la futura stazione elettrica Terna, dovranno essere realizzate con cavi interrati di Alta Tensione e cavi di fibra ottica. Il collegamento tra la stazione elettrica di trasformazione e le infrastrutture della Rete di Trasmissione Nazionale saranno con linee in cavo interrato ad Alta Tensione e fibra ottica.

Le linee in cavo interne ed esterne al parco agrivoltaico (di comando/segnalazione e di trasporto dell'energia prodotta) dovranno essere posate secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica dettate dalla vigente normativa, seguiranno percorsi interrati disposti lungo l'asse della viabilità di servizio e ai margini delle strade.

Per realizzare il collegamento elettrico si dovrà predisporre possibilmente al centro della carreggiata della viabilità o ai margini della stessa, uno scavo di larghezza 0,45 m per un 1 o 2 terne fino ad un massimo di 1,2 m per 5 terne, per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di -1,30 m dal piano stradale o di campagna.

Al termine dello scavo si predispongono i vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, nel modo seguente:

- disposizione di uno strato di 10 cm di sabbia;
- posa del conduttore di terra qualora necessario e del conduttore di energia, secondo le specifiche di progetto (qualora è previsto una posa in tubi questi verranno posati in questa fase);
- posa del tubo corrugato o rigido del diametro interno di 50 mm per inserimento di una linea in fibra ottica;
- disposizione di uno strato di sabbia di 30 cm;
- disposizione di uno strato con terreno di risulta opportunamente vagliato;
- posa del nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove necessario.

Nel caso di attraversamenti stradali, in senso trasversale o longitudinale all'asse della strada, a meno di specifiche ancora più restrittive dell'ente proprietario o concessionario della strada, si dovrà procedere al taglio del manto di asfalto ove presente per una larghezza di 1-1,5 m, alla scomposizione della massicciata stradale e lo scavo del terreno sottostante fino ad una quota di -1,30 m dal piano stradale, quindi procedere al successivo riempimento così come specificato precedentemente, tenendo conto che si dovrà procedere al ripristino della massicciata stradale e ove presente del relativo manto di asfalto, con gli stessi spessori ante operam, e comunque tali da garantire il non verificarsi, nel corso del tempo, di eventuali cedimenti che danneggino la sede stradale o i sottostanti cavi elettrici.

Specifiche della sabbia: La sabbia dovrà essere di fiume, di cava, ecc., purché la stessa risulti lavata e vagliata (diametro: 1÷4 mm). È assolutamente da escludere la presenza di particelle di dimensioni superiori.

Specifiche del materiale di rinterro: Il materiale di rinterro ove possibile sarà ricavato dal materiale di risulta dello scavo, purché vagliato, al fine di evitare necessariamente la presenza di inerti di pezzatura superiore a 30 mm, o ferrosi. Qualora non sia disponibile sul sito si utilizzerà materiale vegetale opportunamente vagliato.

Il collegamento tra la stazione elettrica di trasformazione e le infrastrutture RTN dovrà essere realizzato mediante un cavidotto AT per il quale dovrà essere predisposto uno scavo a sezione ristretta della larghezza di 0.70 m per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di -1.60 m dal piano campagna.

Al termine dello scavo si predispongono i vari materiali, partendo dal fondo dello stesso, nel modo seguente:

- Strato per 10 cm di cemento magro a resistività termica controllata 1,2 K*m/W
- Posa dei conduttori di energia, secondo le specifiche di progetto;
- Posa delle lastre di cemento armato di protezione sui due lati;
- Strato di riempimento per cm 40 di cemento magro a resistività termica controllata;
- Posa del tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- Copertura con piastra di protezione in cemento armato vibrato prefabbricato secondo le specifiche di progetto;
- Rete in PVC arancione per segnalazione delimitazione cantiere;
- Riempimento con materiale riveniente dallo scavo opportunamente vagliato
- Posa del nastro segnalatore in PVC con indicazione cavi in alta tensione;
- Riempimento con materiale riveniente dallo scavo fino alla quota di progetto;
- Ripristino dello strato superficiale come ante-operam

5.2.2 Prescrizioni per scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata dovranno essere eseguiti con macchine escavatrici di qualsiasi tipo, purché di ingombro adeguato, in relazione all'ubicazione ed alle dimensioni degli scavi.

I piani di fondazione devono essere resi perfettamente orizzontali. Il fondo scavo deve essere regolare, senza fratture, sfaldature, residui organici o comunque dannosi. Le sporgenze devono essere eliminate ed i vuoti non devono essere riempiti con i materiali scavati.

Durante la posa bisognerà eliminare dal piano di posa qualsiasi pietra o altro che sia caduta sul piano di posa. Si sottolinea l'importanza di posizionare la protezione meccanica o comunque gli elementi protettivi in posizione corretta al fine di evitare che per effetto di carichi sulla sede stradale la stessa possa intaccare la guaina del cavo.

A completamento di questo strato i materiali utilizzati per il riempimento devono essere compressi ed eventualmente irrorati in modo da evitare cedimenti.

5.2.3 Prescrizioni per la posa dei cavi

Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi per installazione fissa, la loro temperatura, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o addirizzati, non deve essere

inferiore a 0°. Pertanto se la temperatura ambiente dovesse essere inferiore ai valori indicati, si dovrà avere cura di predisporre lo scavo in tutti i particolari e portare a piè d'opera il cavo solo quando tutto è pronto per la messa in opera; in tal caso il cavo dovrà provenire da un deposito chiuso nel quale la temperatura dello stesso deve essere notevolmente superiore alla temperatura minima suddetta in quanto i cavi avvolti su bobine seguono con molto ritardo le variazioni di temperatura ambientali.

Nel corso dello svolgimento del cavo dalla bobina si effettuerà un puntuale controllo a vista dello stesso, le estremità dei cavi tagliate per la posa devono essere tempestivamente protette con cappucci di materiale termorestringente, qualora non venga subito eseguita la giunzione o la terminazione.

I cavi non devono subire brusche piegature, ammaccature, scalfitture e stiramenti della guaina, devono essere posati in trincea seguendo un percorso leggermente sinuoso.

Per ridurre al minimo le sollecitazioni meccaniche del cavo, lo stendimento deve avvenire seguendo le modalità più idonee in relazione alle caratteristiche del tracciato, al sistema di posa adottato ed alle condizioni ambientali.

La bobina deve essere posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare al tracciato di posa ed in modo che lo svolgimento del cavo avvenga dal basso. Per la posa del cavo con tiro meccanico è prescritto l'impiego di un argano a motore con frizione automatica a sgancio munito di apparecchiatura per il controllo continuo dello sforzo di trazione; l'applicazione del tiro deve avvenire in modo graduale e per quanto è possibile continuo, evitando le interruzioni e senza superare i 50 N (conduttori in alluminio) - 60N (conduttori in rame) per mm² di sezione totale dei conduttori.

Non è consentita la posa del cavo con l'impiego di altri mezzi meccanici non rispondenti ai suddetti requisiti.

Durante lo svolgimento del cavo gli sforzi di tiro devono sollecitare solo i conduttori del cavo impiegando allo scopo idonei dispositivi di attacco alla testa del cavo dotati di giunto snodato atto a scaricare i movimenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione. Durante tutta la fase di stendimento comunque non devono essere applicati sforzi di tiro superiori a quelli previsti dal costruttore per il cavo.

Al fine di evitare anomale sollecitazioni del cavo lo svolgimento della bobina deve avvenire mediante rotazione meccanica o manuale della stessa impedendo la rotazione della bobina per effetto del tiro del cavo.

Lo scorrimento del cavo deve avvenire su appositi rulli predisposti sul fondo dello scavo allo scopo di escludere durante il tiro l'attrito derivante dal contatto del cavo con il terreno. Occorrerà distribuire convenientemente i rulli sul fondo dello scavo con una interdistanza non superiore a 3 m. assicurandosi che essi siano ben stabili e che risultino ben allineati longitudinalmente e siano disposti con il loro asse perfettamente perpendicolare rispetto al cavo.

Nelle curve bisognerà usare rulliere di guida in grado di garantire raggi di curvatura non inferiori a quelli previsti dal costruttore del cavo. Nelle curve in piano sul fondo dello scavo occorre inoltre disporre rulli orizzontali con interdistanza non superiore a 60 cm per sostenere il cavo e la fune.

5.2.4 Prescrizioni per la realizzazione di giunzioni e terminazioni

Gli accessori (giunzioni e terminazioni) devono essere idonei a sopportare le sollecitazioni elettriche, termiche e meccaniche previste durante l'esercizio dei cavi in condizioni ordinarie ed anomale.

Si ritiene indispensabile che il personale impiegato nelle operazioni di confezionamento di giunzioni e terminazioni sia in possesso di specializzazione conseguita con idonea formazione (enti CESI, ENEL o fornitori di cavi Alcatel, Pirelli, ecc) e successiva esperienza lavorativa.

I giunti dovranno essere del tipo termorestringente (linee AT), e scelti in relazione al livello di tensione (36 kV) alle condizioni di funzionamento a correnti ordinarie (90°C) e alle correnti di corto circuito (250°C).

Le terminazioni interne devono essere di materiali e di forma appropriati in relazione ai conduttori che devono collegare e alla tensione a cui devono funzionare.

I connettori devono poter ospitare e trattenere sicuramente tutti i fili elementari dei conduttori e devono essere realizzati in modo tale che, durante l'esercizio, non si verifichino dei conduttori conseguenti a fenomeni vibratorii, termici ecc.

Sarà comunque necessario tener conto delle seguenti indicazioni:

- Non eseguire mai i giunti o i terminali all'aperto quando le condizioni atmosferiche non sono buone o quando la temperatura esterna è al di sotto dello zero. Per interventi in caso di necessità, in presenza di pioggia, neve o nebbia, è necessario proteggere la parte del cavo su cui si lavora con apposita tenda;
- Nelle operazioni di sistemazione e collocazione di terminazioni nei quadri o sui sostegni è necessario operare sul cavo in quanto i terminali non devono essere sollecitati non potendo sopportare sforzi di trazione;
- Collocato il terminale nella sua posizione definitiva il cavo va sagomato e fissato alla struttura di sostegno per non sollecitare il terminale meccanicamente; in tale posizione i raggi di curvatura del cavo non devono risultare inferiori ai raggi di curvatura indicati dal costruttore;
- Il giunto va adagiato sul fondo dello scavo in modo da avere nel piano di posa un supporto continuo per la sua intera lunghezza e ricoperto di uno strato di sabbia, terra vagliata o pozzolana aggiungendo altro materiale simile fino a sovrastare la sommità del giunto di almeno 10 cm.,
- In corrispondenza di giunti o terminali non sono previste scorte di cavo.

Il giunto deve essere contornato da un cassonetto di mattoni e sabbia o terra vagliata che lo contorni completamente sui fianchi laterali e superiormente.

5.2.5 Prescrizioni per esecuzione di giunzioni e terminazioni cavi fibra ottica

Ogni accessorio, giunzione o terminazione, da eseguirsi sui cavi in fibra ottica dovranno avere caratteristiche ottiche, ovvero perdite ottiche, riportate nelle prescrizioni tecniche e nei manuali del produttore degli aerogeneratori, e rispondenti alle norme IEC 60794-1-2.

5.2.6 Prescrizione per esecuzione di indagini georadar

L'Appaltatore dovrà verificare puntualmente in sito le caratteristiche delle pavimentazioni stradali e dei suoli, nonché rintracciare ed individuare le reti di servizi interrati preesistenti. In particolare l'appaltatore è tenuto ad eseguire indagini approfondite di prospezione del suolo con modalità georadar mediante l'utilizzo di apparecchiature elettromagnetiche che consentano la ricostruzione di sezioni stratigrafiche di profondità continua lungo tutto il tracciato di investigazione; le sezioni radar stratigrafiche risultanti devono essere consegnate in copia al Committente.

l'Appaltatore deve effettuare l'interpretazione qualitativa, basata sull'analisi delle caratteristiche delle diverse riflessioni (geometria, intensità, ecc.) ed analitica (ottenuta mediante l'applicazione di specifici processi di filtraggio), allo scopo di localizzare tubazioni, cavi energia, cavità ed altri sottoservizi.

L'operazione consiste nell'individuare e riportare sugli elaborati raffiguranti il tracciato definitivo del cavidotto AT le reti non rappresentate e proporre eventuali correzioni o alternative puntuali al tracciato definitivo qualora dall'indagine effettuata siano risultate interferenze tali da non consentire la pratica esecuzione del tracciato rappresentato; inoltre deve consegnare al Committente una relazione sull'interpretazione dei dati rilevati dalle indagini eseguite.

Le indagini saranno eseguite nelle aree e nei tempi stabiliti dal committente sentiti i responsabili della conduzione ed esercizio dell'impianto

5.2.7 Prescrizione per esecuzione perforazioni (T.O.C.)

Lungo il tracciato di posa previsto dal progetto, potrà essere richiesto il superamento di alcune interferenze e/o sottoservizi utilizzando la tecnica di perforazione controllata indicata in progetto.

L'attraversamento dovrà avvenire con una macchina perforante guidata direzionalmente con idonei sistemi controllati digitalmente. La perforazione può avvenire con:

- tecniche di perforazione a rotazione o altri sistemi meccanici dislocanti;
- tecniche di perforazione tramite fluidi (acqua a pressione, aria compressa ecc.) o altri sistemi non dislocanti, con l'utilizzo di additivi (per es. bentonite) atti a non far rifluire terreno all'interno del foro.

All'uscita, la testa perforante può essere sostituita da idoneo apparecchio su cui possono essere fissate le tubazioni in cui devono essere successivamente introdotti i cavi.

Di norma tali sistemi non comportano la preventiva realizzazione di manufatti quali camere, muri di spalla e/o di contrasto ecc.

5.2.8 Collaudo

Prima della messa in servizio dei cavidotti comprensivi di giunzioni e terminazioni, si deve eseguire un controllo completato dalle prove prescritte dalla Norma CEI 11-17, allo scopo di assicurarsi che il montaggio degli accessori sia stato eseguito senza difetti e che i cavi non siano stati deteriorati durante la posa.

5.2.9 Norme di misurazione

Gli scavi di trincee per cavi elettrici vengono computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di fondo scavo richiesta dal disegno, per la loro profondità, misurata dal piano di campagna o dello sbancamento, con larghezza minima di fondo trincea pari a 0,5 m.

Nel caso l'Appaltatore, per ragioni sue particolari, esegua gli scavi a sezione obbligata prima del superiore scavo di sbancamento generale, lo scavo a sezione obbligata viene contabilizzato dalla quota di fondo dello sbancamento a fondo scavo come da progetto.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, sbadacchiature o simili strutture, il volume di dette strutture viene escluso dal volume di scavo.

Gli scavi a sezione obbligata per la posa di fognature, acquedotti, condutture in genere, ecc., sono computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di fondo scavo per la loro profondità, a partire dal piano di campagna o dello scavo di sbancamento.

I cavi di energia e di segnale verranno contabilizzati in base alla lunghezza effettiva posata deducibile dai dati riportati sulle bobine e sul cavo.

I giunti e le terminazioni verranno contabilizzati a terne tripolari secondo quanto riscontrato nella realizzazione dell'opera.

4. 6. CABINE PREFABBRICATE

6.1 Prescrizioni per l'acquisto di prefabbricati

Il manufatto deve essere costruito secondo quanto prescritto dalla Legge 5-11-1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", dalla Legge 2-2-1974, n. 64 "Disposizioni in materia di costruzioni, cemento armato e indicazioni generali in materia di statica", dalle norme tecniche vigenti emanate con i relativi Decreti Ministeriali, per quanto applicabili a tutti i riferimenti legislativi sopra citati.

Il manufatto prefabbricato deve garantire in ogni sua parte e componente un'adeguata protezione contro eventuali tentativi di smontaggio dall'esterno; deve inoltre essere realizzato in modo da avere un grado di protezione IP 33 verso l'interno. Le dimensioni di ingombro devono essere quelle indicate nel progetto.

Il manufatto deve essere realizzato con una struttura monoblocco in cemento armato vibrato, con pareti interne lisce senza nervature.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione della struttura deve essere miscelato con idonei additivi fluidificanti e impermeabilizzanti, al fine di ottenere adeguata protezione da infiltrazioni d'acqua per capillarità.

Il pavimento deve essere perfettamente piano, sufficientemente rifinito, antisdrucchiolo e in grado di sostenere tutti i carichi fissi e mobili previsti sia durante il servizio sia in fase di montaggio.

Il prefabbricato deve essere rifinito a perfetta regola d'arte sia internamente che esternamente.

Le pareti interne e il soffitto devono essere tinteggiate con pitture a base di resine sintetiche o tempera di colore bianco.

Le pareti esterne devono essere trattate con rivestimento murale plastico idrorepellente (colore RAL 1011), costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti e additivi che garantiscano:

- il perfetto ancoraggio sul manufatto;
- resistenza agli agenti atmosferici anche in ambienti aggressivi (industriale e marino);
- inalterabilità del colore alla luce solare e stabilità agli sbalzi di temperatura (in particolare per una temperatura da -10 °C a 60 °C).

Il manufatto deve essere corredato della pratica asseverata per il deposito al genio civile.

Nel caso in cui le cabine saranno realizzate in muratura, in accordo con le prescrizioni stabilite dagli Enti Locali vedere le prescrizioni precedenti.

5. 7. CABINA DI CAMPO

La cabina di campo dovrà essere fornita come container da posare su fondazione realizzata come a indicazioni del costruttore, e dovrà contenere:

- Inverter DC/AC (se prevista installazione in cabina)
- Trasformatore elevatore BT/AT
- Sezionatore AT
- Quadri BT

Prevedere un sistema di raffreddamento forzata da 6500 m³/h gestito automaticamente per garantire le condizioni di funzionamento da progetto.

Il container deve essere fornito con vani di ingresso per cavi BT e predisposizione per il collegamento cavi AT.

6. 8. CABINA UTENTE DI SMISTAMENTO

La cabina utente di smistamento 36 kV si pone come interfaccia tra l'impianto agrivoltaico e la futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV.

La cabina utente di smistamento 36 kV sarà ubicata all'interno del campo 5 e presenta le dimensioni planimetriche di 15 x 4,60 per un'altezza fuori terra del corpo di fabbrica pari a 3,50 m e un piano interrato di 2 m. Essa si compone di quattro ambienti adiacenti, ma non comunicanti con ingresso indipendente:

- Locale TSA;
- Locale quadri AT 36 kV;
- Locale BT;
- Locale SCADA (Power Plant Controller).

Per i riferimenti grafici si rimanda all'elaborato di progetto FV.CDG01.PD.4.4.R00 "Particolari costruttivi della cabina di smistamento – pianta, prospetti e sezioni".

Secondo la soluzione di progetto la cabina utente di smistamento 36 kV è prevista all'interno del campo 5 e verrà sistemata su un'area con finitura in misto granulare.

La soluzione di progetto verrà approfondita durante la fase esecutiva. Allo stato attuale della progettazione si prevede che la struttura della cabina possa essere realizzata nelle seguenti modalità:

- Tipologia prefabbricata con struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante completa di porte di accesso, infissi e griglie di aerazione;
- Tipologia gettata in opera con struttura a travi e pilastri.

In ogni caso valgono le seguenti specifiche per le opere di completamento, ovvero le pareti esterne di tamponamento dovranno essere costituite da pannellature modulari, di spessore non inferiore ai 20 cm, del tipo orizzontale monolitico in C.A.V., aventi la faccia interna in cemento naturale liscio. Queste dovranno essere appoggiate su apposite travi porta pannelli o sui collari dei plinti; non è ammesso l'appoggio indiretto sulla struttura fondazionale.

Le pareti interne, di separazione tra il locale TSA e il locale quadri, dovranno essere realizzate in C.A.V, adeguatamente armato e di spessore non inferiore a 10 cm, dovranno essere trattate con intonaco murale plastico. Queste dovranno avere resistenza al fuoco REI 120 e dovranno estendersi per tutta l'altezza interna della cabina di smistamento (fino a sotto copertura).

La copertura dovrà essere costituita da un solaio di tipo alveolare o solaio in polistirene espanso e dovrà essere completata con una impermeabilizzazione, costituita da guaina o pannelli sandwich coibentati.

La pavimentazione nel locale quadri dovrà essere del tipo modulare sopraelevata con piano di appoggio costituito da una soletta in CLS a superficie regolare e perfettamente piana trattata superficialmente antipolvere. Il pavimento dovrà essere dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m².

Sul pavimento dovranno essere predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi in arrivo a 36 kV completo di botola di accesso al vano cavi.

Le porte esterne dovranno essere costituite da uno o più battenti mobili e avere dimensioni 1600x2650 (H) mm; dovranno essere dotate di serratura di sicurezza a tre punti di chiusura, anche con maniglioni antipanico e le griglie di aerazione saranno il tipo standard di dimensioni 1200x500 (H) mm. I materiali da utilizzare sono o vetroresina stampata, o lamiera, ignifughe ed autoestinguenti.