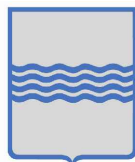


Regione  
Basilicata



COMUNE DI  
GENZANO DI LUCANIA



Provincia  
Potenza



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 19.986,12 KWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. DA REALIZZARE NEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)**

*Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici*

ELABORATO

**PR\_02**

**PROPONENTE:**



**EDISON RINNOVABILI S.P.A.**

Sede legale: Milano (MI),  
Foro Buonaparte n. 31 - CAP 20121  
P.IVA 12921540154  
rinnovabili@pec.edison.it

**COORDINATORE DEL PROGETTO:**

**ecomec s.r.l.**

p.iva/c.f. 07539280722  
via f. filzi n. 25  
70024 gravina in p.(ba)  
mail: [ecomecsr@gmail.com](mailto:ecomecsr@gmail.com)

**PROGETTISTI:**



Via Caduti di Nassirya 55  
70124- Bari (BA)  
pec: atechsr@gmail.it

**DIRETTORE TECNICO**  
Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA

**Consulenti:**

Dott. Agr. Mario STOMACI

Dott. ssa Adele BARBIERI

Dott. Geol. Michele VALERIO



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	AGO 2023	B.B.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

<b>1. GENERALITA'</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1</b> <b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b> <b>CONTENUTO DEL PRESENTE DOCUMENTO</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b> <b>OGGETTO DEI LAVORI</b>	<b>5</b>
<b>1.4</b> <b>NATURA DEL TERRENO</b>	<b>6</b>
<b>1.5</b> <b>ACCESSI ED IMPIANTI DI CANTIERE</b>	<b>6</b>
<b>1.6</b> <b>MEZZI D'OPERA</b>	<b>7</b>
<b>1.7</b> <b>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI</b>	<b>7</b>
<b>1.8</b> <b>CONTROLLI E CERTIFICAZIONI SUI MATERIALI</b>	<b>7</b>
<b>1.9</b> <b>COLLAUDI SULLE OPERE</b>	<b>8</b>
<b>1.10</b> <b>DISCARICHE</b>	<b>9</b>
<b>1.11</b> <b>NORME DI CONDUZIONE DEI LAVORI</b>	<b>9</b>
<b>1.12</b> <b>RESPONSABILITÀ IN CASO DI DANNI</b>	<b>10</b>
<b>2. PRESCRIZIONI TECNICHE</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1</b> <b>SCAVI</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b> <b>RILEVATI</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b> <b>RINTERRI</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b> <b>PAVIMENTAZIONI STRADALI</b>	<b>15</b>
2.4.1    Formazione di ripristino delle pavimentazioni in macadam.....	15
2.5.2    Ripristino pavimentazioni bitumate .....	16
2.5.3    Rimessa in pristino dei terreni.....	16
<b>2.5</b> <b>TRASPORTO E POSA A DISCARICA DEI MATERIALI DI RISULTA</b>	<b>17</b>
<b>2.6</b> <b>DRENAGGI DI SUPERFICIE</b>	<b>17</b>
2.7.1    Trincee drenanti .....	17
2.7.2    Geotessile per drenaggi.....	18
2.7.3    Geotessile di separazione .....	19
<b>2.7</b> <b>CALCESTRUZZO, OPERE IN CALCESTRUZZO, ACCIAIO PER C.A.</b>	<b>19</b>
2.7.1    Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua .....	19
2.7.2    Leganti idraulici .....	20
2.7.3    Inerti .....	20
2.7.4    Classe dei calcestruzzi .....	20



2.7.5	Calcestruzzi magri e di riempimento.....	21
2.7.6	Determinazione della Classe dei Cls.....	21
2.7.7	Calcestruzzo preconfezionato .....	22
2.7.8	Modalità esecutive dei getti di cls .....	22
2.7.9	Additivi per calcestruzzi .....	23
2.7.10	Casseforme per opere in calcestruzzo.....	24
2.7.11	Acciaio per cemento armato .....	24
<b>2.8</b>	<b>CABINE PREFABBRICATE MONOBLOCCO</b>	<b>25</b>
2.8.1	Fondazione prefabbricata del tipo "VASCA DI FONDAZIONE" .....	27
2.8.3	Requisiti del costruttore di cabine prefabbricate in cemento armato .....	28
2.8.4	Accessori - servizi interni - alla cabina .....	29
<b>2.9</b>	<b>NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE A VERDE</b>	<b>30</b>
2.9.1	Pulizia generale.....	30
<b>2.10</b>	<b>MANUFATTI VARI IN ACCIAIO</b>	<b>39</b>
<b>2.11</b>	<b>CANALIZZAZIONI ELETTRICHE E DI SEGNALAZIONE</b>	<b>40</b>
<b>2.12</b>	<b>CORDOLI E ZANELLE</b>	<b>43</b>
<b>2.13</b>	<b>REGIMAZIONE ACQUE DI SUPERFICIE</b>	<b>43</b>
<b>2.14</b>	<b>RECINZIONE PERIMETRALE</b>	<b>44</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE SISTEMA FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>45</b>
<b>3.2</b>	<b>CARATTERISTICHE MODULI</b>	<b>47</b>
<b>3.3</b>	<b>CONVERTITORE CC/CA</b>	<b>47</b>
<b>3.4</b>	<b>QUADRI DI STRINGHE IN CORRENTE CONTINUA</b>	<b>49</b>
<b>3.5</b>	<b>PROTEZIONE GENERALE</b>	<b>50</b>
<b>3.6</b>	<b>STRUTTURA DI SOSTEGNO</b>	<b>50</b>
<b>4.</b>	<b>STAZIONI DI ENERGIA.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>DIMENSIONAMENTO LINEE AT DALLA SE</b>	<b>52</b>
<b>4.2</b>	<b>SCOMPARTO DI AT</b>	<b>53</b>
<b>4.3</b>	<b>DISPOSITIVO GENERALE</b>	<b>54</b>
<b>4.4</b>	<b>PROTEZIONE GENERALE</b>	<b>55</b>
<b>4.5</b>	<b>PROTEZIONI DI INTERFACCIA</b>	<b>55</b>



1.1	PROTEZIONI RETE MEDIA TENSIONE	55
2	ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA.....	56
2.1	ILLUMINAZIONE GENERALE	56
2.2	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	56
3	F.M. E TERRA DI PROTEZIONE.....	57
3.1	QUADRERIE	57
3.2	PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO DAL SOVRACCARICO E DAI CONTATTI INDIRETTI	57
3.3	RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CA	58
3.4	RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CC	59
3.5	RETE DI PROTEZIONE DI TERRA	60



## 1. GENERALITA'

### 1.1 Premessa

Il presente Capitolato assieme alla documentazione di progetto costituisce parte integrante dei contratti che la Committente stipula con l'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori civili, elettrici e stradali relativi alla costruzione di nuovi impianti, alla modifica, all'ampliamento ed alla conservazione di quelli esistenti. In ogni caso l'Appaltatore è tenuto ad ottemperare anche a quelle norme, necessarie per il migliore risultato dei lavori, che possono essere prescritte nel corso dei lavori medesimi da parte del Committente o da parte della Direzione Lavori (di seguito denominata D.L.)

In particolare, per quanto non precisato nel presente documento e per quanto non in contrasto con lo stesso, si fa specifico riferimento ai Capitolati Speciali del Ministero dei Lavori Pubblici ed alle norme di unificazione UNI – UNEL – CEI in vigore all'atto della esecuzione dei lavori.

### 1.2 Contenuto del presente documento

Contenuto del presente Disciplinare Descrittivo sono le prescrizioni tecniche di esecuzione e le norme di accettazione relative ai lavori inerenti al progetto delle opere civili ed elettromeccaniche di BT, MT relative alla realizzazione di un Campo Fotovoltaico. Per quanto non completamente descritto alle voci successive, si fa comunque obbligo all'Appaltatore di provvedere all'esecuzione di tutti gli interventi complementari per dare i lavori finiti a regola d'arte e di effettuare una accurata pulizia del cantiere al termine dei lavori, previa rimozione del materiale non utilizzato e/o di risulta. La Committente si riserva la possibilità di modificare i disegni esecutivi anche durante il corso dei lavori.

### Oneri dell'appaltatore

Sono specificatamente a carico dell'Appaltatore e compresi nei prezzi i seguenti oneri:

- a) verifica che tutta la documentazione consegnata dalla Committente sia congruente, nel senso che l'Appaltatore è tenuto ad evidenziare eventuali incompatibilità di quote tra un disegno e l'altro, o tra i materiali indicati sui disegni e sulle specifiche, ecc. Eventuali incongruenze devono essere immediatamente segnalate alla Committente per le relative correzioni; in caso di manifesta negligenza dell'Appaltatore, *saranno* a suo carico le modifiche alle opere erroneamente costruite. Qualora durante l'esecuzione dei lavori siano



rilevate incongruenze fra i disegni e la situazione reale sull'impianto, la costruzione deve essere immediatamente sospesa dandone comunicazione al Direttore Lavori per le rettifiche del caso;

- b) prima dell'inizio dei lavori, verifica che le strutture esistenti, a cui sono connesse le opere da eseguire, siano in accordo con i capisaldi e/o le griglie di riferimento topografico fissate nel progetto.

L'Appaltatore, a propria cura e spese, deve estendere la griglia d'assi di riferimento alle aree interessate dai lavori appoggiandosi ai capisaldi dell'impianto consegnati dalla Committente;

- c) prima dell'inizio dei lavori, elaborazione dei programmi di realizzazione, comprendenti sequenze e fasi dei lavori, ed ottenimento delle necessarie approvazioni dal Delegato Lavori;
- d) predisposizione ed attuazione di tutte le norme, leggi, decreti, regolamenti in vigore in materia di sicurezza sul lavoro;
- e) salvo esplicita diversa disposizione della Committente, nomina di un professionista abilitato quale Direttore Tecnico ai sensi delle vigenti leggi;
- f) pulizia delle aree di lavoro da detriti e residui di ogni genere e protezione delle opere parzialmente realizzate, in caso di eventi meteorologici particolari (gelate, neve, grandine);
- g) osservanza delle Norme e Specifiche allegate al Contratto d'Appalto e nello stesso menzionate, ed osservanza di tutte le normative nazionali, europee ed internazionali (UNI, EN, CEI ed ISO), leggi e decreti nazionali in vigore alla data dell'Appalto anche se non esplicitamente citati nel presente documento ed in quelli contrattuali.

### **1.3 Oggetto dei lavori**

Oggetto dei lavori del presente Disciplinare Descrittivo è la realizzazione delle opere civili dell'impianto fotovoltaico di cui sopra.

Le opere da realizzare consistono essenzialmente nelle seguenti partite:

- a) adattamento della viabilità esistente e delle eventuali opere d'arte in essa presenti qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto al sito previsto dei componenti e delle attrezzature;
- b) realizzazione della nuova viabilità prevista in progetto a servizio delle stringhe fotovoltaiche e delle cabine di trasformazione e opere minori ad essa relative;
- c) fornitura e posa di cabine monoblocco prefabbricate;
- d) fornitura e posa di moduli fotovoltaici e relativi sostegni ed opere minori;



- e) formazione delle piazzole e delle fondazioni per l'alloggiamento delle cabine elettriche e eventuali opere di contenimento e di sostegno dei terreni;
- f) realizzazione della recinzione dell'area ospitante il campo fotovoltaico;
- g) realizzazione dell'impianto di videosorveglianza;
- h) realizzazione dei cavidotti interrati interni all'impianto (posa e fornitura cavi esclusa);
- i) esecuzione di opere di contenimento e di sostegno dei terreni;
- j) realizzazione di opere minori di regimazione idraulica superficiale quali canalette in terra, cunette, trincee drenanti ecc.;
- k) realizzazione di opere varie di sistemazione ambientale (opere a verde);

#### **1.4 Natura del terreno**

Le aree interessate dal campo fotovoltaico sono state oggetto di studi ed indagini per l'inquadramento geologico-geotecnico, con conseguente analisi di stabilità globale dei pendii sia nella condizione antecedente che in quella successiva agli interventi di costruzione.

#### **1.5 Accessi ed impianti di cantiere**

Per gli impianti di cantiere, l'Appaltatore dovrà adottare le soluzioni tecnico logistiche a suo giudizio più appropriate, le quali, oltre a sollevare in ogni caso il Committente da richieste di autorizzazioni e da risarcimenti economici di qualsiasi tipo, devono risultare congruenti con le scelte di progetto dell'insediamento e tali da non provocare disturbi alla stabilità del sito.

La realizzazione, manutenzione e rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie (quali ad esempio protezioni, ponteggi, slarghi, adattamenti, piste, puntellature, opere di sostegno etc.) sono a carico dell'Appaltatore e si intendono comprese e compensate nell'importo dell'appalto.

Quanto sopra vale sia per ciò che è direttamente collegato al cantiere, sia per le dipendenze logistiche dello stesso. Resta inteso che qualsiasi opera provvisoria che modifichi anche solo in parte la situazione esistente in loco all'inizio dei lavori, deve essere preventivamente autorizzata dal Committente.

Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere l'Appaltatore deve provvedere al rispetto di quanto disposto dalla Normativa Nazionale, Regionale e da eventuali Regolamenti Comunali in materia sicurezza e di inquinamento acustico dell'ambiente.



## **1.6 Mezzi d'opera**

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

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

## **1.7 Qualità e provenienza dei materiali**

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

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

## **1.8 Controlli e certificazioni sui materiali**

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

Qualora tale documentazione non sia ritenuta idonea o completa, su richiesta insindacabile della D.L., l'Appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, ad effettuare, per la verifica della conformità alle caratteristiche direttamente richieste nel presente documento, presso un Laboratorio Ufficiale concordato con la D.L., prove di qualifica su materiali o componenti da impiegare o già impiegati





nonché su campioni di lavori già eseguiti, da prelevarsi in opera, sostenendo anche tutte le spese per il prelevamento degli stessi e per la loro spedizione.

Nel caso di non rispondenza dei materiali o dei componenti alle caratteristiche richieste, l'Appaltatore è tenuto a sostituirli, a sua cura e spese, con altri idonei, provvedendo anche a rimuoverli dal cantiere entro il termine fissato dalla D.L. Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'Appaltatore, a carico del quale va posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

Anche nel corso delle diverse fasi delle lavorazioni in cantiere la D.L. potrà sempre chiedere la modifica e/o sostituzione, a cura e spese dell'Appaltatore, di quei componenti che non risultassero a norma di contratto. L'Appaltatore deve comunicare alla D.L., con congruo anticipo, la data di arrivo dei materiali e dei componenti approvvigionati nonché la data di inizio delle varie lavorazioni in cantiere affinché la stessa possa pianificare i dovuti controlli.

## **1.9 Collaudi sulle opere**

L'Appaltatore, a propria cura e spesa, mette a disposizione dell'organo di collaudo gli operai e i mezzi d'opera necessari ad eseguire le operazioni di collaudo, compreso quanto necessario all'eventuale collaudo statico.

Qualora uno più collaudi abbiano avuto esito negativo, la D.L. chiederà all'Appaltatore di apportare le idonee modifiche a quelle opere risultanti non a norma di Contratto e l'accettazione definitiva sarà subordinata all'esito positivo di un nuovo collaudo; rimane comunque inteso sin d'ora che gli oneri per l'esecuzione di tali modifiche saranno a completo carico dell'Appaltatore stesso.

Resta inteso che l'Appaltatore, fatto salvo il proprio diritto di avanzare riserva, non potrà rifiutarsi di modificare o sostituire a sua cura e spese quanto comunque richiesto dalla D.L.; né potranno essere accettate provvisoriamente le attività svolte se non dopo che lo stesso Appaltatore avrà eseguito quanto prescrittogli. Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'Appaltatore, a carico del quale andrà posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

D'altra parte, la mancata richiesta da parte della D.L. di modifiche o sostituzioni non solleva l'Appaltatore dai suoi obblighi contrattuali, che lo fanno in ogni caso responsabile della rispondenza finale delle attività svolte. Solo nel caso in cui tutti i collaudi abbiano avuto esito positivo, potrà essere firmato il verbale di accettazione definitivo.



## **Controlli aggiuntivi**

La D.L. nel corso dei controlli e dei collaudi, qualora lo ritenesse opportuno, può richiedere, tutte quelle prove, non escluse quelle di laboratorio, atte a verificare le caratteristiche dei materiali impiegati anche non esplicitamente prescritte nel presente documento. Tali controlli aggiuntivi, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

## **Certificazioni richieste dalle disposizioni legislative**

Relativamente alle disposizioni della legislazione vigente, anche se non richiesto specificatamente dalla D.L., l'Appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, a certificare che l'esecuzione di determinate lavorazioni e/o la realizzazione di talune attività è stata svolta conformemente alle leggi vigenti.

### **1.10 Discariche**

Una parte dei materiali di risulta, opportunamente selezionata e previo benestare della D.L., dovrà essere riutilizzata nell'ambito dei cantiere per formazione di rilevati, di riempimenti od altro; per tali materiali di risulta, l'Appaltatore dovrà provvedere al carico, al trasporto, allo scarico ed alla sistemazione nelle aree di stoccaggio di immediato utilizzo indicate dalla D.L.; tutti gli oneri a ciò connessi si intendono inclusi e compensati nei prezzi contrattuali delle lavorazioni dalle quali i materiali provengono quando questi vengono riutilizzati nell'ambito dei cantiere.

L'eventuale materiale di risulta prodotto dal cantiere e non utilizzato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata reperita dall'Appaltatore a sua cura e spese. Nella scelta delle aree di discarica, l'Appaltatore si impegna sin d'ora a dare priorità a quelle discariche autorizzate già individuate nelle vicinanze del cantiere.

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

### **1.11 Norme di conduzione dei lavori**

I lavori devono essere condotti con rapidità e massimo impegno eseguendo in parallelo tutte quelle azioni per le quali ciò, a discrezione della D.L., sia indispensabile. Prima dell'inizio dei lavori



L'Appaltatore deve presentare alla D.L., per approvazione, un dettagliato programma cronologico dello svolgimento dei medesimi, ovviamente compreso entro i termini contrattuali e coerente con le priorità indicate dalla D.L. Resta fermo il diritto della D.L. di variare dette priorità in qualunque momento senza che per questo l'Appaltatore abbia diritto a compenso alcuno. Prima di iniziare qualsiasi fase di lavoro, l'Appaltatore deve chiedere ed ottenere esplicito benestare dalla D.L.

L'Appaltatore si impegna inoltre ad eseguire i lavori entro le aree autorizzate e diviene economicamente e penalmente responsabile dei danni eventualmente arrecati a colture e cose nei terreni limitrofi oltre le e aree.

### **1.12 Responsabilità in caso di danni**

Prima di iniziare gli scavi, l'Appaltatore dovrà effettuare un'indagine per verificare le possibili interferenze con altre opere interrate già esistenti quali linee telefoniche, elettriche, acquedotti, fognature ecc.

Egli sarà in ogni caso responsabile per i danni alle stesse arrecati durante le fasi lavorative; a tal fine l'Appaltatore dovrà stipulare idonea polizza assicurativa.

## **2. PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **2.1 SCAVI**

E' prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia dura da mina, secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L. Qualora durante le operazioni di scavo, si dovesse fare ricorso all'uso di esplosivi, l'Appaltatore sarà tenuto preventivamente ad ottenere tutte le autorizzazioni previste che dovranno essere sottoposte per approvazione anche alla D.L.

I materiali provenienti dallo scavo ove non siano utilizzabili o che a giudizio insindacabile della D.L. ritenuti non adatti per il rinterro, dovranno essere portati a discarica a cura ed onere dell'Appaltatore. Risulteranno a carico dell'appaltatore anche gli oneri per l'eventuale accatastamento in cantiere dei materiale scavato prima dei suo riutilizzo nella formazione di rilevati, spianamenti o di riempimenti.

In ogni caso i materiali dovranno essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non dovranno risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle



acque scorrenti sulla superficie. La D.L. potrà far asportare, a cura e spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

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

### **Scavi di sbancamento**

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

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

Sono inoltre da considerare "di sbancamento" gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, per l'asportazione dello strato vegetale e dei ceppi, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la bonifica di superfici piane od inclinate negli spessori già previsti in progetto e/o richiesti dalla D.L., anche se sottostanti il "piano di sbancamento" prima definito od a questo non strettamente correlabili, anche se eseguiti in fasi successive.

La gradonatura dei piani di posa dei rilevati avrà una profondità media di 40 cm e sarà effettuata previo taglio dei cespugli e l'estirpazione delle ceppaie. Sono inoltre da considerarsi "di sbancamento" gli scavi da effettuare per l'apertura di nuove sedi stradali, per l'allargamento e la profilatura, ove necessario al transito degli automezzi per il trasporto al sito delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti stradali.

Gli scavi di sbancamento dovranno essere eseguiti con mezzi meccanici e rifiniti a mano, in modo tale da ottenere i piani e le sagome previsti dai disegni di progetto ovvero ordinati in loco dalla D.L..

### **Scavi a sezione obbligata**

Con questa dizione si intendono gli scavi al di sotto del "piano di sbancamento" o ad esso assimilato, come definito al punto precedente.

Negli scavi a sezione obbligata l'Appaltatore è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni di sicurezza; di conseguenza egli è tenuto ad eseguire, non appena le circostanze lo richiedano, le puntellature, le armature ed ogni altro provvedimento atto a prevenire frane, scoscendimenti o



smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

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

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nello scavo. Qualora in questi ultimi si riversasse acqua di qualsiasi natura, bisognerà provvedere al loro prosciugamento, a cura e spese dell'Appaltatore.

### **Scavi a mano o con demolitore meccanico**

Saranno eseguiti ogni qualvolta, a giudizio della D.L., non risulti possibile procedere diversamente all'esecuzione degli scavi, siano essi di sbancamento che a sezione obbligata.

### **Trovanti**

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

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

### **Scavi per la canalizzazione di corsi d'acqua**

Con questa dizione si intende ogni operazione di scavo occorrente per il tombamento e per la rettifica, la modellazione e la correzione degli alvei, per l'insediamento ed ammorsamento di briglie, per l'appoggio delle mantellate, per l'alloggiamento- di canalizzazioni.

Lo scavo deve essere eseguito con mezzi meccanici ed a mano, in presenza di roccia, melma, radici e fango etc.; nel prezzo è compreso l'onere per la deviazione delle acque in movimento,



superficiali e freatiche, per l'esaurimento delle acque ristagnanti e ogni altro magistero atto a permettere la realizzazione delle opere di regimazione idraulica prevista in progetto.

## **2.2 RILEVATI**

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno, in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla lettera a) precedente, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della D.L., per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed eliminazione del materiale non ritenuto idoneo dalla D.L. Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà del committente.

Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibili ed ugualmente ritenute idonee e previa la cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formano il corpo stradale, ed opere consimili, dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e trasportando fuori dalla sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente, o su terreno a declivio trasversale superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre del rilevato stesso e d'appoggio, affinché i rilevati abbiano le precise dimensioni prescritte, evitando in ogni caso la necessità di successive aggiunte di strati troppo sottili. Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

Alla ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate. Il costipamento sarà realizzato costruendo il rilevato in tratti di modesta altezza non eccedenti i 30-40 cm, rullando successivamente con rulli vibranti di peso adeguato fino al completo assestamento dello strato.

Il costipamento dei singoli strati sarà ottenuto servendosi, di regola:



- se il terreno è costituito prevalentemente di materiale ghiaioso o da sabbie grossa, di normali compressori a cilindri lisci o da piastre vibranti;

- se il terreno contiene più del 40% di fango, di costipatori a ruote gommate.

I materiali dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente.

Il materiale dovrà essere posto in opera non nei periodi di gelo o su terreno gelato. Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto o ordinati dalla D.L.

Particolare cura dovrà aversi nei riempimenti o costipazioni a ridosso dei piedritti, muri andatori ed opere d'arte in genere. Per rilevati e rinterri si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietate in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da ricaricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare dal carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o in rinterro non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con ogni cura al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni e murature di fresca costruzione. Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a totale carico dell'Appaltatore.

## **2.3 Rinterri**

I rinterri si faranno con materiale adatto, sabbioso, ghiaioso e non argilloso, derivante dagli scavi, ponendo in opera strati orizzontali successivi di circa 30-50 cm. di spessore, ben costipati con adeguate attrezzature.

Nel rinterro delle condotte con pareti sottili si avrà la massima cura di rivolgere prima i tubi con sabbia, sino ad una altezza di 15 cm sopra il dorso dei tubi per non danneggiare in alcun modo la tubatura, altre opere costruite ed esistenti. I singoli strati dovranno essere abbondantemente



innaffiati in modo che il rinterro risulti ben costipato, e non dia luogo a cedimenti del piano viabile successivamente costruito.

Qualora ugualmente avvenga un dissesto nella pavimentazione esso dovrà venire immediatamente riparato con il perfetto ripristino del piano viabile, a cure e spese dell'impresa fino a collaudo avvenuto. Qualora il cavo da ritombare fosse attraversato da tubazioni, le stesse verranno adeguatamente sostenute con paretine o pilastrini di mattoni o calcestruzzi in modo da non pregiudicarne l'integrità.

I relativi oneri s'intendono compensati con i prezzi di tariffa. I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili, dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi.

## **2.4 PAVIMENTAZIONI STRADALI**

### **2.4.1 Formazione di ripristino delle pavimentazioni in macadam**

#### **Ossatura di sottofondo**

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

Il pietrisco sarà di tipo 40171 UNI 2710 e la ghiaia di tipo 40/71 UNI 2710.

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

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

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





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

### **Strato superficiale**

Sulle superfici dell'ossatura di sottofondo destinate al transito verrà steso uno strato di stabilizzato di cava tipo "A1-b" ( $D < 30 \text{ mm}$ ) UNI 10006, dello spessore di 15 cm dopo compattazione, da effettuare con battitore meccanico o con rullo compressore, con  $M_d > 1000$  o, se richiesto dalla D.L., pietrisco di frantoio 10120 UNI 2710.

Le caratteristiche tecnologiche di accettazione del pietrisco saranno tali da garantire un coefficiente di frantumazione non superiore a 120, resistenza alla compressione non inferiore a  $1400 \text{ Kg/cm}^2$  ed infine una resistenza all'usura minima di 0,8.

### **2.5.2 Ripristino pavimentazioni bitumate**

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

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

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

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

### **2.5.3 Rimessa in pristino dei terreni**

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

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

Quando trattasi di incolto agricolo il terreno dovrà essere dissodato e regolarizzato.



In tutti i casi si dovrà:

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

## **2.5 TRASPORTO E POSA A DISCARICA DEI MATERIALI DI RISULTA**

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

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

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

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

## **2.6 DRENAGGI DI SUPERFICIE**

### **2.7.1 Trincee drenanti**

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



Le trincee saranno realizzate mediante scavo a sezione obbligata, con mezzo meccanico, della larghezza di 50÷70 cm e profondità e lunghezza, secondo i profili di progetto; quando il sistema di drenaggio interessa aree sedi di rilevato, l'escavazione delle trincee sarà successiva aviazione di scotico di tutta l'area di impronta del rilevato stesso. Il fondo della trincea, previa accurata pulizia dello scavo, dovrà risultare costantemente in pendenza secondo i valori di progetto.

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

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

Le trincee saranno riempite con materiale arido selezionato, e preferibilmente lavato, di fiume o di cava, con pezzatura max100 mm, pezzatura minima pari ad almeno 1,5 volte il diametro dei fori della tubazione di scolo, ma non minore comunque di 15 mm. Al fine di evitare danneggiamenti alla tubazione di scolo si prescrive che il primo strato di materiale, almeno fino a 15 cm oltre l'estradosso della tubazione, sia di pezzatura meno grossolana, e che la successiva posa in opera del materiale di pezzatura maggiore avvenga senza caduta dall'alto. Nella fase di riempimento delle trincee si dovranno rispettare fedelmente le quote progettuali di chiusura del geotessile o quantomeno l'altezza minima di quest'ultimo dal fondo scavo. Ad avvenuta chiusura del telo, nelle aree sedi di rilevato la trincea sarà ulteriormente riempita, fino al piano di scotico o di gradonatura a seconda delle disposizioni impartite dalla D.L. con il medesimo materiale arido selezionato o con terreno vegetale nel caso in cui le trincee drenanti siano poste in sedi naturali.

### **2.7.2 Geotessile per drenaggi**

Per esecuzione di trincee drenanti e per drenaggi a tergo di opere in muratura od in calcestruzzo devono essere utilizzati geotessili aventi funzione di filtro contro il passaggio di particelle solide all'interno del corpo drenante. Il telo deve avere peso non inferiore a 200 g/mq, resistenza a



trazione trasversale, su striscia di 5 cm, non inferiore a 500 N, allungamento 50÷70%, permeabilità verticale all'acqua (con battente 100 mm d'acqua) non inferiore a 30 l/mq sec.

### **2.7.3 Geotessile di separazione**

Per la separazione di rilevati o delle soprastrutture dai relativi piani di posa, qualora questi presentino il rischio di contaminare con argille o limi il materiale arido di riporto e dove previsto in progetto, debbono essere utilizzati geotessili aventi funzione di separazione e quindi di trattenimento delle particelle più fini del terreno in sito. Il telo avrà peso non inferiore a 400 g/mq, resistenza a trazione trasversale, su striscia di 5 cm, non inferiore a 900 N, resistenza alla perforazione non inferiore a 3000 N. I teli devono essere stesi in opera con sovrapposti minimi di 30 cm, curando di evitare il contatto con ciottoli spigolosi o di dimensioni notevoli rispetto alla granulometria dominante.

## **2.7 CALCESTRUZZO, OPERE IN CALCESTRUZZO, ACCIAIO PER C.A.**

### **2.7.1 Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua**

I materiali che verranno usati dovranno essere tutti perfettamente idonei ed approvati dalla D.L.. In ogni caso tutti i materiali dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle "Norme Tecniche" approvate con Decreto Ministeriale dei 9/01/96 al quale si fa riferimento per il tipo ed il numero dei controlli e le prove sui materiali da eseguire, salvo quanto diversamente specificato nel presente Capitolato Tecnico.

Il rapporto acqua cemento dovrà essere scelto opportunamente in modo da consentire la realizzazione di calcestruzzi di elevata impermeabilità e compattezza e da migliorare la resistenza alla carbonatazione ed all'attacco dei cloruri; dovrà essere comunque utilizzato un rapporto acqua/cemento non superiore a:

- 0,45 per tutti gli elementi strutturali in c.a.
- 0,50 per tutti gli altri elementi

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

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



### 2.7.2 Leganti idraulici

I leganti idraulici da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella Legislazione vigente ed alla norma UNI 9858 e UNI ENV 197-1. Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanica. Il dosaggio minimo di cemento per m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro minimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981, Parte Seconda, sulla durabilità dei calcestruzzo, il tutto come riportato negli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L..

### 2.7.3 Inerti

Gli inerti potranno provenire sia da cave naturali che dalla frantumazione di rocce di cave coltivate con esplosivo e potranno essere sia di natura silicea che calcarea, purché di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche. Saranno accuratamente vagliati e lavati, privi di sostanze terrose ed organiche, provenienti da rocce non scistose, né gelive opportunamente miscelati con sabbia di fiume silicea, aspra al tatto, di forma angolosa e granulometricamente assortita.

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

La granulometria degli inerti deve essere scelta in modo

tale che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre senza pericolo di segregazione (UNI 9858) ed in particolare:

- D15 per spessori di calcestruzzo minori o uguali a 15 cm
- D30 per spessori di calcestruzzo maggiori di 15 cm

La conformità degli inerti e delle miscele di inerti a quanto prescritto dalle Norme sopra citate deve essere comprovata da apposite prove condotte da un Laboratorio Ufficiale, il quale ne deve rilasciare attestato mediante Relazione Tecnica che dovrà essere esibita alla D.L. dall'Appaltatore.

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

### 2.7.4 Classe dei calcestruzzi

Tutte le strutture per fondazioni, platee, pozzetti, muri ecc. saranno realizzate con calcestruzzo della classe specificata sugli elaborati progettuali per ogni singola opera e/o indicata dalla D.L.. Lo slump sarà costantemente controllato nel corso del lavoro dall'Appaltatore mediante il cono di Abrams e non potrà mai superare i valori prescritti dalla D.L. per ogni classe, mentre detti valori



potranno essere ridotti quando sia possibile ed opportuno per migliorare la qualità del calcestruzzo.

### **2.7.5 Calcestruzzi magri e di riempimento**

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

### **2.7.6 Determinazione della Classe dei CIs**

Per ogni singola classe di cls e per ogni singola opera, verranno effettuati prelievi dagli impasti, nel numero indicato di volta in volta dalla D.L. e comunque in numero non inferiore a 2 prelievi di tre cubetti per ogni diversa fase di getto, al fine di accertare la rispondenza dei calcestruzzi secondo le modalità indicate dal D.M. dei 09/01/96.

I provini prelevati, datati e contrassegnati in modo indelebile con riferimento alla fase di getto ed al manufatto cui si riferiscono, saranno conservati, a cura dell'Appaltatore, in luogo scelto in accordo con la D.L. e, ad avvenuta stagionatura, saranno sottoposti alle prove di schiacciamento come previsto dalle norme UNI 6127, presso un Laboratorio Ufficiale.

L'onere per le prove di schiacciamento presso il Laboratorio Ufficiale è a carico dell'Appaltatore; sono altresì a carico dell'Appaltatore il prelievo, la conservazione ed il trasporto al laboratorio dei campioni medesimi.

Qualora, dalle prove di laboratorio risultasse una resistenza caratteristica del conglomerato inferiore a quella prescritta, e la differenza sia compresa tra lo 0 e il 10%, verranno applicati ai relativi prezzi a corpo delle opere in cls le seguenti riduzioni:

- per declassamento inferiore al 5%: riduzione del prezzo del 5%;
- per declassamento compreso tra il 5% e il 10%: riduzione del prezzo del 15%.

Qualora la differenza risultasse superiore al 10%, la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, rifiutare tutte le opere la cui Classe risultasse affetta da tale anomalia; in questo caso l'Appaltatore sarà obbligato a demolire e ricostruire tali opere a proprie cure e spese.

Sarà comunque la D.L., previo controllo teorico/sperimentale della struttura (anche mediante prelievo di campioni a mezzo di carotaggi), a giudicare l'accettabilità o meno di un'opera in calcestruzzo che dovesse presentare una resistenza caratteristica inferiore al 10% di quella richiesta dal progetto.

Durante la ricostruzione delle opere demolite saranno effettuati nuovamente i prelievi di controllo, secondo le modalità sopra stabilite, per verificare l'appartenenza del cls alla Classe richiesta.



La D.L., a suo insindacabile giudizio, potrà anche accettare, in luogo della demolizione, che l'Appaltatore esegua a propria cura e spese quelle opere di rinforzo tecnicamente idonee che consentano alle strutture in questione di raggiungere la sicurezza prescritta. Il progetto di tali opere di rinforzo dovrà essere esplicitamente analizzato ed approvato dalla D.L.; in questo caso, detti manufatti verranno esclusi ai fini della determinazione statistica della classe dei cls. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se le resistenze caratteristiche dei provini di calcestruzzo risultassero maggiori di quelle previste negli elaborati progettuali.

### **2.7.7 Calcestruzzo preconfezionato**

La D.L., a seguito di motivata richiesta scritta dall'Appaltatore, può autorizzare l'impiego di cls preconfezionato presso impianti di betonaggio della zona, purché in detti impianti si seguano le prescrizioni del D.M. 9/01/1996.

L'Appaltatore resta comunque l'unico responsabile nei confronti del Committente per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto della presente fornitura e si obbliga a rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione al cantiere. L'Appaltatore deve, con sufficiente anticipo sull'inizio dei getti, effettuare le indagini necessarie a definire in dettaglio la provenienza e le caratteristiche dei materiali da impiegare, che saranno sottoposte alla autorizzazione della D.L., la quale potrà richiedere la esecuzione di getti di prova e le conseguenti prove di Laboratorio, il tutto a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale del Committente, addetto alla vigilanza, ed alla Direzione dei Lavori abbiano libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante della fornitura i prelievi ed i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti, il tutto a carico dell'Appaltatore.

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

### **2.7.8 Modalità esecutive dei getti di cls**

Oltre a quanto previsto nel D.M. 09/01/96 si precisa che il cls sarà posto in opera, appena confezionato, in strati successivi fresco su fresco, possibilmente per tutta la superficie interessata dal getto, convenientemente pistonato e vibrato con vibratorii meccanici ad immersione e/o percussione, evitando accuratamente la segregazione degli inerti. Non potranno inoltre essere eseguite interruzioni nei getti di cls se non previste nei disegni di progetto ovvero preventivamente concordate con la D.L.. Per necessità logistiche od esecutive, in accordo con la D.L., i getti





potranno essere effettuati con l'ausilio di pompa da calcestruzzo, naturalmente a cura e spese dell'Appaltatore, evitando nel contempo la caduta libera dell'impasto da altezze superiori a 1,5 m. Le eventuali riprese di getto da fase a fase dovranno avvenire previa opportuna preparazione delle superfici di ripresa che andranno scalpellate e pulite con getti di aria ed acqua in pressione e trattate con boiaccia di cemento o adesivi epossidici per riprese di getto. Tutte le superfici orizzontali dei getti di cls che rimarranno in vista dovranno essere rifinite e lisciate a frattazzo fine in fase di presa del getto.

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

I getti di cls dovranno essere eseguiti con una tolleranza massima di errore geometrico di  $\pm 0,5$ cm; errori superiori dovranno essere eliminati, a cura e spese dell'Appaltatore, solo con le modalità che la D.L. riterrà opportune. Tutti i getti dovranno essere mantenuti convenientemente bagnati durante la prima fase della presa (almeno tre giorni) e protetti con sacchi di juta inumiditi. Al momento del getto, fermo restando l'obbligo di corrispondere alle caratteristiche della Classe prescritta, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare al massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento definito nell'art. 2.10.1.

I valori richiesti da verificare al cono di Abrams, sono i seguenti:

- per calcestruzzi di Classe 250 o superiore: slump compreso tra 16 e 20 cm
- per calcestruzzi di Classe minore di 250: slump compreso tra 10 e 15 cm

Il trasporto del calcestruzzo acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo, si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici (slump), a giudizio della D.L..

Per l'eventuale uso di additivi fluidificanti o antiritiro, si dovranno scrupolosamente osservare le proporzioni prescritte dalla Ditta fornitrice dell'additivo stesso, nonché le prescrizioni del successivo art. 2.11.10.

### **2.7.9 Additivi per calcestruzzi**

Per ottenere la necessaria lavorabilità con i rapporti acqua/cemento prescritti, la D.L. può autorizzare o richiedere che nella confezione dei cls sia fatto uso di additivi fluidificanti e/o superfluidificanti riduttori del quantitativo d'acqua (Rheobuild della MAC S.p.A., Sikament o Piastiment BV40 della SIKA, o prodotti aventi caratteristiche equivalenti) purché conformi alle prescrizioni delle Norme UNI 7101, UNI 7120 e UNI 8145 ed in generale fino alla quantità massima del 3% della massa di cemento. In casi particolari, previa specifica approvazione della D.L., può





essere autorizzato l'uso di additivi con agenti espansivi per la limitazione del ritiro volumetrico (Stabilmac della MAC S.p.A. o equivalente).

L'Appaltatore deve provvedere alla fornitura dell'additivo approvato dalla D.L., al trasporto e all'immagazzinaggio in cantiere, quindi al suo impiego con il rigoroso rispetto delle istruzioni sull'uso prescritte dal produttore degli additivi stessi.

#### **2.7.10 Casseforme per opere in calcestruzzo**

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

In ogni caso per il disarmo si rimanda alle Norme Tecniche cui al D.M. 09/01/96. Dopo il disarmo l'Appaltatore, a proprie spese, deve curare l'asportazione di tutte le sbavature, tagliare i tiranti metallici ed effettuare i rappezzi necessari, secondo quanto confacente al caso, previa approvazione da parte della D.L. delle modalità esecutive e delle malte da utilizzare. In funzione dell'opera da realizzare, le casserature potranno essere confezionate con pannelli metallici, con pannellature di legno, e/o con l'impiego di tavole di legno di abete dello spessore di 2,5 cm.

#### **2.7.11 Acciaio per cemento armato**

L'acciaio dovrà corrispondere alle caratteristiche specifiche dalle Norme Tecniche cui al D.M. 09/01/96. Sarà impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata dei tipo Fe B 38k o Fe B 44k a seconda di quanto previsto negli elaborati di progetto, per tutte le opere, e rete elettrosaldata in vari diametri e maglie, dei tipo conforme alle specifiche dei D.M. sopracitato.

L'Appaltatore dovrà fornire i certificati di controllo come prescritto dalla normativa sopracitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale o copia conforme all'originale ai sensi dell'Art.14 della Legge n°15 del 04/01/1968. A discrezione della D.L., si provvederà anche al prelievo di spezzoni di barre da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche; detti spezzoni verranno inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'Appaltatore al quale spetteranno anche gli oneri relativi alle prove stesse.

La costruzione delle armature e la loro messa in opera dovranno effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti leggi per le opere in c.a.; l'armatura sarà posta in opera nelle casseforme secondo le



prescrizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che le parti esterne di detta armatura vengano ricoperte dal prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro).

Le armature saranno mantenute in posizione all'interno delle casseforme mediante opportuni supporti, che a struttura scasserata non dovranno dar luogo ad infiltrazioni. Il posizionamento di ciascuna barra di armatura sarà ottenuto con legatura di filo di ferro ricotto in modo da ottenere una gabbia rigida ed indeformabile e, qualora previsto nel progetto, si provvederà a cortocircuitare la gabbia di armatura per il collegamento con la rete di Terra; se necessario saranno usate anche delle barre di irrigidimento.

L'Appaltatore, previo benestare della D.L., potrà dare luogo alle lavorazioni dell'armatura metallica fuori dal cantiere, provvedendo quindi alla "prefabbricazione e premontaggio" della stessa secondo moduli trasportabili entro i comuni limiti di sagoma previsti dalle norme di circolazione stradale. Nel cantiere si deve provvedere soltanto alla collocazione in opera delle suddette armature in blocchi, poggiandole sopra i magroni già realizzati e nelle apposite casseforme atte al contenimento dei getti in calcestruzzo, curando il perfetto posizionamento dei vari blocchi, il loro collegamento con le apposite barre di interconnessione, il loro mantenimento in posizione durante il getto e la presa del calcestruzzo.

## **2.8 CABINE PREFABBRICATE MONOBLOCCO**

La cabina prefabbricata in cemento armato vibrato, realizzata con struttura monolitica autoportante, dovrà essere conforme alla normativa CEI 0-16 e alla Guida per le connessioni alle reti elettriche di Enel Distribuzione: l'utente deve mettere a disposizione del Distributore un locale per l'impianto di rete per la consegna (locale di consegna) ed un locale per i complessi di misura (locale di misura), entrambi sempre accessibili al Distributore con mezzi adatti ad effettuare gli interventi necessari, senza necessità di preavviso nei confronti dell'Utente e senza vincoli o procedure che regolamentino gli accessi. Tali locali devono essere di adeguate dimensioni e posti al margine dell'area dell'Utente stesso.

In particolare la struttura prefabbricata in cemento armato vibrato, oltre ad avere come riferimento le specifiche ENEL relative alle tabelle DG 10061, DG 10062, DG 10063 per quanto applicabili, dovrà rispondere alle seguenti normative di riferimento :

- legge 5 novembre 1971 N° 1086 ( La nuova disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato)



- D.M. 09 Gennaio 1996 ( Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale)
  - Circolare M.LL.PP. 15 Ottobre 1996 n. 252 ( Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo)
  - legge 2 febbraio 1974 N° 64 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche)
  - D.M. 3 dicembre 1987 (Norme per le costruzioni prefabbricate)
  - D.M. 16 gennaio 1996 ( Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)
  - Circolare M.LL.PP. 10 Aprile 1997 n.65 (Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche in zone sismiche)
  - D.M. 16 Gennaio 1996 (Norme tecniche per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi)
- Circolare M.LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156 (Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per carichi e sovraccarichi)

La Cabina monoblocco è costituita da:

- Struttura scatolare composta dalle quattro pareti laterali e dal pannello pavimento realizzate con un unico getto di calcestruzzo aventi spessore minimo 70 mm
- Pannello di copertura in calcestruzzo della struttura avente spessore minimo 80 mm
- Eventuali pannelli di divisione interna, in calcestruzzo spessore minimo 70 mm, in lamiera o rete spessore minimo 3 mm, a delimitazione dei vari locali (CONSEGNA, Misure, Utente 1, ecc.);

Caratteristiche:

- Calcestruzzo avente classe Rck 350 Kg/cm<sup>2</sup> opportunamente additivato con superfluidificante e con impermeabilizzante idonei a garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità.
- Armatura metallica interna a tutti i pannelli costituita da doppia rete elettrosaldata e ferro nervato, entrambi in FeB44 K controllato.
- Collegamento mediante saldatura di tutte le armature metalliche in modo da realizzare e garantire una maglia equipotenziale di terra uniformemente distribuita in tutta la cabina onde consentire il collegamento elettrico all'impianto di terra esterno.



- Pannello di copertura avente spessore minimo in gronda di cm 8.00 e dimensionato in modo da supportare sovraccarichi accidentali di 400 Kg/mq.
- Pannello di pavimentazione avente spessore minimo di 80 mm e dimensionato in modo da supportare un carico permanente di 500 Kg/mq e i carichi concentrati dei trasformatori di tensione.
- Predisposizione del pannello pavimento di appositi cavedi, per il passaggio dei cavi MT/BT in entrata ed in uscita dalla cabina., e di inserti filettati per il fissaggio delle apparecchiature elettromeccaniche.
- Impermeabilizzazione della copertura mediante l'applicazione a caldo di una guaina bituminosa di mm 4.00 di spessore dopo aver trattato il sottofondo con una mano di Primer.
- Pareti interne, lisce e senza nervature, tinteggiate con pitture al quarzo di colore bianco.
- Pareti esterne, tinteggiate con pitture al quarzo ad effetto bucciato, idonee a resistere agli agenti atmosferici anche in ambiente marino, montano, industriale altamente inquinato.
- La struttura portante dovrà essere dimensionata e calcolata per consentire lo spostamento del monoblocco completo delle apparecchiature elettromeccaniche, trasformatore compreso;
- Il monoblocco dovrà essere dotato di dispositivi di sollevamento, costituiti da idonei inserti filettati, posizionati nello spessore delle pareti a contatto con il pannello di copertura in modo tale che dopo la posa in opera non rimangano in vista nella superficie esterna delle pareti onde evitare l'ossidazione che potrebbe macchiare e deteriorare il calcestruzzo e il rivestimento esterno; dopo il montaggio i dispositivi dovranno essere opportunamente ingrassati e chiusi con idoneo sistema che ne impedisca l'ossidazione;

Al contempo le cabine monoblocco consentono una facile rimozione per una successiva reinstallazione in altra località.

### **2.8.1 Fondazione prefabbricata del tipo "VASCA DI FONDAZIONE"**

La cabina verrà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di cm.60 (interna di cm.50) e dotata di n°30 fori diametro mm. 170 (per tubo corrugato), a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati (attraverso una botola ricavata sul pavimento della Cabina è possibile accedere alla vasca).

Le caratteristiche costruttive e i materiali dovranno essere identici a quelli impiegati per la costruzione della cabina monoblocco.



L'uso della vasca di fondazione prefabbricata permette di eseguire opere edili sul posto veramente limitate, in quanto è necessario un semplice scavo e riportare sul fondo uno strato di calcestruzzo magro spianato di 8-10cm o un equivalente strato di sabbia ben costipata.

Non sono necessarie tutte quelle opere inerenti cunicoli, pozzetti, cassetture che diventano predisposizioni indispensabili se si esegue una fondazione del tipo in opera tradizionale;

Per adeguamento alle nuove norme CEI 11-1, circa l'obbligo di raccolta di eventuali fuoriuscite dell'olio del trasformatore all'interno della cabina stessa, la vasca di fondazione è perfettamente rispondente, garantendo una perfetta tenuta grazie alla realizzazione tipo monoblocco. È anche possibile suddividere l'interno della vasca in modo da delimitare le varie zone, sia quella atta al passaggio dei cavi MT/BT, sia quella destinata alla raccolta olio.

Completa di:

- porte di accesso ai locali riservati a Consegna e Misure lato Consegna, in vetroresina, conformi alla specifica ENEL DS 919, con serrature unificate ENEL DS 988;
- porte di accesso ai locali riservati all'Utente e Misure lato Utente, in lamiera zincata e preverniciata, munite di serratura;
- Griglie di aerazione in vetroresina, conformi alla specifica ENEL DS 927,

### **2.8.3 Requisiti del costruttore di cabine prefabbricate in cemento armato**

Il costruttore o il fornitore di cabine elettriche prefabbricate, non sarà riconosciuto idoneo alla fornitura se non sarà in possesso di tutte le omologazioni rilasciate da ENEL/DDI e precisamente:

DG 2061 CABINE BOX con e senza vasca di fondazione

DG 2062 CABINE BOX con e senza vasca di fondazione

DG 2071 CABINE BOX Con vasca di fondazione incorporata

DG 2081 CABINE MINIBOX per quadri isolati in SF6

DG 2011 CABINE IN ELEVAZIONE (TORRE)

TDV 42CABINE BOX RIDOTTO

9428 ACABINE MICROBOX

Il costruttore dovrà inoltre essere in possesso di:

-UNI EN ISO 9001 adeguamento VISION 2000;

-Qualifica presso ENEL Servizio Acquisti ed Appalti;

-Deposito al Ministero Lavori Pubblici, come da specifiche richieste ENEL, secondo Legge 5.11.1971 n°1086 art.9 – Decreto Ministeriale 3.12.87, Deposito produzione in serie n°47161.



#### 2.8.4 Accessori - servizi interni - alla cabina

Montati e cablati, come segue:

- Punto luce costituito da plafoniera IP43 con lampada da 100W combinato da 16a a 250V composto da interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili;
- Punto luce costituito da plafoniera IP65 con lampada a fluorescenza 1x36W combinato da 16a a 250V composto da interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili;
- Punto luce costituito da plafoniera IP65 con lampada a fluorescenza 1x36W+INVERTER avente autonomia di 1h 30 min. combinato da 16a a 250V composto da interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili;
- Punto luce costituito da plafoniera IP65 con lampada a fluorescenza 2x36W+INVERTER avente autonomia di 1h 30 min. combinato da 16a a 250V composto da interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili;
- Aspiratore Elicoidale da 900/1500/2100/2800mc/h IP44 con serranda a gravità, griglia antinfortunistica, e Termostato esterno (In alternativa: Torrino Aspirante 2800 mc/h IP54 (380Vca));
- Sirena 220Vca, 97 db, IP66, adatta al funzionamento continuo prolungato;
- Interruttore di Emergenza con lampada presenza/assenza linea;
- Presa bloccata 220 Volt-16A - 380 Volt-32 A;
- Collettore sonde PT100 dal trasformatore in resina alla centralina termometrica (cavo schermato 10x1.5 mmq. compreso terminali);
- Collettore e anello di messa a terra interno, realizzato con piatto di rame mm 20x3, morsetti e capicorda a compressione, compreso il collegamento di tutte le masse metalliche, quadro MT, quadro BT, trasformatore, eventuali infissi metallici, ecc.;
- Protezione Trasformatore in lamiera forata-rete IP20 con telaio portante (dimensioni a seconda delle varie disposizioni MT);
- Accessori antinfortunistici secondo D. Leg. 493/96: Estintore a polvere, Lampada emergenza ricaricabile, Guanti isolanti, Pedana isolante, cartelli monitori vari, schema elettrico di cabina;
- Alimentatore-soccorritore per circuiti ausiliari (trascinamento) tipo Ups o Hps;
- Scavo di sbancamento e preparazione sottofondo per la posa della vasca di fondazione prefabbricata in c.a.v.;
- Trasporto materiale di risulta alla discarica;



- Relazione tecnica e calcoli statici della struttura come previsto dalle Leggi 64/74, 1086/71, (al committente farà carico il solo inoltro della pratica al Genio Civile competente);
- Relazione a struttura ultimata completa dei certificati di prove del materiale (calcestruzzo e acciaio), come previsto dalle Leggi 64/74, 1086/71, certificati d'origine e collaudo del prefabbricato e lettera di omologazione per il perfezionamento della transazione con il Gestore di Rete.

## **2.9 NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE A VERDE**

### **2.9.1 Pulizia generale**

Prima di eseguire gli interventi di movimentazione o di lavorazione del terreno, tutte le superfici interessate dovranno essere ripulite da materiali estranei (macerie, plastica, vetro, materiale metallico, liquidi inquinanti, ecc...), dalle infestanti e dagli arbusti non esplicitamente conservati dai disegni del progetto, avendo cura di rimuovere completamente le radici, facendo attenzione di non danneggiare le piante vicine da conservare.

A mano a mano che si procede con i lavori, l'impresa è tenuta a mantenere pulita l'area, evitando in modo assoluto di disperdere nel terreno oli, benzine, vernici o altro materiale inquinante, facendo particolare attenzione alle acque di lavaggio che dovranno essere convogliate in modo da non depositarsi sull'area. L'appaltatore è tenuto a rimuovere tempestivamente tutti i residui di lavorazione (sacchi di concime vuoti, frammenti di filo metallico, pietre, ecc...), gli utensili utilizzati e nel caso emergano materiali estranei, anche questi dovranno essere rimossi. Alla fine dei lavori tutte le aree ed i manufatti che siano stati in qualche modo imbrattati, anche da terzi dovranno essere accuratamente puliti. I materiali di risulta dovranno essere allontanati e portati alle Pubbliche Discariche o in altre aree attrezzate.

### **2.9.2 Difesa della parte ipogea degli alberi**

#### *Difesa degli alberi dai ricarichi di terreno*

Nel caso il progetto preveda attorno agli alberi dei ricarichi di terra, questi verranno eseguiti rispettando un sufficiente scambio gassoso delle radici. A tal fine si realizza un settore uniforme di areazione (ad esempio con pietrisco, ghiaia grossa, ecc...) su tutta la superficie interessata dalla proiezione della chioma aumentata di 2 m tranne la zona di 1 m prospiciente il tronco dove andrà posizionata argilla espansa (LECA diametro 2-3 cm), in mezzo a questo orizzonte potranno essere





posti a raggiera dei tubi di drenaggio che si collegheranno, ancora protetti da uno strato di ciottoli, con l'orizzonte definitivo del terreno. In alternativa si potrà posare sullo stato di ghiaia un telo di tessuto non tessuto di almeno 250 gr/m<sup>2</sup>. Successivamente si dovrà realizzare il riempimento usando terreno estremamente poroso. Prima della ricarica del suolo, devono essere asportati eventuali tappeti erbosi, foglie o altro materiale organico, per evitare la putrefazione. Al termine di questo lavoro si dovrà recintare temporaneamente l'area come sopra indicato per evitare il costipamento del riporto.

#### *Difesa degli alberi da abbassamenti di terreno*

Nel caso il progetto preveda un abbassamento del terreno, il livello deve essere lasciato costante per un intorno di almeno 2 m oltre la proiezione della chioma dell'albero integro, per salvaguardare le radici.

#### *Difesa degli alberi da scavi*

Gli scavi saranno eseguiti ad una distanza pari alla proiezione della chioma dell'albero integro aumentata di 2 m, in casi particolari in cui la direzione lavori lo ritenga necessario si possono eseguire scavi a distanze inferiori ma comunque a non meno di 3 m dal tronco, eseguendo gli scavi a mano ed avendo cura di non danneggiare le radici più grosse (oltre i 5 cm di diametro).

Le radici rotte devono essere recise con un taglio netto, eseguito con utensili affilati e disinfettati (soluzione con sali di ammonio quaternari o simili). Le radici non devono restare esposte all'essiccazione o al gelo.

Per gli scavi di lunga durata, la stagione vegetativa precedente l'inizio dei lavori, si deve realizzare una cortina protettiva delle radici, nel caso in cui lo scavo non vada oltre la proiezione della chioma dell'albero integro aumentata di 2 m. Tale cortina verrà scavata a mano a partire dalla parete della futura fossa per uno spessore di 50 cm, che comunque non incida in un intorno minimo di 3 m dal tronco dell'albero. Tale trincea dovrà avere una profondità di 30 cm sotto il fondo della futura fossa ma non superare comunque i 2,5 m.

Nel lato della cortina verso il tronco le radici devono essere rifilate come esposto in precedenza, nel lato opposto si deve realizzare una solida armatura, composta da pali di legno su cui si fissa una rete metallica alla quale viene assicurata una tela di sacco.

Infine lo scavo dovrà essere riempito con una miscela di compost, sabbia e torba. Fino all'apertura del cantiere e durante tutti i lavori questa cortina deve essere mantenuta costantemente umida.





Nel caso in cui la direzione lavori lo ritenga necessario si procederà all'ancoraggio dell'albero prima dell'inizio degli scavi per la cortina.

#### *Difesa degli alberi da manufatti*

Nel caso il progetto preveda la costruzione di un manufatto, muro o altra struttura ad una distanza inferiore alla proiezione della chioma integra aumentata di 2 m, ma comunque a non meno di 3 m dal tronco, si dovranno realizzare fondamenta discontinue su plinti distanti tra loro non meno di 1,5 m, adeguandosi per evitare le radici più grosse. Durante i lavori dovranno essere seguite le prescrizioni indicate precedentemente.

#### *Difesa degli alberi dal transito di veicoli da cantiere*

Nel caso in cui sia indispensabile, a giudizio della direzione lavori, transitare con veicoli ad una distanza inferiore alla proiezione della chioma integra aumentata di 2 m, e non vi siano strade pavimentate, il terreno deve essere ricoperto uniformemente con uno strato di materiale drenante (esempio sabbia) con uno spessore minimo di 20 cm, sul quale andranno fissate tavole in legno. Al termine del transito dei veicoli si deve rimuovere al più presto tutto il materiale protettivo e deve essere eseguita una leggera scarificazione manuale del suolo, avendo cura di non ledere le radici.

#### *Difesa degli alberi da abbassamento della falda freatica*

Nel caso in cui i lavori di cantiere provochino un abbassamento della falda freatica, che si prolunghi per più di 2 settimane, tranne il periodo invernale, gli alberi dovranno essere irrigati con almeno 200 l d'acqua l'uno ad intervalli settimanali, tenendo conto anche delle precipitazioni naturali.

### **2.9.3 Sanzioni per danni al verde esistente**

Se nel corso dei lavori si procurassero dei danni alle alberature, ai cespugli o al tappeto erboso che dovevano essere conservati, la valutazione dei danni e la determinazione delle relative sanzioni saranno effettuate in base alle disposizioni del Regolamento del verde Pubblico del Comune.

### **2.9.4 Accantonamento degli strati fertili di suolo e del materiale di scavo**



Nel caso in cui il progetto preveda dei movimenti di terra, l'appaltatore è tenuto a rimuovere preventivamente i materiali estranei (macerie, plastica, vetro, materiale metallico, liquidi inquinanti, ecc...) e la vegetazione esistente (manto erboso, foglie, ecc...) per uno spessore di 3-5 cm.

I materiali di risulta e l'eccedenza di terreno che non vengono reimpiegati in cantiere, dovranno essere allontanati e portati alle Pubbliche Discariche o in altre aree attrezzate.

La rimozione del suolo dovrà avvenire quando quest'ultimo si trova "in tempera" onde evitare costipamenti dello stesso, inoltre si dovrà aver cura di eliminare materiali inerti, rifiuti affioranti, o terreno agronomicamente inadatto a giudizio della direzione lavori, emerso con i movimenti di terra. La terra di coltivo dovrà essere accatastata in cantiere o in aree limitrofe autorizzate, previo accordo con la direzione lavori, dovrà essere ammucciata in cumuli separati a seconda delle caratteristiche chimico-fisiche. Il terreno dovrà essere accatastato in mucchi non costipati, per evitare di danneggiare la struttura e dovrà avere una larghezza di base di 3 m con una altezza non superiore ad 1,5 m, in modo da permettere il deflusso delle acque.

I cumuli non devono essere di intralcio e non devono essere posti ad una distanza dagli alberi inferiore alla proiezione della loro chioma integra aumentata di 2 m e a non meno di 2 m dagli arbusti.

### 2.9.5 Terreno agrario di riporto

L'appaltatore dopo essersi accertato della qualità del terreno dovrà comunicare preventivamente alla direzione lavori il luogo esatto in cui intende prelevare il terreno agrario per il cantiere, per poterne permettere un controllo da parte della direzione lavori, che si riserva la facoltà di prelevare dei campioni da sottoporre ad analisi. Tale approvazione non impedirà successive verifiche da parte della direzione lavori sul materiale effettivamente portato in cantiere. Le analisi del terreno dovranno essere eseguite secondo i metodi ed i parametri normalizzati di prelievo e di analisi pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - SISS

Il terreno che dovrà essere di medio impasto, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

contenuto di scheletro (particelle con diametro superiore a 2 mm) assente o comunque inferiore al 15 % in volume

- pH compreso tra 6 e 7,8
- sostanza organica non inferiore al 2%
- calcare totale inferiore al 5%
- azoto totale non inferiore al 0,1%



- capacità di Scambio Cationico (CSC) > 10 meq/ 100 g
- fosforo assimilabile > 30 ppm
- potassio assimilabile > 2% dalla CSC o comunque > 100 ppm
- conducibilità idraulica >0,5 cm x ora
- conducibilità Ece < 2 mS x cm-1

Nel caso di terreni con valori che si discostano da quelli indicati, spetterà alla direzione lavori accettarli imponendo, se necessario, interventi con concimi o con correttivi per bilanciarne i valori. Questi ultimi dovranno rispettare le caratteristiche prescritte dalla legge del 19 ottobre 1984, n. 748 "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti".

La terra di coltivo da utilizzare nel riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria il più possibile vicino al cantiere e prelevata entro i primi 40 cm dalla superficie, l'appaltatore è tenuto a rimuovere l'eventuale vegetazione presente (manto erboso, foglie, ecc...) per i primi 3-5 cm.

In linea generale il terreno di riporto non deve essere difforme dal terreno agricolo dell'area di intervento, tranne dove venga specificatamente indicato dal progetto, deve rispettare i parametri sopraindicati ed avere una giusta quantità di microrganismi, comunque dovrà essere completamente esente da materiale inquinante (oli, benzine, ecc...) da inerti (pietre, plastica, ferro, vetro, radici, residui vegetali, ecc...) e da agenti patogeni.

### 2.9.6 Substrato di coltivazione

Per substrato di coltivazione si intende quel materiale di origine vegetale (terricciati di letame, terricciati di castagno, terricciati di bosco, torba) o altri substrati indicati nella legge n. 748 del 19/10/1984 in purezza o con aggiunta di componenti minerali (sabbia, argilla espansa, vermiculite, pomice, ecc...), miscelati tra loro in proporzioni note al fine di ottenere un substrato idoneo alla crescita delle piante che devono essere messe a dimora.

Se il materiale viene fornito confezionato, l'etichetta deve riportare tutte le indicazioni prescritte per legge. Nel caso in cui il materiale sia presentato sfuso, l'appaltatore deve fornire alla direzione lavori il nome del produttore, la quantità, il tipo di materiale, le caratteristiche chimico-fisiche (pH, Azoto nitrico e ammoniacale, Fosforo totale, Potassio totale, Conducibilità Ece, ecc...) e i loro valori, redatta a proprie spese, secondo i metodi normalizzati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - SISS.

Il substrato, una volta pronto per l'impiego, dovrà essere omogeneo al suo interno.



Per ogni partita di torba dovrà essere indicata la provenienza, il peso specifico, la percentuale in peso della sostanza organica, gli eventuali additivi.

Si potranno utilizzare anche compost provenienti da rifiuti indifferenziati e fanghi provenienti da impianti di depurazione civile, nel rispetto delle prescrizioni analitiche e di processo di cui alla Delibera del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984 emanata in autorizzazione a quanto disposto dal DPR 915/82, previa autorizzazione scritta della direzione lavori, escludendo comunque le superfici a prato a diretto contatto con il pubblico (campi-gioco, impianti sportivi, giardini, ecc...)

Il substrato di coltivazione standard dovrà contenere il 20 % di torba, il 10% di compost, 10 % di sabbia di fiume vagliata, 60 % di terricci vari, aggiunta di concime minerale complesso (12:12:12 + 2 Mg) a lenta cessione, con pH neutro, la sostanza organica dovrà essere in stato idoneo di umidificazione, inoltre la miscela dovrà essere macinata e vagliata. Questa composizione dovrà essere modificata secondo le indicazioni della direzione lavori in relazione al tipo di pianta che dovrà ospitare il terriccio.

L'impresa dovrà determinare e sottoporre sempre all'approvazione della Direzione Lavori la densità apparente riferita ad un tenore di umidità specificato e la capacità di campo dei substrati destinati alle opere a verde pensili.

Le quantità substrato di coltivazione, se non indicate in progetto, sarà stabilita dalla Direzione Lavori di volta in volta, in relazione all'analisi del suolo, al tipo di impianto, ecc...

### 2.9.7 Sementi

L'appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità, selezionate e rispondenti esattamente al genere, specie e varietà richieste, fornite nella confezione originale sigillata, munite di certificato di identità e di autenticità con indicato il grado di purezza, di germinabilità e la data di confezionamento e scadenza stabilita dalle leggi vigenti, inoltre dovrà essere munito della certificazione ENSE (Ente Nazionale Sementi Elette).

Qualora la miscela non fosse disponibile in commercio dovrà essere realizzata in cantiere e dovrà rispettare accuratamente le percentuali stabilite dal progetto (le percentuali devono essere calcolate sul numero indicativo di semi), sarà cura dell'appaltatore preparare e mescolare in modo uniforme le diverse qualità di semi.

I miscugli indicati in progetto potranno essere modificati a seconda delle indicazioni della direzione lavori che verificherà i risultati conseguiti durante lo svolgimento dei lavori.



Per evitare il deterioramento delle sementi non immediatamente utilizzate, queste dovranno essere poste in locali freschi e privi di umidità.

### 2.9.8 Riporti di terreno

Prima di procedere al riporto di terreno, il fondo esistente dovrà essere dissodato (previa pulizia da macerie e rifiuti), mediante erpicatura semplice, seguita da scarificazione in caso di presenza di sassi e pietre.

Dopo aver scaricato il terreno in cumuli sparsi, sull'area interessata, si procederà allo spargimento con mezzi meccanici leggeri, pala gommata, trattrici agricole o livellatrice a seconda del grado di livellamento da dare al terreno, riducendo al minimo le manovre e producendo un compattamento idoneo alla crescita della vegetazione.

Durante tutte le fasi di lavorazione si dovrà porre particolare attenzione a che il terreno si trovi in "tempera" onde evitare costipamenti.

Le quote definitive del terreno, si considerano ad assestamento e rullatura (nel caso di prati) avvenuti, dovranno essere quelle indicate in progetto e comunque dovranno essere approvate dalla direzione lavori.

### 2.9.9 Lavorazioni del suolo

In base alle indicazioni progettuali e della direzione lavori si dovranno eseguire le lavorazioni del suolo.

Le lavorazioni dovranno essere fatte in periodi idonei, quando il suolo si trova in "tempera", evitando di danneggiare la struttura o di creare una suola di lavorazione.

L'appaltatore si dovrà munire di mezzi meccanici ed attrezzature specifiche e delle dimensioni adeguate al tipo di intervento da fare.

Nel caso della messa a dimora di alberi, il suolo deve subire una lavorazione profonda, in base alle indicazioni fornite dalla Direzione Lavori, che non provochi il rivoltamento della terra, tramite ripuntatore con denti oscillanti o attrezzi analoghi.

La lavorazione successiva dovrà essere l'aratura superficiale di 30-35 cm, eseguita a colmare, in modo da facilitare il deflusso delle acque meteoriche, se la tempistica del cantiere lo permette il terreno dovrà essere lasciato esposto agli agenti atmosferici che ridurranno la dimensione delle zolle di lavorazione.

Nel caso si debba intervenire in terreni fortemente declivi e soggetti ad erosione con manto erboso presente si potranno utilizzare pseudo-aratri, dall'inglese, paraplow, che incidono superficialmente



il terreno sollevandolo senza spostarlo, oppure si individueranno, in base alle indicazioni della direzione lavori, tecniche di lavorazione idonee al caso.

Nell'ipotesi che non vi sia spazio per procedere all'aratura, la si potrà sostituire con una vangatura meccanica da eseguirsi alla stessa profondità.

Si dovrà procedere a rimuovere materiali e sassi, eventualmente emersi con le lavorazioni anche mediante l'utilizzo di frese interrassassi.

Successivamente si dovrà provvedere ad un amminutamento del terreno, con passaggi incrociati attuati con erpici o zappatrici, fino a creare un letto di semina uniforme ed idoneo.

Dove le macchine non possano lavorare a causa della conformazione dell'area di intervento (ridotte dimensioni, eccessiva pendenza, presenza di vegetazione esistente o di manufatti, ecc...) si dovrà procedere con lavorazioni manuali. La lavorazione manuale consisterà in una vangatura con successivo affinamento del terreno, per predisporlo alla piantagione o alla semina.

Tutte le lavorazioni devono comunque rispettare le disposizioni sulla difesa delle piante esistenti.

La direzione lavori provvederà ad approvare le lavorazioni effettuate prima di procedere con le successive operazioni.

Nel caso dovesse trascorrere del tempo tra la fine delle lavorazioni e gli interventi di piantagione o di semina del prato, l'appaltatore dovrà intervenire periodicamente (ogni 4 settimane circa) con mezzi meccanici o manuali per rimuovere le malerbe nate nel frattempo.

### **2.9.10 Fossi e drenaggi sotterranei**

In base alle indicazioni progettuali o a quelle della direzione lavori si dovrà procedere alla creazione della rete di drenaggio.

L'appaltatore prima di procedere alla creazione di fossi o drenaggi sotterranei dovrà verificare la profondità e l'efficienza della rete fognaria esistente, in accordo con la direzione lavori dovrà procedere ad un suo eventuale ripristino. Nelle opere di scavo l'appaltatore si dovrà attenere alle indicazioni sulle "lavorazioni del suolo".

In base alle indicazioni progettuali o a quelle della direzione lavori, l'appaltatore dovrà procedere a ripristinare o creare ex novo i fossi utilizzando macchine scavafossi o procedendo manualmente dove le condizioni di spazio o di tutela delle piante lo richiedano.

Per un efficiente deflusso delle acque si dovranno controllare le pendenze insieme alla Direzione dei Lavori, verificare la funzionalità dei pozzetti di raccolta della rete scolante e dei tracciati sotterranei tombati ed in caso di mal funzionamento, ripristinare la capacità di deflusso sostituendo le parti mal funzionanti o costruendo ex-novo l'intero tracciato.



Il drenaggio sotterraneo dovrà essere posizionato dove previsto dal progetto. Si procederà con lo scavo, rispettando le norme indicate nel capitolo scavi, con larghezza e profondità variabili a seconda del tipo di terreno, del diametro del tubo richiesto, della lunghezza del tratto interrato, occorrerà dare una pendenza al tubo del 3 per mille. Il tubo di drenaggio dovrà essere affogato in un letto di materiale drenante che deve possedere dei vuoti intergranulari tali da essere sufficientemente permeabili all'acqua ma trattenere l'eventuale trasporto solido del materiale drenato ed essere di dimensioni superiori ai fori del tubo drenante, queste caratteristiche granulometriche vengono definite dalla "regola dei filtri" (o del Terzaghi) che trova riscontro nella norma CNR-UNI 10.006. In linea generale si può indicare una pezzatura dello strato drenante di 2-3 cm, con uno spessore di 30 cm, e un successivo strato di terreno fino al raggiungimento del piano di campagna.

I fossi e i drenaggi sotterranei dovranno essere collegati con la rete fognaria esistente.

Si ricorda di rispettare il Codice Civile all'art. 891 "Distanze per canali e fossi", art. 908 "Scarico delle acque piovane", art. 911 "Apertura di nuove sorgenti e altre opere", art. 913 "Scolo delle acque".

### 2.9.11 Formazione del tappeto erboso

La semina dei tappeti erbosi dovrà essere fatta preferibilmente in primavera o in autunno. Nella preparazione del terreno per i tappeti erbosi, l'appaltatore dovrà asportare tutti i materiali estranei, livellare il terreno, lavorarlo, poi procedere con una rastrellatura per eliminare ogni buca o ondulazione, o residui vegetali, che dovranno essere allontanati dall'area di cantiere.

Al termine delle lavorazioni il profilo del suolo dovrà rispettare le indicazioni progettuali o quelle della direzione lavori, su un tratto di 4 m di superficie non sono ammessi scostamenti della planarità superiori a 3 cm nei prati ornamentali e di 5 cm in quelli paesaggistici. Si dovrà prestare particolare attenzione che non vi siano avvallamenti, ma una leggera baulatura verso i margini dell'area lavorata, per facilitare il deflusso delle acque, nel collegamento con pavimentazioni o simili ci deve essere un raccordo continuo con scostamenti non superiori ai 2 cm.

La formazione del prato dovrà essere eseguita al termine della messa a dimora delle piante (alberi, arbusti, erbacee, ecc...) e dopo l'esecuzione degli impianti tecnici e delle infrastrutture.

La quantità di sementi deve essere determinata, previa considerazione del numero di semi per grammo delle singole specie, in modo tale che di regola vengano seminati circa 40 g/m<sup>2</sup>. In caso di condizioni atmosferiche o stagionali sfavorevoli, il quantitativo di semente per m<sup>2</sup>, dovrà essere aumentato in corrispondenza.





La semente dovrà essere sparsa in modo uniforme e durante la semina si dovrà porre attenzione a mantenere l'uniformità della miscela, se necessario provvedere a rimescolarla, nel caso le caratteristiche del seme lo richiedano si potrà aggiungere sabbia per la distribuzione.

La semente dovrà essere interrata ad una profondità non superiore a 1 cm, al termine della semina sarà necessario rullare convenientemente il terreno ed irrigarlo (bagnando almeno i primi 10 cm di terreno) in modo che l'acqua non abbia effetto battente sul suolo onde evitare l'affioramento dei semi.

I vari tipi di prato dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con manto erboso compatto con almeno il 75 % di copertura media dopo il taglio (50% per i prati paesaggistici), saldamente legato allo strato di suolo vegetale con le specie previste, con assenza di erbe infestanti, sassi, esenti da malattie, avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o dal passaggio di veicoli anche di terzi.

L'ultimo taglio, prima del collaudo, non può essere anteriore a una settimana.

### 2.9.12 Garanzia di attecchimento

Tutto il materiale vegetale deve avere una garanzia di attecchimento per tutta la stagione vegetativa successiva a quella di impianto, la garanzia dovrà comprendere la sostituzione del materiale vegetale morto o deteriorato, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, entro la stagione successiva utile di impianto.

Sulle piante sostituite, la garanzia si rinnova fino a tutta la stagione vegetativa successiva.

Sono a carico dell'appaltatore, l'eliminazione e l'allontanamento dei vegetali morti, la fornitura del nuovo materiale e la messa a dimora. Per quanto riguarda i prati, questi dovranno avere una garanzia di un anno dalla semina, dovranno essere riseminate le aree che, a giudizio della Direzione Lavori, non raggiungano sufficienti livelli di copertura.

Tutte le garanzie vengono estese fino alla consegna dei lavori qualora questa avvenga dopo il termine sopra riportato.

Nel caso il progetto contempli una manutenzione dell'impianto, la garanzia di attecchimento vale per tutta la durata della manutenzione stessa.

## 2.10 MANUFATTI VARI IN ACCIAIO

Qualora previsto negli elaborati progettuali o quando prescritto dalla D.L., l'Appaltatore dovrà procedere alla fornitura ed alla posa in opera di manufatti di ogni tipo e dimensioni (carpenteria o





pezzi speciali lavorati con macchina utensile) in acciaio Fe 360-Fe430-Fe510 o in acciaio inox AISI 316 L, secondo quanto riportati nei sopraccitati elaborati progettuali o indicazioni fornite dalla D.L.

I manufatti in argomento dovranno essere accompagnati dalla certificazione attestante la qualità del materiale utilizzato per la costruzione; la D.L. può richiedere in qualunque momento il prelievo di campioni dai manufatti o da i semilavorati in officina, e la esecuzione di prove di qualifica (chimica-fisico-meccanica.) presso i laboratori ufficiali. La D.L. si riserva di effettuare, anche presso l'officina di costruzione dei manufatti, le verifiche ed i controlli che ritiene opportuni. Sia durante i controlli suddetti, che all'atto della posa in opera dei manufatti, la D.L. potrà richiedere la modifica o la sostituzione dei medesimi qualora non rispondenti alle caratteristiche richieste oppure non realizzati a regola d'arte.

L'Appaltatore dovrà posizionare i sopraccitati manufatti in acciaio prima del getto in calcestruzzo, secondo le indicazioni fornite dalla D.L., fissandoli alle casseforme o sostenendole con altre apposite opere provvisorie ed avendo cura che i manufatti non si spostino durante il getto dell'impasto e che il calcestruzzo li avvolga in maniera tale che tra le superfici di contatto calcestruzzo-acciaio non si verifichino soluzioni di discontinuità o sacche d'aria.

La carpenteria varia in acciaio Fe 360-Fe430-Fe510 dovrà essere completamente zincata e verniciata come di seguito specificato:

- preparazione del fondo mediante sabbiatura a metallo quasi bianco;
- zincatura a caldo secondo UNI 5744/66, con spessore della zincatura non inferiore a 50micron;
- applicazione di tre mani di resine fenoliche termoplastiche, con l'avvertenza che le applicazioni successive potranno essere effettuate soltanto al momento, in cui la-mano precedentemente applicata risulti perfettamente asciutta.

## **2.11 CANALIZZAZIONI ELETTRICHE E DI SEGNALAZIONE**

### **2.11.1 Canalizzazioni in terreno naturale o in sede stradale**

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali e alla quota del piano campagna, saranno posati negli scavi alla profondità definita negli elaborati del progetto o secondo indicazioni impartite in loco dalla D.L.

Detti cavi saranno allettati su strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) e saranno ricoperti da appositi coppi (tegoli) copricavo di cemento armato vibrocompresso o in resina. A



copertura dei suddetti tegoli, verrà steso uno strato di sabbia del tipo precedentemente descritto dello spessore totale di 20÷30 cm, salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati di progetto; in particolare per quanto riguarda i tratti prospicienti le piazzole di macchina il ricoprimento dei tegoli dovrà essere effettuato con un getto di cls magro di 20 cm di spessore. Un nastro segnalatore od una rete, posti all'estradosso dello strato di sabbia e ad opportuna distanza dai cavi stessi, segnalerà la presenza del cavidotto. Il rimanente volume dello scavo sarà riempito con il materiale precedentemente scavato, con la prescrizione che, qualora il cavidotto percorra tracciati in aperta campagna, lo strato di riempimento a piano campagna sarà, per uno spessore di almeno 30 cm, in terreno vegetale precedentemente accantonato nell'esecuzione degli scavi.

### **2.11.2 Tubazioni posate in manufatti di calcestruzzo**

Saranno impiegati tubi spiratati in PE o PVC con interno liscio; dovranno essere dotati di apposita certificazione sia sul tipo di materiale che sui metodi di impiego.

I suddetti tubi dovranno essere scelti con dimensione interna maggiore o uguale a quanto indicato sui disegni ed in accordo con la D.L..

Durante la posa in opera dei suddetti tubi, i raggi di curvatura dovranno rispettare le prescrizioni del costruttore e le modalità di posa dei cavi da contenere; detti raggi di curvatura, non dovranno comunque essere inferiori a 5 volte il diametro della tubazione stessa.

Per la loro giunzione, dovranno essere utilizzati esclusivamente i giunti previsti dalla ditta produttrice.

### **2.11.3 Pozzetti**

L'Appaltatore avrà cura di realizzare, ove indicato e secondo le modalità illustrate negli elaborati di progetto o indicate dalla D.L., pozzetti in calcestruzzo, sia da gettare in opera che di tipo prefabbricato, da utilizzare per canalizzazioni elettriche, per ispezioni di dispersori di terra, ecc., secondo i disegni di progetto o le disposizioni impartite in loco dalla D.L.. La loro profondità sarà legata a quella delle canalizzazioni elettriche e sporgeranno dal terreno, qualora ubicati in terreni agricoli, di circa 40 cm per impedire il transito su di essi di macchine agricole.

### **Pozzetti realizzati in opera**

Saranno realizzati in calcestruzzo Classe 250, secondo le indicazioni riportate nei disegni progettuali o fornite dalla D.L.; dovranno avere, salvo diverse indicazioni, dimensioni interne nette



di cm. 50x50, 70x70, 80x80, 100x100 e saranno provvisti sul fondo di tubo per il drenaggio dell'eventuale acqua di infiltrazione.

### **Pozzetti prefabbricati**

Dovranno essere forniti e posti in opera pozzetti in c.a.v. di dimensioni nette interne da cm 40x40 a cm 100x100, compatibilmente con le disposizioni previste nei disegni di progetto o quelle impartite dalla D.L., sia dei tipo ad elemento unico con profondità standard e sia dei tipo ad anelli. I pozzetti, che dovranno essere provvisti di lapidino in c.a.v. con relativo chiusino, dovranno essere allestiti su sottofondo in calcestruzzo Classe 200 dello spessore minimo di 10 cm. I pozzetti con dimensioni interne maggiori di 50x50 cm dovranno avere spessore delle pareti non inferiore a 10 cm. I pozzetti prefabbricati verranno generalmente impiegati in zone non carrabili per la derivazione ed il raccordo delle vie cavo.

### **Chiusini e griglie per pozzetti**

Dovranno essere forniti e posti in opera, secondo le indicazioni imposte dalla D.L., chiusini e griglie in ghisa dei tipo unificato e conforme alle normative vigenti. I chiusini dovranno avere coperchio antisdrucchiolevole con nervature portanti, piani di chiusura rettificati, telaio bullonato smontabile ed essere adatti al carico di transito di 6 ton. per asse; dovranno essere dati in opera completi di verniciatura con due mani di vernice bituminosa nera. I chiusini avranno dimensioni tali da poter essere posti direttamente sulle pareti sia dei pozzetti aventi dimensioni interne di cm 50x50 sia di quelli aventi dimensioni interne di cm 70x70; per i pozzetti con dimensioni interne superiori la posa dei chiusini richiederà la esecuzione di apposito cordolo in calcestruzzo armato solidale con le pareti. Ove previsto dai disegni progettuali o richiesto specificatamente dalla D.L., i chiusini in ghisa per pozzetti con dimensioni interne cm 70x70, potranno essere dei tipo ermetico (tipo Lamperti o similari). I chiusini in ghisa dei pozzetti ubicati fuori delle aree di transito pesante (autocarri ecc.), potranno essere sostituiti, previa approvazione da parte della D.L., con chiusini prefabbricati in cemento armato vibrato, purché il loro spessore minimo non sia inferiore a 10 cm.



## **2.12 CORDOLI E ZANELLE**

Ove previsto nei disegni di progetto o qualora richiesto dalla D.L., dovranno essere forniti e posti in opera cordoli e/o zanelle alla francese in elementi prefabbricati di calcestruzzo vibrocompresso. I cordoli dovranno avere dimensioni di 15x25 cm, e dovranno essere posti in opera in elementi da un metro di lunghezza per i tratti rettilinei, ed in segmenti di minor lunghezza per la formazione di curve; dovranno essere allettati su letto di calcestruzzo Classe 200 e stuccati con malta cementizia; tali cordoli dovranno sporgere fuori dal piano stradale finito di 5÷10 cm circa. Le zanelle alla francese, a semplice o a doppia pendenza, potranno avere larghezza da cm 25 a cm 50 secondo necessità, lo spessore minimo dovrà comunque non essere inferiore a 6 cm e la lunghezza per tratte rettilinee dovrà essere di un metro; anche le zanelle dovranno essere poste in opera allettate su calcestruzzo Classe 200 e dovranno essere perfettamente stuccate nei giunti perimetrali con malta cementizia onde evitare infiltrazioni d'acqua; ove necessario dovranno essere posizionate con pendenza verso i pozzetti di raccolta acque.

## **2.13 REGIMAZIONE ACQUE DI SUPERFICIE**

Ove previsto dai disegni di progetto ed ovunque richiesti dalla D.L., in qualsiasi fase del programma lavori, dovranno essere realizzate opere di regimazione e canalizzazione delle acque di superficie, atte a prevenire i danni provocati dal ruscellamento delle acque piovane ed a canalizzare le medesime verso i compluvi naturali. Tali opere potranno essere: ecanalette realizzate in terra, a sagoma trapezia, con materiale anche argilloso, mediante opere di scavo e/o di profilatura comunque eseguite, secondo le dimensioni e le pendenze di progetto; e canalette dei tipo ANAS, in calcestruzzo vibrato prefabbricato, di forma trapezoidale ad incastro, posate direttamente sul terreno, mediante solcatura della superficie di posa, allettamento e rinfiacco in terreno vegetale o su letto di calcestruzzo magro "a fresco" dello spessore di 8÷10 cm, e canali semicircolari costituiti da elementi prefabbricati semicircolari in calcestruzzo vibrato delle dimensioni di metà tubo Ø 300±500 mm, posati in opera entro appositi scavi su letto e rinfiacco in calcestruzzo Classe 200 dello spessore di cm 15; o fossi di guardia in canali trapezi per il convogliamento delle acque verso i fossi naturali costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrato o in elementi in lamiera ondulata in acciaio zincato;

Gli attraversamenti stradali potranno essere realizzati, salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati del progetto esecutivo e disposizioni impartite dalla D.L., con tubazioni di opportuno



diametro in calcestruzzo centrifugato o in lamiera ondulata in acciaio inglobati in un getto di calcestruzzo Classe 200 o in materiale arido costipato proveniente dagli scavi.

I grigliati stradali, qualora non in contrasto con gli elaborati progettuali o con le prescrizioni fornite dalla D.L. saranno costituiti da un canale in calcestruzzo della Classe 250, con larghezza interna di cm 60 e profondità massima di cm 40, armata con acciaio FeB 44k. Le pareti ed il fondo avranno uno spessore di 10÷20 cm, il fondo avrà una pendenza del 4% verso lo scarico, salvo diverse indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o impartite dalla D.L.. Il manufatto sarà completo di controtelaio zincato in angolare di opportune dimensioni in acciaio, ove troverà sede la griglia di copertura. Ove sarà ritenuto necessario, alla estremità del canale dovranno essere realizzati i pozzetti in calcestruzzo gettato in opera o prefabbricati completi di copertura e di raccordi alle cunette.

Qualora previsto negli elaborati di progetto od ordinato dalla D.L., al fine di minimizzare l'impatto ambientale, le acque raccolte nella canaletta trapezoidale in terra situata ai bordi della carreggiata, potranno essere convogliate a valle mediante canalette di attraversamento della sede stradale ricavate nella sovrastruttura stradale. Tali canalette saranno disposte obliquamente rispetto all'asse della carreggiata, avranno larghezza di circa 10 cm ed altezza da 15 a 20 cm e saranno costituite da sponde laterali in assito di legno controventate superiormente ed inferiormente da listelli di legno, il tutto come da disegni di progetto; le sopraccitate canalette faranno capo ad una trincea drenante dell'altezza di circa 100 cm e di larghezza pari a 50 cm e lunghezza come da elaborati progettuali o indicazioni della D.L.

## **2.14 RECINZIONE PERIMETRALE**

Le aree dell'impianto fotovoltaico saranno dotate di recinzione in rete metallica zincata plastificata e cancello carrabile. La rete metallica come recinzione è stata scelta al fine di ridurre gli impatti; inoltre sarà posta in adiacenza una fascia arborea autoctona di mitigazione. La posa in opera della recinzione a maglia rettangolare sarà a pali infissi direttamente nel terreno in modo da ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente circostante ed evitare l'utilizzo di calcestruzzo.

Il cancello d'ingresso sarà sorretto da pilastri in scatolare metallico. Le dimensioni saranno tali da permettere un agevole ingresso dei mezzi pesanti impiegati in fase di realizzazione e manutenzione. In fase esecutiva sarà considerata la possibilità di dotare il cancello di azionamento elettrico.



### 3. CARATTERISTICHE SISTEMA FOTOVOLTAICO

#### 3.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20 e varianti: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori per sovratensioni;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;



- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;
- CEI 64-57 Impianti di piccola produzione distribuita;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

Inoltre:

- conformità alla marcatura CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c. / c.a. ;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.
- norme CEI 110-31,28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c. / c.a. ;
- norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.
- DPR 547/55 e D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.
- DK 5940 Ed II : Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete BT di Enel Distribuzione;
- Decreto 28 Luglio 2005 “Criteri per l’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare”, modificato ed integrato con il Decreto ministeriale 6 febbraio 2006 e dal DM del 19 febbraio 2007

Qualora le sopra elencate norme siano modificate o aggiornate nel corso dell'espletamento della presente procedura di selezione e di esecuzione contrattuale, si applicano le norme in vigore.

Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle Società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.



### 3.2 Caratteristiche moduli

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 31724 moduli e si prevede di utilizzare 5 inverter centralizzati da 3060kVA e un inverter da 4000kVA per un totale di 19,3MW di potenza di allaccio. Il Generatore Fotovoltaico è costituito da 1342 stringhe di moduli FV.

Modello dei Moduli: JAM78D40-630/GB/1500V 630W della JA SOLAR

Caratteristiche:

- Potenza unitario modulo: 630 Wp
- Silicio monocristallino;
- Tensione a circuito aperto V(oc): 55,65 V
- Corrente di corto circuito (Isc): 14,42 A
- Tensione alla massima potenza (Vm): 46,53 V
- Corrente alla massima potenza (Im): 13,54 A
- Dimensioni del modulo: 2465 mm x 1134 mm x 35 mm

### 3.3 Convertitore CC/CA

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

L'impianto utilizza n°5 inverter da 3060kVA e n°1 inverter da 4000kVA dalle seguenti caratteristiche tecniche:

#### Inverter 3060kVA

- Marca: SMA
- Modello: Sunny Central 3060 UP
- Tipo fase        Trifase

#### *PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO*

- VMppt min [V]: 976.00
- VMppt max [V]: 1'325.00





- I<sub>max</sub> [A]: 3200.00
- V<sub>max</sub> [V]: 1'500.00
- potenza MAX [W] : 3'060'000
- Numero MPPT: 1

*PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA*

- Potenza nominale [W]: 3'060'000
- Tensione nominale [V]: 690
- Rendimento max [%]: 98.70
- Distorsione corrente [%]: 3
- Frequenza [Hz]: 50
- Rendimento europeo [%] 98.60

*CARATTERISTICHE MECCANICHE*

- Dimensioni LxPxH [mm]: 2815x2318x1158
- Peso [kg]: 3700.00

**Inverter 4000kVA**

- Marca: SMA
- Modello: Sunny Central 4000 UP
- Tipo fase Trifase

*PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO*

- V<sub>Mppt min</sub> [V]: 880.00
- V<sub>Mppt max</sub> [V]: 1'325.00
- I<sub>max</sub> [A]: 4750.00
- V<sub>max</sub> [V]: 1'500.00
- potenza MAX [W] : 4'000'000
- Numero MPPT: 1

*PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA*

- Potenza nominale [W]: 4'000'000
- Tensione nominale [V]: 660
- Rendimento max [%]: 98.70
- Distorsione corrente [%]: 3



- Frequenza [Hz]: 50
  - Rendimento europeo [%] 98.60
- CARATTERISTICHE MECCANICHE**
- Dimensioni LxPxH [mm]: 2815x2318x1588
  - Peso [kg]: 4000.00

Il sistema sarà dotato inoltre di un sistema per il monitoraggio e controllo di tutto il sistema.

### **3.4 Quadri di stringhe in corrente continua**

Il quadro di parallelo stringhe consente di realizzare il parallelo delle stringhe per l'interfaccia con gli inverter. Saranno utilizzati quadri parallelo stringhe che prevede la protezione di ogni stringa con fusile.

La funzione dei quadri di parallelo dovrà essere quella di:

- provvedere al parallelo elettrico dei cavi in AC provenienti dai singoli inverter facenti parte del sottocampo;
- provvedere alla protezione elettrica ed al sezionamento degli inverter (sezionatore o interruttore generale);
- provvedere alla protezione degli inverter da sovratensioni (scaricatori).

I quadri di parallelo saranno costituiti da shelter in vetroresina o materiale termoplastico autoestinguente con grado di protezione esterno almeno IP 54, grado di protezione interno IP 20 con porta incernierata con riquadro in vetro e chiusura con chiave triangolare. Il montaggio di ogni componente dovrà essere tale da impedire contatti accidentali con parti in tensione come richiesto dalle norme CEI 17-13. Il fissaggio deve essere previsto alla struttura di sostegno.

La disposizione topografica dei cavi elettrici in arrivo ai quadri di parallelo deve permettere di eseguire la misura della corrente circolante nei cavi stessi a mezzo di apposita sonda toroidale durante le operazioni di manutenzione e/o ricerca guasti. I cavi elettrici devono avere sezione tale da non creare caduta di tensione superiori a 1 % della tensione nominale a 25°C.

Il quadro elettrico verrà certificato e marchiato dal costruttore come AS o ANS secondo le norme CEI 17-11 e CEI 23-51 dove applicabili. Sull'involucro esterno verrà posto il marchio CE.



### **3.5 Protezione generale**

Questa protezione ha il compito di aprire l'interruttore associato in modo tempestivo e selettivo rispetto al dispositivo della rete pubblica, onde evitare che i guasti sull'impianto del Cliente Produttore provochino la disalimentazione di tutta l'utenza sottesa alla stessa linea AT. A tal fine il Cliente Produttore deve installare una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.

### **3.6 Struttura di sostegno**

La struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà del tipo Tracker monoassiali, ossia con pannelli fotovoltaici posizionati su strutture mobili infisse nel terreno e con possibilità di inseguimento est-ovest. Attraverso idonee linee interrato i moduli fotovoltaici si congiungeranno alle cabine di conversione e trasformazione.

Per la realizzazione delle strutture di supporto non saranno necessarie opere in calcestruzzo, il che faciliterà enormemente la dismissione dell'impianto a fine vita e diminuirà drasticamente le modificazioni subite dal suolo; inoltre tutte le strutture potranno essere riciclate, successivamente alla loro dismissione, sul mercato del ferro.

Le strutture di sostegno saranno realizzate mediante l'impiego di acciaio zincato a caldo. In particolare le caratteristiche richieste sono le seguenti:

- Acciaio UNI EN 10025 S275
- Spessore minimo medio della zincatura 85 µm

La zincatura dovrà essere effettuata secondo quanto riportato nella normativa vigente in materia (UNI EN ISO 14713 – UNI EN ISO 1461), fornendo al Direttore dei Lavori la documentazione attestante la qualità del prodotto ottenuto.

L'esecuzione dell'opera avverrà in officina con componenti da assemblare in opera a mezzo bullonature; la bulloneria dovrà essere conforme per caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 e dovranno essere conformi per classi alla norma UNI EN ISO 898-1. In particolare la bulloneria dovrà essere di classe 5.6.

Le saldature dovranno essere eseguite all'interno dei Centri di Trasformazione dell'Appaltatore. È dunque vietato eseguire saldature presso il cantiere. Le saldature degli acciai dovranno avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4046:2001. Le



saldature potranno essere effettuate sia mediante procedimenti automatici o robotizzati, sia mediante procedimenti semiautomatici o manuali.

I saldatori dovranno essere qualificati secondo la normativa vigente; in particolare secondo la norma UNI EN 287-1:2004 nel caso di procedimenti semiautomatici o manuali e secondo la norma UNI EN 1418:1999 nel caso di procedimenti automatici o robotizzati.

I procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati e le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV. Le saldature dovranno essere di qualità C (norma UNI EN ISO 5817:2008). I lembi dei giunti da saldare dovranno essere preparati in accordo con quanto riportato nella UNI EN ISO 9692-1.

Per quanto riguarda il sistema di ancoraggio al suolo, compatibilmente con le prescrizioni rilasciate dagli enti preposti e compatibilmente con le caratteristiche geologiche del sito di installazione, potranno presentarsi i seguenti casi:

- Viti metalliche (Krunner o similari)
- Pali infissi

I criteri di dimensionamento delle strutture di supporto dei moduli devono essere eseguiti secondo le Norme CNR-UNI, circolari ministeriali ecc. per quanto riguarda le azioni del vento, della neve e gli stress termici e secondo le Norme vigenti per quanto riguarda le sollecitazioni sismiche.

Eventuali riduzioni dei valori di riferimento nelle azioni rispetto ai valori fissati dalla normativa devono essere esplicitamente segnalate ed approvate in sede di progetto esecutivo dalla Committenza.

L'altezza minima dovrà essere dimensionata per non avere problematiche di ombreggiamento a causa di precipitazioni nevose o di crescita di piante erbacee.

## 4. STAZIONI DI ENERGIA

L'allaccio sarà in AT con elettrodotto a 36kV in derivazione dalla SE Terna come da specifica tecnica.

L'impianto sarà connesso in AT le cui caratteristiche sono presenti negli specifici elaborati.

La cabina di allaccio AT denominata CU è relativa alla parte di impianto AT utente derivata dalla SE.

Dalla cabina di allaccio saranno poi derivate le cabine inverter:



- Cabina 1, Cabina 2, Cabina 3, Cabina 4, Cabina 5 e Cabina 6

I criteri progettuali adottati per l'allaccio e nella scelta delle apparecchiature elettriche sono legati norma CEI 0-16 e al codice di rete.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale della rete di distribuzione e delle caratteristiche delle apparecchiature installate.

L'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina sarà derivata dal trasformatore servizi e sarà inoltre garantita tramite un gruppo statico di continuità (UPS) con autonomia di almeno due ore della potenza di 1000VA.

Il cavo utente sarà realizzato con cavo in alluminio 2x(3x185mmq) RG1H1R 26/45kV direttamente interrato.

Lo scavo di media tensione sarà realizzato con una profondità non inferiore ad 1 metro in modo da avere sempre separazione negli incroci da cavi ad un livello di tensione inferiore.

#### **4.1 Dimensionamento Linee AT dalla SE**

Il calcolo della linea di arrivo dalla SSE è stato effettuato considerando la corrente di impiego  $I_b$  e una caduta di tensione di circa 0,54%.

Numericamente:

##### **Lotto 1**

$$- I_b = 19'986,12 / (1,732 \cdot 36 \cdot 1) = 320,54A$$

Dove

- 36 sono i kV della tensione di esercizio
- 1 è il cosfi pari ad 1
- 19'986,12 è la potenza in kW



La portata dei cavi RG1H1R 26/45kV con sezione di 185 per posa interrata a trifoglio nelle condizioni peggiorative è di 954A e quindi per l'elettrodotto si è scelta una formazione di 2x(3x1x185) mmq

Il calcolo della caduta di tensione è stato effettuato con la formula

$$1.732 * I_b * L * (R * I_b * \cos\Phi + X * I_b * \sin\Phi)$$

Dove

- $I_b$  è la corrente di fase
- $R$  è la resistenza di linea
- $X$  è la reattanza di linea
- $L$  è la lunghezza della linea
- $\Phi$  è lo sfasamento tensione/corrente

Numericamente la caduta di tensione è di 0,54% compatibile con il limite imposto.

Per tale linea si considereranno per sicurezza sue terne di alimentazione

## 4.2 Scomparto di AT

Gli scomparti di AT, come indicato negli elaborati grafici, saranno i seguenti:

### CABINA ALLACCIO

- scomparto di arrivo cavi dal basso
- scomparto di protezione generale con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51 e 67 e di interfaccia 27-81-59;
- scomparti di misura
- scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51;



## CABINE DISTRIBUZIONE

- scomparti di misura
- scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51;

## CARATTERISTICHE SCOMPARTI

Le caratteristiche degli scomparti sono le seguenti:

- Tensione nominale fino a: 36 kV
- Tensione esercizio fino a: 40,5 kV
- Numero delle fasi: 3
- Livello nominale di isolamento
  - 1) Tensione di tenuta ad impulso 1.2/50µs a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta):  
170 kV
  - 2) Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi:  
70 kV
- Frequenza nominale: 50/60 Hz
- Durata nominale del corto circuito: 1"

## 4.3 DISPOSITIVO GENERALE

Il dispositivo generale sul lato AT a ridosso dell'impianto sarà costituito da interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato di allaccio. La funzione del dispositivo d'interfaccia sarà svolta dal dispositivo generale stesso e quindi:

- il dispositivo sarà equipaggiato con doppi circuiti di apertura e bobina a mancanza di tensione su cui devono agire rispettivamente le protezioni generali e d'interfaccia;
- i TV previsti per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia, devono essere posti a monte dell'interruttore generale (fra l'interruttore ed il sezionatore che in questo caso diventa indispensabile) ed inseriti, lato AT, tramite fusibili di calibro opportuno.



#### **4.4 Protezione generale**

Questa protezione ha il compito di aprire l'interruttore associato in modo tempestivo e selettivo rispetto al dispositivo della rete pubblica, onde evitare che i guasti sull'impianto del Cliente Produttore provochino la disalimentazione di tutta l'utenza sottesa alla stessa linea AT. A tal fine il Cliente Produttore deve installare una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.

#### **4.5 Protezioni di interfaccia**

Le protezioni di interfaccia saranno costituite essenzialmente da relè di frequenza, di tensione ed eventualmente, di massima tensione omopolare. In caso di sovraccarico o corto-circuito sulla rete MT o mancanza di alimentazione sulla rete AT stessa si ha, di regola l'intervento dei relè di frequenza; i relè di minima e massima tensione, invece, assolvono ad una funzione prevalentemente di ricalzo. In caso di guasto monofase a terra sulla rete AT interviene il relè di massima tensione omopolare (qualora presente). Al fine di evitare scatti intempestivi dovuti a dissimmetrie sulle tensioni di fase o a distorsioni ed abbassamenti delle tensioni secondarie di TV inseriti tra fase e terra per saturazione degli stessi durante il transitorio susseguente all'eliminazione di guasti a terra in rete, le protezioni di frequenza devono avere in ingresso una tensione concatenata (derivata da un TV inserito fase-fase se il DI è sulla AT).

Anche i relè di massima e minima tensione devono avere in ingresso (e quindi controllare) le tensioni concatenate.

Al fine di dotare il sistema protezioni-dispositivo di interfaccia di una sicurezza intrinseca, l'interruttore di interfaccia deve essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione e, quindi, per guasto interno o per mancanza di alimentazione ausiliaria, si deve avere l'apertura dello stesso interruttore.

#### **1.1 Protezioni rete media tensione**

Le protezioni di linea saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso, omopolare e omopolare di terra. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA mentre i relè omopolari prenderanno i segnali da TO e TV a triangolo aperto.





Le protezioni di linea protezione trafo saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA.

## **2 ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA**

### **2.1 Illuminazione generale**

Gli impianti di illuminazione dei locali tecnici sono stati progettati secondo quanto indicato dalla norma UNI 12464-1 in relazione ai livelli minimi di illuminamento. La tipologia di corpi illuminanti varia a seconda della destinazione d'uso degli ambienti e la scelta è legata alle lavorazioni specifiche che si svolgono in tali ambienti.

Il livello di illuminamento medio garantito ad un metro dal pavimento è:

- vani accessori, locali tecnici: 100 lux;

La scelta dei corpi illuminanti è legata alla destinazione d'uso degli ambienti e precisamente:

- plafoniere con grado di protezione IP65 per i locali tecnici.

### **2.2 Illuminazione di sicurezza**

L'impianto di illuminazione di sicurezza è stato studiato in conformità alle norme CEI 64-8 ed al D.M. 1° febbraio 1986, adottando lampade autonome di emergenza.

La tipologia di plafoniere varia a seconda del tipo di ambiente:

- plafoniere da 24W e kit inverter.

Gli elaborati grafici offrono una visione più puntuale delle scelte effettuate.



### 3 F.M. e terra di protezione

#### 3.1 Quadrerie

L'impianto in questione è classificato dalla Norma C.E.I. 64-8 di tipo TN-S per la parte di impianto a monte dell'inverter mentre la parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT.

L'infrastruttura di rete BT avrà origine dal Quadro Generale Utenze di Centrale QUC e da tale quadro saranno poi derivate le linee di distribuzione per tutte le utenze di cantiere.

#### 3.2 PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO DAL SOVRACCARICO E DAI CONTATTI INDIRETTI

Per quanto riguarda, più in generale, la protezione delle linee elettriche di distribuzione si è operato in modo da coordinare le sezioni dei cavi con la taratura degli interruttori a monte.

La protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti sarà garantita da interruttori magnetotermici con potere di interruzione come rilevabile dagli elaborati grafici degli schemi dei quadri.

Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti sono le seguenti:

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove

- $I_b$  = corrente di impiego del cavo
- $I_N$  = corrente nominale dell'interruttore
- $I_z$  = portata del conduttore
- $I_f$  = corrente di sicuro funzionamento del dispositivo

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata tramite gli stessi dispositivi destinati alla protezione dal cortocircuito quando il sistema è di tipo TN-S.



La relazione che dovrà essere soddisfatta è la seguente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove

- $Z_s$  = impedenza dell'anello di guasto
- $I_a$  = corrente di intervento della protezione
- $U_0$  = tensione nominale del sistema tra fase e terra.

### **3.3 Rete di distribuzione BT in CA**

Il dimensionamento delle linee di alimentazione è stato effettuato assicurando il contenimento della caduta di tensione entro il 4% così come imposto dalla norma C.E.I. 64-8. Per il calcolo della portata effettiva delle condutture si è fatto invece riferimento alle Tabelle C.E.I.-UNEL 35024 per cavi con posa non interrata e 35026 per cavi con posa interrata.

La verifica della caduta di tensione è stata effettuata con la seguente formula indicata nella Norma C.E.I. 64-8:

$$\Delta V = (R I_b \cos \varphi + X I_b \sin \varphi) L$$

dove:

- $R$  = resistenza del cavo per km
- $X$  = reattanza del cavo per km
- $I_b$  = corrente di impiego del cavo
- $L$  = lunghezza della linea interessata

In valore percentuale deve essere:

$$(\Delta V/V) * 100 \leq 4\%$$

La determinazione della portata dei cavi è stata effettuata tenendo conto dei molteplici fattori che influenzano la portata dei cavi per la condizione di posa che si è scelto di adottare.

Per i cavi con posa interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35026:



- $K_1$  legato alle temperature del terreno diverse da 20°C;
- $K_2$  legato al numero di circuiti installati sullo stesso piano;
- $K_3$  legato al numero di strati;
- $K_4$  legato alla resistività termica del terreno;

$$K_{tot} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

La portata effettiva del cavo è  $I_z = I_z' \times K_{tot}$  dove  $I_z'$  è la portata teorica del cavo.

Per i cavi con posa non interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35024:

- $K_1$  legato al tipo di installazione;
- $K_2$  legato al tipo di posa numero di circuiti adiacenti;

$$K_{tot} = K_1 \times K_2$$

La portata effettiva del cavo è  $I_z = I_z' \times K_{tot}$  dove  $I_z'$  è la portata teorica del cavo.

Le linee di distribuzione principale saranno di tipo FG16OR16 0,6/1kV secondo direttiva CPR e viaggeranno entro cavidotti interrati, mentre quelle di distribuzione secondaria nei locali tecnici entro tubazione in PVC a vista e saranno tipo N07V-K a norma CEI 20-22 II.

### **3.4 Rete di distribuzione BT in CC**

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le relazioni:

- $I_b \leq I_N \leq I_z$  ed  $I_r \leq 1,45 I_z$
- $I_{cn}(\text{interruttore}) \geq I_{cc}(\text{linea})$
- $(I^2t) \leq K^2 S^2$  dove  $I^2t$  è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito in (A<sup>2</sup>s).



Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito,  $I_b$  risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaico in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre  $I_N$  e  $I_f$  possono entrambe essere uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa.

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

### **3.5 Rete di protezione di terra**

Il sistema di distribuzione adottato è TN-S a monte dell'inverter ed i conduttori di protezione per le utenze indicate in progetto dovranno avere sezione uguale al conduttore di fase, a meno delle riduzioni ammesse dalle norme CEI e comunque chiaramente indicate sugli elaborati di progetto.

I parametri caratteristici presi in considerazione nella progettazione dell'impianto di terra sono:

- valore della corrente di guasto a terra  $I_g = 70$  A (valore da confermare in sede di esecuzioni lavori);
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del terreno.

Partendo dalla corrente di guasto a terra e dal tempo di intervento delle protezioni dalla norma C.E.I. 99-3, e precisamente dal grafico di figura 9-1, si deduce che la tensione di contatto limite UTP dovrà essere non superiore a 230V e che quindi l'impianto di terra da realizzare dovrà consentire l'ottenimento di tale valore limite. Quindi considerato che:

$$V = R_T \times I_g \leq 230 \text{ V}$$

L'impianto di terra dovrà avere una tensione limite pari a:

$$R_T \leq 230 / I_g \approx 3,3 \Omega$$

Per tale impianto sarà costituito da picchetti in pozzetti ispezionabili collegati tra loro con una corda di rame interrata del diametro di 35mmq. Per il calcolo della resistenza di terra si è considerato una



resistività del terreno di  $\rho_e=100 \Omega\text{m}$ , così come indica la norma C.E.I. 99-3, e una resistenza di terra per la corda di rame pari a:

$$R_T = (\rho_e / \pi L) + \ln(2L/d)$$

dove

- L = lunghezza della corda
- d = diametro del conduttore

A vantaggio si considera solo il contributo della corda di rame.

Numericamente

$$R_T = 2,7 < 3,3 \Omega$$

I dispersori devono essere interrati ad una profondità non inferiore a 0,5m sotto il livello del terreno, a corda di rame nudo deve essere posizionata ad una profondità di 0,5m e deve distanziare dal corpo di fabbrica non meno di 1m.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.

La parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT e quindi tutte le strutture e le parti metalliche saranno collegate alla rete di terra.

