



**Progettazione definitiva finalizzata all'autorizzazione di una centrale di energia rinnovabile e delle relative opere di connessione denominata "Sperlinga", costituita da un impianto agrivoltaico di potenza complessiva pari a 50,112 MW [DC] e potenza in immissione pari a 37,75128 MW [AC]. La centrale sarà realizzata in C.da Serravalle nel comune di Chiaromonte Gulfi (RG) – Sicilia**

### ITALCONSULT

ITALCONSULT S.p.A.  
Via di Villa Ricotti 20  
00151 Roma

Resp. integrazione tra le prestazioni specialistiche:  
Ing. Giovanni Mondello

Project Manager:  
Ing. Gabriele De Rulli

Aspetti Autorizzativi:  
Ing. Alessandro Artuso

### STUDIO ALTIERI

STUDIO ALTIERI S.p.A.  
Via Coleoni 56-58  
36016 Thiene, Italia

Aspetti Ambientali:  
Ing. Laura Dalla Valle

Resp. parte impiantistica:  
Ing. Umberto Lisa

Archeologo:  
Dott.sa Elisabetta Tramontana

Committente: Peridot Solar Italy s.r.l.  
Dott. Andrea Urzi

Agronomo:  
Dott. Salvatore Puleri

Geologo:  
Dott. Carlo Cibella

Acustica:  
Ing. Alessandro Infantino

## DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI DI TUTTE LE OPERE

C 4 5 1  
Codice commessa

S P  
Sito

D  
Fase

G E  
Disciplina

0 0 1 3  
Numero

r 0 0  
Revisione



Revisione	Data	Motivo	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/05/2024	Emissione	G.C.	U.L.	U.L.

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....</b>	<b>4</b>
2.1	Condizioni generali di accettazione .....	4
2.2	Caratteristiche dei materiali moduli fotovoltaici .....	4
2.3	Caratteristiche dei materiali inverter fotovoltaici.....	5
2.4	Caratteristiche cabine di trasformazione MT/BT .....	7
2.5	Caratteristiche cabina di raccolta .....	8
2.6	Caratteristiche SSE e SEU.....	9
2.7	Caratteristiche strutture di supporto moduli ad inseguimento monoassiale .....	11
2.8	Linee elettriche .....	13
2.9	Caratteristiche tubi protettivi e canalizzazioni .....	14
2.10	Materiali ed apparecchiature per impianti elettrici .....	15
<b>3</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI .....</b>	<b>15</b>
3.1	Livello di riferimento delle opere ed inquadramento planimetrico .....	15
3.2	Scavi in genere .....	16
3.3	Scavi a sezione obbligata .....	17
3.4	Rilevati, rinterrati e riempimento .....	17
3.5	Opere in cemento armato .....	18
3.6	Posa in opera .....	21
3.7	Stagionatura, protezione e disarmo del calcestruzzo .....	22
3.8	Disarmo e scasseratura .....	23
3.9	Controlli in corso d'opera .....	23
3.10	Materiali metallici per l'armatura dei conglomerati cementizi.....	24
3.11	Controllo qualità .....	25
3.12	Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a. ....	25
3.13	Giunzione di barre di armatura.....	25
3.14	Copriferro .....	26
3.15	Materiali metallici strutture di supporto moduli.....	26

## 1 PREMESSA

L'impianto agro-fotovoltaico in oggetto si sviluppa all'interno del comune di Chiamonte Gulfi (CT), su di una superficie lorda complessiva di circa 91,22 ha. L'impianto ha una potenza complessiva pari a 50,112 MW [DC] e una potenza in immissione pari a 37,75128 MW [AC].

Il progetto è impostato in assetto agrivoltaico e con una specifica ed impegnativa attenzione alla tutela della biodiversità, al fine di ridurre al massimo l'impatto sul sistema del suolo. Sono quindi previsti ingenti investimenti ed il coinvolgimento sia di aziende agricole locali che di un'importante azienda agricola nazionale.

L'impianto, denominato "Sperlinga", è funzionale per l'equilibrio del territorio e la protezione dal cambiamento climatico e dalle sue conseguenze, in quanto:

- 1) Inserirà elementi di naturalità e protezione della biodiversità con un significativo investimento economico e areale;
- 2) Garantirà la più rigorosa limitazione dell'impatto paesaggistico sia sul campo breve, sia sul campo lungo con riferimento a tutti i punti esterni di introspezione;
- 3) Inserirà attività agricole produttive di notevole importanza per l'equilibrio ecologico, come i prati permanenti e l'olivicoltura.

In termini ponderali, l'impianto sarà costituito da 37.431 piante di olivo, di cui 33.996 in regime di coltivazione intensiva, 3.246 in coltivazione tradizionale intensiva (nelle aree perimetrali) e circa 189 piante in coltivazione tradizionale estensiva (impianto già esistente). Saranno applicate le più avanzate tecnologie per garantire una produzione di elevata quantità e qualità (stimabile in ca. 6.904 quintali di olive all'anno per un fatturato di ca. 526.000,00 euro).

### Proponente

Il presente progetto è nato per iniziativa della società di scopo PERIDOT SOLAR AMBER S.r.l., società del gruppo Peridot Solar ed è stato sviluppato con la collaborazione di Italconsult S.p.A., Studio Altieri S.p.A. e altre società specialistiche.

La società PERIDOT SOLAR AMBER S.r.l. è un operatore internazionale di energie rinnovabili che



**ITALCONSULT**



**Peridot Solar**  
GREEN ENERGY SOLUTIONS

opera come investitore di lungo termine che sviluppa, costruisce, gestisce le centrali di produzione. Ha un obiettivo di investimento di circa 5 GW di capacità entro la fine del 2026, con un investimento previsto di 1 miliardo di sterline.

Fondata nel 2022 e dotata di uffici a Londra e Milano, ha un team attuale di 30 persone e fa parte del portafoglio di FitzWalter Capital Limited. Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito <https://peridotsolar.com/>.

## **2 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

### **2.1 CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE**

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere provverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché abbiano le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia, rispondano alla specifica normativa del presente Disciplinare e; tutti i materiali devono essere riconosciuti, ad insindacabile giudizio della Stazione Appaltante, della migliore qualità e devono rispondere ai requisiti appresso indicati.

Il controllo in accettazione sarà eseguito dalla Direzione Lavori. Tuttavia resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte ed a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Stazione Appaltante.

### **2.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI MODULI FOTOVOLTAICI**

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino ad alta efficienza.

Si avranno componenti dalle seguenti caratteristiche:

- tensione massima di sistema pari a 1500 V;
- tolleranza di potenza molto contenuta.

I moduli saranno obbligatoriamente conformi alle normative di prodotto IEC 61215 e IEC 61730. Saranno necessariamente iscritti ad un consorzio di riciclo a garanzia del corretto smaltimento a fine vita. Al fine di garantire una lunga durata del sistema si utilizzeranno moduli aventi decadimento delle prestazioni, in termini di energia prodotta per kWp installato all'anno, con andamento lineare. I moduli saranno forniti con diodi di bypass integrati nella junction box posta nel dorso del modulo stesso.

### **2.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI INVERTER FOTOVOLTAICI**

Gli inverter da installare negli impianti fotovoltaici oggetto del presente progetto devono rispondere a quanto di seguito riportato.

Tra i prodotti commercialmente disponibili si dovrà prevedere l'impiego di inverter in grado di garantire:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- conformità al codice di rete;
- disponibilità di informazioni di allarme e di misura su display integrato;
- funzionamento automatico, semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- affidabilità e lunga durata del servizio;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- dispositivo di controllo dell'isolamento sul lato DC;
- possibilità di regolazione di potenza attiva e reattiva con controllo locale o remoto; possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati.

Ciascun gruppo di conversione dovrà essere dotato di un dispositivo per il sezionamento, comando ed interruzione atto a svolgere funzione di dispositivo di generatore (DDG). Gli inverter saranno alloggiati presso stazioni di conversione appositamente predisposte.

La taglia delle macchine è stata scelta come compromesso tra l'opportunità di ridurre l'impatto sulla produzione ed il costo di un eventuale fuori servizio (distribuendo la funzione di conversione) e la necessità di assicurare prestazioni e funzioni di controllo evolute tipiche (ancorché non più esclusive) delle macchine centralizzate. L'utilizzo di cosiddetti inverter "di stringa" da posizionarsi in campo consente inoltre di non dover realizzare ulteriori fabbricati cabina per alloggiare le apparecchiature.

Il lato corrente continua avrà tensioni variabili in funzione delle temperature di esercizio, comunque nei limiti del funzionamento a MPPT e nel rispetto della tensione massima di ingresso del sistema.

Al fine di agevolare al massimo il cablaggio ottimizzando i tempi di posa, riducendo le possibilità di errore ed al fine di agevolare le attività manutentive, la lunghezza delle stringhe è stata accuratamente valutata in concerto con le caratteristiche elettriche dei convertitori ed in funzione della dimensione delle strutture.

L'elevato numero di "MPPT" unito all'elevato valore di tensione ammessa sul lato corrente continua consente di ottimizzare il numero di stringhe in ingresso alla singola macchina evitando l'installazione di ulteriori quadri in campo. Tale scelta determinerà pertanto un minor impatto visivo dell'installazione oltre che un minor dispendio di risorse sia in fase di installazione che in fase manutentiva.

Ogni inverter avrà a bordo tutto quanto necessario per il corretto funzionamento e monitoraggio, con particolare riferimento a:

- controllo di correnti disperse;
- verifica dell'isolamento del campo fotovoltaico da terra;
- sezionamento lato corrente continua;
- protezione da sovratensioni;
- monitoraggio integrato di stringa e funzionalità anti PID (fenomeno di degrado dei

moduli fotovoltaici).

Il corretto accoppiamento tra inverter e numero di moduli, visibile negli allegati di calcolo, garantirà elevate efficienze di conversione.

Gli inverter, come riscontrabili negli elaborati progettuali, verranno installati in campo, in prossimità del campo fotovoltaico. In generale saranno ancorati a profili metallici, adeguatamente dimensionati, ed infissi nel terreno. Sarà inoltre prevista una lamiera di copertura atta a proteggere i dispositivi dalle intemperie. Le macchine saranno in ogni caso compatibili con l'installazione in ambiente esterno.

## **2.4 CARATTERISTICHE CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT**

Come evidenziato negli elaborati progettuali, le varie piastre d'impianto alloggeranno cabine di trasformazione MT/BT atte ad elevare gli 800V AC nominali in uscita dagli inverter alla media tensione a 30kV utilizzata per distribuire l'energia prodotta all'interno del lotto fino alla consegna in alta tensione.

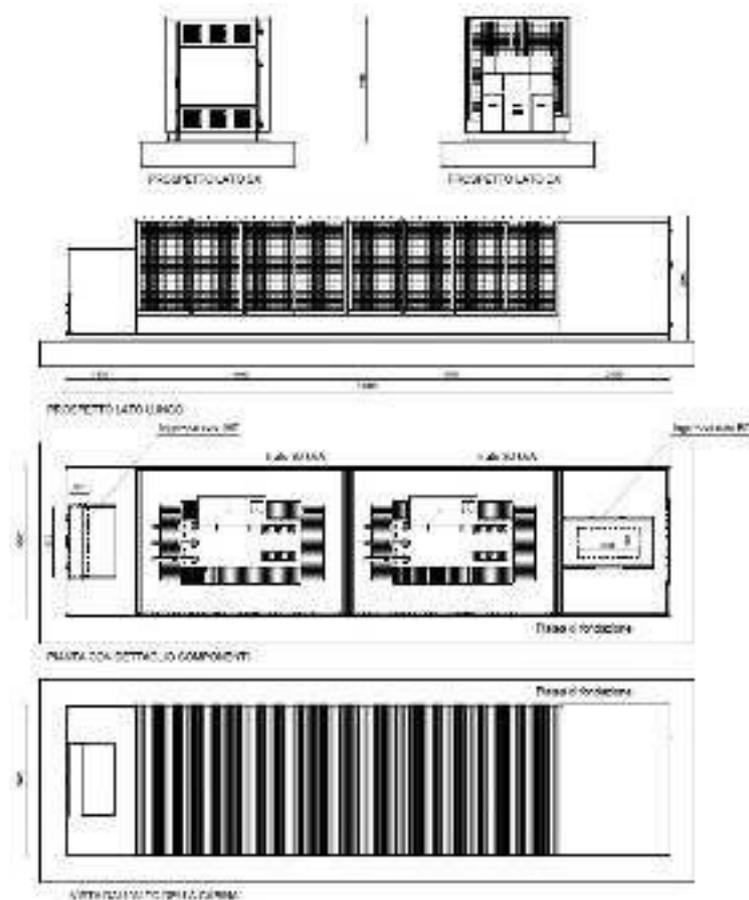
Ogni cabina di trasformazione sarà dotata di trasformatore MT/BT di potenza adeguata e di interruttori BT atti a proteggere le linee in partenza per ogni inverter.

I trasformatori sono stati dimensionati in modo da lavorare con un carico di circa il 70/75% atto a garantire la durata del trasformatore stesso.

I fabbricati saranno realizzati con soluzioni standard prefabbricate dotate di quanto necessario per ottenere posa ed un esercizio a regola d'arte.

In ogni cabina dovrà essere alloggiato un trasformatore dedicato ai servizi ausiliari a 400V trifase e 230V monofase. In particolare tali macchine dovranno alimentare i sistemi di raffrescamento di cabina, le alimentazioni ausiliare delle apparecchiature di verifica e monitoraggio e gli attuatori dei sistemi di inseguimento monoassiale in campo.

Di seguito un tipico di cabina di trasformazione in campo:

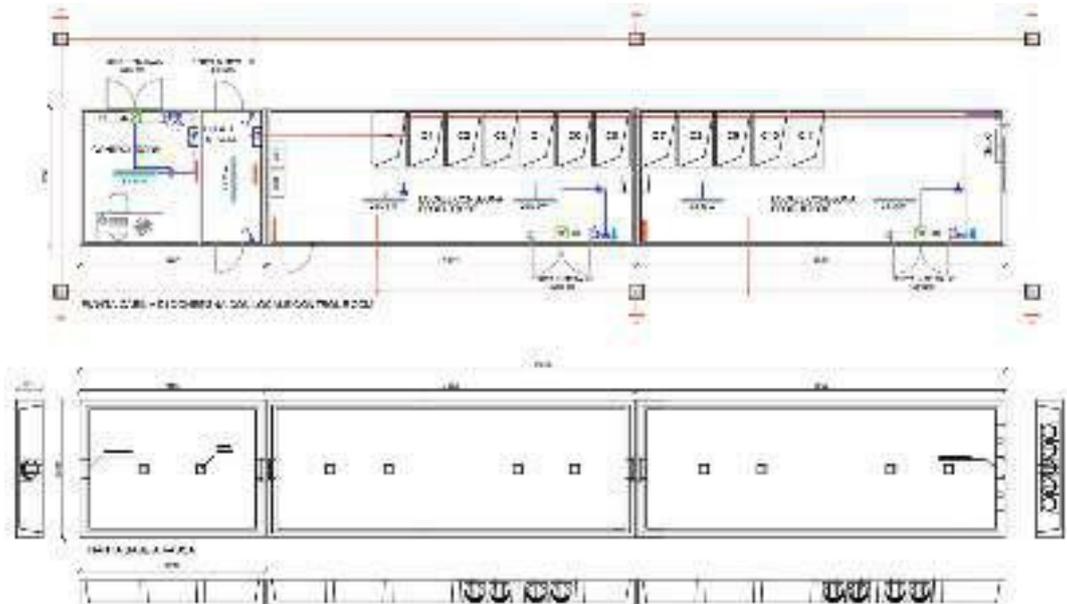


## 2.5 CARATTERISTICHE CABINA DI RACCOLTA

L'energia prodotta dalle stazioni di conversione e trasformazione sarà immessa sulla rete di raccolta MT dell'impianto, esercita a 30 kV secondo una configurazione radiale su più linee. Ogni cabina MT/BT interna al campo avrà adeguato interruttore MT ubicato nella cabina di raccolta di pertinenza, quale interruttore di protezione linea. Sarà pertanto sempre possibile lavorare in sicurezza nella singola sottocabina operando sugli interruttori di manovra previsti. Alla medesima cabina di raccolta verranno convogliate tutte le cabine di pertinenza.

Sarà inoltre possibile togliere l'alimentazione agendo sull'interruttore generale della specifica cabina di Raccolta in media tensione operando quindi un sezionamento per tutte le cabine MT/BT ad essa connesse. Dalle due cabine di raccolta partiranno le linee dorsali in media tensione diretta verso la SE

Di seguito un tipico di cabina di raccolta:



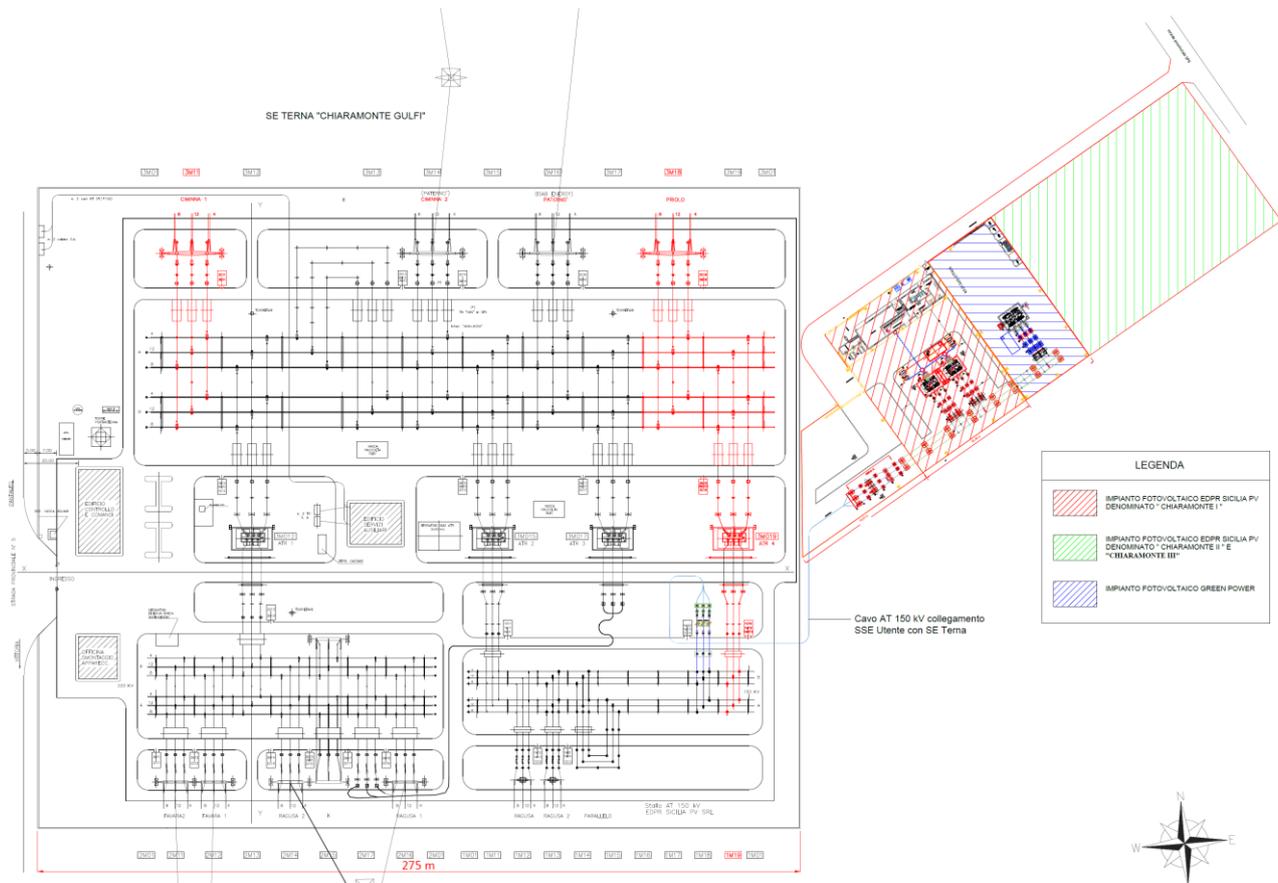
## 2.6 CARATTERISTICHE SSE E SEU

La sottostazione utente sarà unica suddivisa in sezioni indipendenti fra vari produttori.

Il collegamento tra le SSE e la SEU avverrà mediante cavo interrato a 150 kV che si attesterà ad uno stallo di protezione AT.

La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista, come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA. E secondo la STMG approvata, presso la stazione di Chiaramonte Gulfi (RG).

Di seguito stralcio planimetrico:



L'area in blu è quella per la realizzazione della stazione AT oggetto del presente progetto.

La stazione elettrica utente sarà dotata di un trasformatore di potenza con relativi edifici tecnici adibiti al controllo e alla misura dell'energia prodotta ed immessa in rete.

L'ubicazione è prevista su un terreno adiacente alla Stazione Terna e condiviso con altri operatori. La società proponente ha accettato la soluzione di connessione alla RTN proposta da Terna e nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Gestore per la connessione degli impianti alla RTN ha predisposto oltre che il progetto dell'impianto agrivoltaico anche il progetto delle opere da realizzare il collegamento alla RTN, tra cui anche la stazione d'utenza, al fine di ottenere il previsto benessere dal Gestore.

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 kV e secondaria 30 kV, è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una

riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili. Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 65 t, con una quantità di olio stimata pari a circa 17,5 t.

## **2.7 CARATTERISTICHE STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE**

Il sistema di supporto dei moduli fotovoltaici sarà del tipo ad inseguitore monoassiale. La massimizzazione degli spazi a disposizione e della produttività è frutto del posizionamento dei moduli, che saranno ad asse orizzontale con asse di rotazione posto lungo la direttrice nord - sud. Durante la giornata il sistema, con l'ausilio di attuatori elettromeccanici, ruota i componenti fotovoltaici seguendo la traiettoria est - ovest.

Il software di controllo degli inseguitori garantisce un angolo di tilt variabile nel corso delle stagioni, tale da ottimizzare la producibilità con la minimizzazione dell'ombreggiamento reciproco.



Seguendo un principio di standardizzazione del campo fotovoltaico si cercherà di limitare al massimo le tipologie di inseguitori, gestendoli in modo da garantire un cablaggio della parte in corrente continua omogeneo per tutto il sito. La lunghezza del singolo inseguitore sarà pertanto in funzione della lunghezza delle stringhe fotovoltaiche. Nello specifico sono state utilizzate strutture che permettono l'installazione di 24, 48 e 96 moduli fotovoltaici.

Le strutture di sostegno saranno realizzate tramite profili a omega infissi direttamente nel terreno, senza l'uso di cemento. Si rimanda agli elaborati di dettaglio per le caratteristiche meccaniche complete.

Tutta l'elettronica di comando è a bordo macchina, posta in appositi quadri stagni. L'assieme è quindi contenuto negli ingombri e non richiede il posizionamento di ulteriori quadri, apparecchiature o cabinati di controllo. Lo stesso attuatore lineare atto alla traslazione del piano dei moduli è sostanzialmente integrato negli elementi della struttura di supporto. Si avranno indicativamente una potenza installata di circa 250 W per singolo attuatore lineare. Ogni inseguitore di lunghezza di circa 56 m avrà indicativamente n°4 attuatori, con un fattore di contemporaneità di esercizio pari a 0,5.



## 2.8 LINEE ELETTRICHE

Le condutture sono di tipo a vista o interrate.

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

- tipo FG16, ARG7, ARG16, ARE4H5E, ARE4R se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;
- tipo FS17 se all'interno di cavidotti interni a cabine.

Si dovrà porre particolare attenzione alle tensioni di isolamento. In particolare le tratte di potenza in corrente alternata distribuite in bassa tensione saranno a 800V nominali (tensione di uscita degli inverter). Per queste tratte la tensione minima di isolamento dovrà essere 0,6/1 kV.

Le sezioni dei cavi per energia sono scelte in modo da:

- contenere le cadute di tensione in servizio ordinario entro il 4% (valore imposto dalla normativa vigente). Il valore deve intendersi riferito tra i morsetti di bassa tensione del punto di fornitura o del trasformatore, ed il punto di alimentazione di ciascuna utenza;
- rispettare le tabelle CEI-UNEL relative alla portata dai cavi, tenendo conto dei coefficienti correttivi in ragione delle condizioni di posa;
- le sezioni delle singole linee sono come da schema elettrico allegato e comunque mai inferiori a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Le condutture sono messe in opera in modo che sia possibile il controllo del loro isolamento e la localizzazione di eventuali guasti, in particolare è stato vietato l'annegamento sotto intonaco o nelle strutture.

Questa prescrizione vale anche per i conduttori di terra (con la sola esclusione dei collegamenti equipotenziali).

Il raggio di curvatura dei cavi rigidi e semirigidi non è inferiore a dieci volte la loro massima dimensione trasversale. Le giunzioni dei conduttori sono comunque effettuate mediante morsettiere contenute entro cassette. La conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto non sono alterate da tali giunzioni. Per il neutro si usano solo conduttori blu chiaro. Per i conduttori di

protezione si usano solo conduttori di colore giallo verde mentre è vietato l'uso di conduttori verdi o gialli per qualsiasi uso. Per i conduttori di fase si utilizzano i colori grigio, nero o marrone.

Tutti i cavi sono siglati in almeno due punti del loro percorso in passerella per permettere, in caso di guasti o modifiche, la loro immediata identificazione.

Si utilizzano le seguenti sezioni minime dei conduttori:

- 0,75 mmq conduttori di circuiti ausiliari e/o di segnalazione;
- 1,5 mmq per punti luce e prese 10 A;
- 2,5 mmq per prese da 16A e utenze FM.

Per i conduttori neutri e di protezione si utilizzano sezioni uguali al conduttore di fase, e solo per sezioni dei conduttori di fase uguale o maggiore di 25 mmq si utilizzano conduttori di neutro e di protezione di sezione metà del conduttore di fase. Per i conduttori di terra si utilizzano sezioni minime di 16mmq se isolati, e posati in tubo.

## 2.9 CARATTERISTICHE TUBI PROTETTIVI E CANALIZZAZIONI

I tubi per la distribuzione delle condutture saranno in materiale plastico PVC flessibile di tipo pesante per la distribuzione nei tratti incassati nei pavimenti e nei tratti incassati nelle pareti. Tutte le curve saranno con largo raggio, le derivazioni saranno eseguite solamente a mezzo di cassette di derivazione.

I tubi per la posa a vista saranno di tipo rigido, ad elevata resistenza meccanica ed in materiale autoestinguente. I tubi avranno un percorso verticale od orizzontale sulle pareti. Saranno rigorosamente evitate le pose oblique.

Le tubazioni ed i cavidotti sono dimensionati in modo che il diametro degli stessi sia uguale o superiore a 1,3 volte il diametro del cerchio che contiene tutti i conduttori.

Eventuali canali portacavi saranno in lamiera di acciaio zincato. Si utilizzerà un coefficiente di riempimento non superiore a 7/10, laddove si presentino rischi di abrasione delle condutture si

utilizzano particolari accorgimenti per evitare detti rischi. Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati coerenti con il tipo di posa, in rame o in alluminio.

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV. Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio);
- conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio);
- conduttore di fase: grigio / marrone
- conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con “+” e del negativo con “-”

## **2.10 MATERIALI ED APPARECCHIATURE PER IMPIANTI ELETTRICI**

I materiali e le apparecchiature da impiegare per la realizzazione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio, quali azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità e, in ogni caso, dovranno essere conformi alle norme CEI ed alle Tabelle CEI-UNEL. La conformità dei materiali e delle apparecchiature alle citate norme dovrà essere certificata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno IMQ.

## **3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI**

### **3.1 LIVELLO DI RIFERIMENTO DELLE OPERE ED INQUADRAMENTO PLANIMETRICO**

Le quote indicate nel presente disciplinare e negli elaborati grafici di progetto si intendono riferite al livello medio mare. All'atto della consegna dei lavori, la Direzione Lavori indicherà all'Impresa i capisaldi stabiliti in contiguità dell'opera da prendere come riferimento per le opere da eseguire.

L'Impresa, previa verifica dei livelli da parte della D.L. e secondo le indicazioni impartite dalla stessa, riferirà con precisione, per mezzo dei capisaldi locali, la quota del livello medio mare al riferimento altimetrico della rete topografica.

### **3.2 SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Stazione Appaltante. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi, e affinché i cavi siano asciutti provvedendo ad installare, se necessario, un sistema di well-point.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere depositate a colmata nelle aree previste in progetto e, per quelle non idonee a tale scopo, portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterrì o per la formazione dei rilevati provvisori previsti per l'applicazione dei precarichi sui piazzali, esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Stazione Appaltante, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Stazione Appaltante potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

### 3.3 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Per scavi a sezione obbligata in generale si intendono quelli incassati a sezione ristretta necessari per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette. Quali che siano la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo nel debito conto le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione emanate con il D.M 11 Marzo 1988 e le Istruzioni applicative alle norme tecniche per terreni, opere di sostegno e fondazioni emanate con circolare LL.PP. n. 30483 del 24 settembre 1988. Le profondità che si trovano indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni e/o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, con i prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di dare inizio all'esecuzione delle opere prima che la Stazione Appaltante abbia verificato ed accettato i piani di scavo.

### 3.4 RILEVATI, RINTERRI E RIEMPIMENTO

Per la formazione dei riempimenti e rilevati previsti si impiegherà in generale tout venant e/o i materiali provenienti da scavi e demolizioni previsti in progetto a seconda delle indicazioni progettuali. Nella formazione dei rilevati, rinfianchi, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, e mai superiore, per la parte fuori acqua, a cm 30, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture di fondazione e le strutture in genere su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

### 3.5 OPERE IN CEMENTO ARMATO

Riferimenti normativi da osservare:

- “Linee guida sul calcestruzzo strutturale” della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici voto n. 316 del 19/11/96
- UNI EN 206-1:2006 – Calcestruzzo: per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile
- UNI 11104 - Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità, Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1
- UNI 8981-1 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive
- UNI 8981-2 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza ai solfati
- UNI 8981-3 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti
- UNI 8981-4 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza al gelo e disgelo
- UNI 8981-5 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la corrosione delle armature
- UNI 8981-6 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza all'acqua di mare
- UNI 8981-7 – Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo
- UNI 8981-8 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato

cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica

- Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1979, n. 19581 – Legge 5/11/1971 n. 1086, art. 7 Collaudo statico.

Per la confezione dei calcestruzzi si fa riferimento al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018- “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” e Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”. Si fa inoltre riferimento alla normativa UNI EN 206-1:2006 – Calcestruzzo: per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile, alla norma UNI 8981/87, Parti 1÷8, che riguardano la durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo, in particolare in ambiente marino.

Oltre alla osservanza delle predette disposizioni e di ogni altra che in proposito dovesse essere emanata a modifica e/o integrazione di quanto indicato nel citato D.M. l'Impresa dovrà attenersi alle specifiche normative via via richiamate nel presente articolo relativamente all'accettazione degli inerti, del cemento e degli acciai, al prelievo dei campioni, alla esecuzione delle prove sugli stessi, ecc.

Qualifica dei calcestruzzi e classe resistenza

L’Impresa è tenuta all’osservanza delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 e Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”. L’Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck (UNI EN 206);

- durabilità delle opere (UNI 8981);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi (UNI EN 206);
- resistenza a trazione per flessione secondo la norma UNI EN 12390-5:2009;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (USO DIS 7032);
- tempi di presa (UNI 7123)

L'Impresa dovrà a suo carico e onere qualificare in laboratorio i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori. A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design) su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego. Tale studio si articolerà in due fasi comprendendo una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto delle miscele all'impianto di produzione.

L'Impresa, presenterà alla Direzione Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali. Tale studio sarà eseguito presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego. Lo studio di composizione presentato non dovrà essere più vecchio di un anno. Per ognuna delle miscele proposte per l'impiego dovrà essere indicato almeno:

- il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- la quantità d'acqua utilizzata;
- il rapporto a/c (con aggregati in condizioni saturi a superficie asciutta);

- la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;
- i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;
- in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa nell'impasto fresco;
- classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile;
- la massa volumica del calcestruzzo fresco;
- la lavorabilità delle miscele;
- le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Potrà inoltre essere prevista la preparazione di provini per la determinazione di qualsiasi altra caratteristica del calcestruzzo richiesta dagli elaborati progettuali. La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascuna miscela.

### 3.6 POSA IN OPERA

Riferimenti normativi da osservare:

- UNI 8981-4 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza al gelo e disgelo;
- UNI 8866-1 – Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;
- UNI 8866-2 – Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato. La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il

posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguibili in conformità alle disposizioni di progetto e di Disciplinare. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto e si getterà mediante pompaggio.

### **3.7 STAGIONATURA, PROTEZIONE E DISARMO DEL CALCESTRUZZO**

Riferimenti normativi da osservare:

- UNI 8656 – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;
- UNI EN 206-1:2006 – Calcestruzzo: per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile. I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità. Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20°C. Gradienti termici inferiori potranno essere

specificati nel progetto.

### 3.8 DISARMO E SCASSERATURA

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, recante "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»" ed alla Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"

### 3.9 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Riferimenti normativi da osservare:

- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018;
- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- UNI EN 12350-1:2009 – Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento
- UNI EN 12350-7:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco – Parte 7 Contenuto d'aria- Metodo per pressione
- UNI 8520 - 1÷22

La Direzione Lavori esegue controlli periodici in corso d'opera per verificare la conformità dei materiali e degli impasti impiegati alle prescrizioni normative, nonché ai parametri stabiliti

durante i controlli preliminari di qualificazione. Per le resistenze meccaniche il "controllo di accettazione" dovrà avvenire come definito dal

D.M. Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 e relativa Circolare, dovrà avvenire con le modalità ivi specificate. L'opera o la parte di opera per la quale non sia verificata la conformità della resistenza a compressione non potrà essere contabilizzata finché la non conformità non sarà stata definitivamente rimossa o accettata dalla Direzione Lavori a seguito dei controlli sulle opere finite definite nel seguito. Il prelievo dei campioni di calcestruzzo fresco avverrà secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 12350-1:2009

### **3.10 MATERIALI METALLICI PER L'ARMATURA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Riferimenti normativi da osservare:

- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018;
- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- UNI ENV 10080 – Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500.

Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate Ciascun elemento metallico per l'armatura del conglomerato cementizio deve rispondere alla legge, deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, ove prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Le barre di acciaio per armatura saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Gli acciai destinati ad armature di conglomerati cementizi armati, normali e precompressi, dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalla Norme Tecniche per le costruzioni 2018 e da tutte le successive norme e disposizioni emanate dai competenti organi.

### **3.11 CONTROLLO QUALITÀ**

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle norme in vigore che certifichi gli avvenuti controlli (esistenza del Marchio depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici) e consentire al Direttore dei Lavori di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture di acciaio dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto dalle Norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018.

### **3.12 REALIZZAZIONE DELLE GABBIE E POSIZIONAMENTO DELLE ARMATURE PER C.A.**

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

L'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto. È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici

### **3.13 GIUNZIONE DI BARRE DI ARMATURA**

Per ogni tipo di acciaio le giunzioni delle barre di armatura devono essere eseguite dove indicato

negli elaborati di progetto (esecutivo e costruttivo); eventuali giunzioni non previste in progetto dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori. La giunzione delle barre di diametro fino a 30 mm compreso, di norma, deve essere eseguita per sovrapposizione.

La giunzione tramite saldatura di barre di armatura, secondo le indicazioni previste negli elaborati di progetto o quando richiesta in opera, previa approvazione della Direzione Lavori, dovrà essere effettuata secondo quanto prescritto dalla normativa EN ISO 17660:2002 (Welding of reinforcing steel) con particolare riferimento ai processi e alla loro qualifica, ai materiali e al paragrafo 'Welded joints'

### **3.14 COPRIFERRO**

Copriferro ed interferro saranno conformi alle disposizioni delle norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/1996 e successivi aggiornamenti), emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n. 1086, alle prescrizioni del presente progetto

### **3.15 MATERIALI METALLICI STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI**

Riferimenti normativi da osservare:

- Direttiva Europea 1993/68/EEC (Directive of Council of the European Communities dated July 22nd, 1993 and related to CE marking)
- Direttiva Europea macchine 2006/42/CE (Directive of European Parliament dated may 17th, 2006 related to machines)
- 2006/95/CE (Directive on the approximation of the laws of the Member States relating to electrical equipment intended to be used within certain voltage limits)

- 2004/108/CE Directive on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility

I materiali dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze consentite.

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere eseguiti con dispositivi agenti per pressione; riscaldamenti locali, se ammessi, non dovranno creare eccessive concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia od anche ad ossigeno, purché regolari; i tagli irregolari, in special modo quelli in vista dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice.

Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per chiodi e bulloni dovranno sempre essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego dei punzoni per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitive (per non meno di 3 mm.), da allargare poi e rifinire mediante trapano e alesatore; per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma.

I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera, dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni d'officina all'atto dell'alesatura dei fori.

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture od i manufatti dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni di progetto ed in particolare:

#### 1) Unioni chiodate

Le unioni chiodate saranno eseguite fissando nella giusta posizione relativa, mediante bulloni di montaggio ed eventuale ausilio di morse, gli elementi da chiodate, previamente ripuliti; i chiodi dovranno essere riscaldati con fiamma riduttrice od elettricamente e liberati da ogni impurità (come scorie, tracce di carbone) prima di essere introdotti nei fori.

A fine ribaditura dovranno ancora essere di colore rosso scuro. Le teste ottenute con la ribaditura dovranno risultare ben centrate sul fusto, ben nutrite alla loro base, prive di

screpolature e ben combacianti con la superficie dei pezzi; dovranno poi essere liberate dalle bavature mediante scalpello curve, senza intaccare i pezzi chiodati.

Unioni con bulloni normali e ad attrito. Tali unioni dovranno sempre essere precedute dalla perfetta pulizia delle superfici di combaciamento, mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbiatura a metallo bianco, secondo i casi.

Nelle unioni si dovrà sempre fare uso di rosette; nelle unioni con bulloni normali, in presenza di vibrazioni o di inversioni di sforzo, si dovranno impiegare controdadi oppure rosette elastiche.

Nelle unioni ad attrito le rosette dovranno avere uno smusso a 45° in un orlo interno ed identico smusso sul corrispondente orlo esterno, smussi the dovranno essere rivolti, nel montaggio, verso la testa della vite o verso il dado.

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi di manometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata; tutte comunque dovranno essere tali da garantire una precisione non minore del 5%.

## 2) Unioni saldate

Tali unioni potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti preventivamente approvati dalla D.L.

In ogni caso si dovranno ottemperare le disposizioni contenute nel D.M. 14.02.1992 al punto specifico 2.3, 2.4, e successivi.

I procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base.

La preparazione dei lembi da saldate sarà effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Per le saldature degli elementi strutturali in acciaio dovranno altresì essere rispettate le disposizioni di cui ai punti 2.4 e successivi del D.M. citato.

Tanto in officina quanta in cantiere, le saldature da effettuate con elettrodi rivestiti dovranno essere eseguite da saldature che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalla UNI 4634; per le costruzioni tubolari si farà riferimento anche alla UNI 4633 per i giunti di testa.

Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie delle saldature dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con materiale di base.

Tutti i lavori di saldatura dovranno essere eseguiti al riparo da pioggia, neve e vento, salvo l'uso di speciali precauzioni, saranno inoltre sospesi qualora la temperatura ambiente dovesse scendere sotto i -5° C.