



COMUNE DI LUCERA E FOGGIA

PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO AVANZATO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

**PROCEDIMENTO UNICO
AMBIENTALE (PUA)**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO
AMBIENTALE (VIA)**

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)
"Norme in materia ambientale"

PROGETTO

LUCERA

DITTA

NVA 1 S.r.l.

Elaborato

24193-PD_G-RT_004_00

Titolo dell'allegato:

Disciplinare descrittivo

Scala

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA
00	Prima Emissione	25/06/2024

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

AGRIVOLTAICO
AVANZATO

IMPIANTO

- Pannelli: 52.780 u
- Potenza complessiva: 38,00 MW
- Potenza unitaria: 720 W
- Connessione alla stazione di elevazione a 30/150kV

Il progettista:



ATS Engineering srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8 71017
Torremaggiore (FG) 0882/393197
atseng@pec.it

Il proponente:



NVA 1 S.r.l.
Via Lepetit, 8 20045 Lainate (MI)
nva.1@legalmail.it

Il progettista:

Seingim Global Service S.r.l.
Vicolo degli Olmi, 57
30022 - Ceggia (VE)
0421/323007
info@seingim.it

seingim

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu



LUCERA		
IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO 38,00 MW UBICATO NEL COMUNE DI LUCERA	Data:	25/06/2024
	Revisione:	00
	Codice Elaborato:	24193-PD_G-RT_004_00
Società:	NVA 1 S.r.l.	

Elaborato da:	Data	Approvato da:	Data Approvazione	Rev	Commenti
Seingim Global Service S.r.l.	25/06/2024	ATS Engineering S.r.l.	--/--/----	00	

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI	6
3. CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI IMPIANTO AGRIVOLTAICO	6
3.1 Moduli fotovoltaici	6
3.2 Strutture di sostegno – Inseguitori solari	8
3.3 CAVI E QUADRI	12
3.3.1 Prescrizioni riguardanti i circuiti	12
3.3.2 Protezione mediante doppio isolamento	12
3.3.3 Protezione delle condutture elettriche	12
3.3.4 Apparecchiature modulari con modulo normalizzato	13
3.3.5 Interruttori scatolati	13
3.3.6 Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione	13
3.3.7 Quadri di comando e distribuzione in materiale isolante	13
3.3.8 Cavi di Potenza	14
3.3.9 Quadro BT	15
3.3.10 Quadro MT	15
3.4 INVERTER DI STRINGA	16
3.5 CABINE DI TRASFORMAZIONE e CABINA DI CONSEGNA	18
3.6 CANALIZZAZIONI	19
3.6.1 Canalizzazioni secondarie	19
3.6.2 Canalizzazioni interrato	20
3.7 SICUREZZA ELETTRICA	20
3.7.1 Protezioni contro i contatti diretti	20
3.7.2 Protezioni contro i contatti indiretti	20
3.8 IMPIANTI E AUSILIARI	20
3.8.1 Rete e impianto di messa a terra	20
3.8.2 Rete orizzontale di terra (“maglia di terra”)	21
3.8.3 Collegamenti di messa a terra (“derivazioni”)	21
3.8.4 Impianto di terra Impianto agrivoltaico	22
3.8.5 Impianti speciali	22
4. CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI OPERE CIVILI	23
4.1 CANTIERI, MEZZI D’OPERA, DEPOSITI DI MATERIALI	23
4.1.1 Norme generali di esecuzione	23
4.1.2 Cantiere	23
4.1.3 Vie d’accesso	23
4.1.4 Opere provvisorie	23

4.1.5	Macchinari e mezzi d'opera	23
4.1.6	Custodia	23
4.1.7	Sgombero	23
4.1.8	Tracciamenti	24
4.2	SCAVI E SBANCAMENTI	24
4.2.1	Norme generali di esecuzione	24
4.2.2	Tipologie di scavo	24
4.2.3	Presenza di trovanti	25
4.2.4	Presenza d'acqua	25
4.3	CALCESTRUZZI	25
4.3.1	Norme generali di esecuzione	25
4.3.2	Componenti normali dei calcestruzzi	26
4.3.3	Additivi e componenti particolari dei calcestruzzi	26
4.3.4	Approvvigionamento e trasporto dei calcestruzzi	26
4.3.5	Getti	26
4.4	FONDAZIONI	35
4.5	PAVIMENTAZIONI IN ASFALTO	35
5.	MATERIALI	36
5.1	Calcestruzzi	36
5.2	Casseforme	43
5.3	Acciaio per cemento armato	44
6.	COLLAUDI	51
6.1	Generalità	51
6.2	Collaudi in corso d'opera delle opere civili	51
6.3	Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili	51
6.4	Prove in corso d'opera su impianti elettrici MT, bt e impianti ausiliari	51
6.5	Collaudi finali	52

1. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di definire i requisiti minimi per il dimensionamento delle apparecchiature e delle linee elettriche a servizio dell'impianto agrivoltaico denominato "Lucera", nel Comune di Lucera, in Provincia di Foggia, e più precisamente in località "Costa S. Severo" che ha come obiettivo, oltre alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, la valorizzazione del paesaggio e l'inserimento al meglio del progetto all'interno del contesto paesaggistico in cui si trova.

L'impianto avrà complessivamente una potenza installata pari a **38.001,60 kWp**, distribuita in 52.780 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino HJT della potenza unitaria di 720 Wp, su un terreno prevalentemente pianeggiante di estensione di circa 47,24 ettari.

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), proprietà di Terna Spa, sarà effettuata tramite una linea a 30 kV MT interrata fino ad arrivare alla stazione di elevazione 30/150 kV; da qui tramite linea interrata a 150 kV AT, sarà collegato alla stazione di futura realizzazione SSE "Palmori", situata nel comune di Lucera (FG). L'area per l'insediamento della sottostazione sarà oggetto di procedura di esproprio.

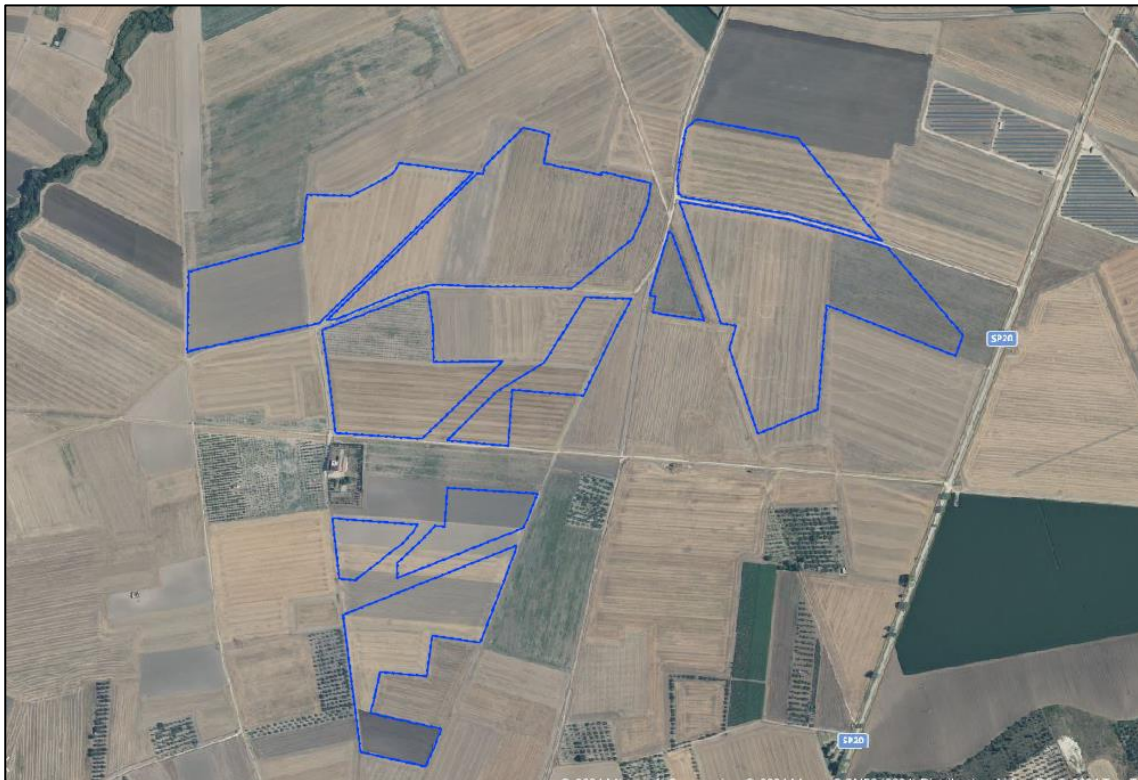


Figura 1 - Inquadramento su ortofoto

Il sito interessato dalla realizzazione dell'impianto ricade nel Catasto Terreni del Comune di Lucera al:

- Fg.31 P.Ile 73,60,61,731,744,599,257;
- Fg 43 P.Ile: 4, 192, 690, 691, 480, 220, 115;
- Fg 32 P.Ile: 831, 338,167,152;
- Stazione Terna "Palmori" di futura realizzazione Fg.38 P.Ile 164, 168

L'area in questione ha una superficie lorda di intervento di circa 47 ettari e si trova ad un'altitudine media di m 100 s.l.m.; le coordinate planimetriche, espresse con datum WGS84 e proiezione UTM 33 N sono lat. 41° 32' 1" N, 15° 21' 5" E.

Per la connessione alla rete nazionale è prevista una stazione di elevazione, situata nei pressi della Stazione Terna di futura realizzazione, località "Palmori" nel Comune di Lucera (FG), la quale verrà collegata mediante un cavidotto interrato a 150 kV, identificabile a livello catastale al Foglio 20 p.IIa 59.

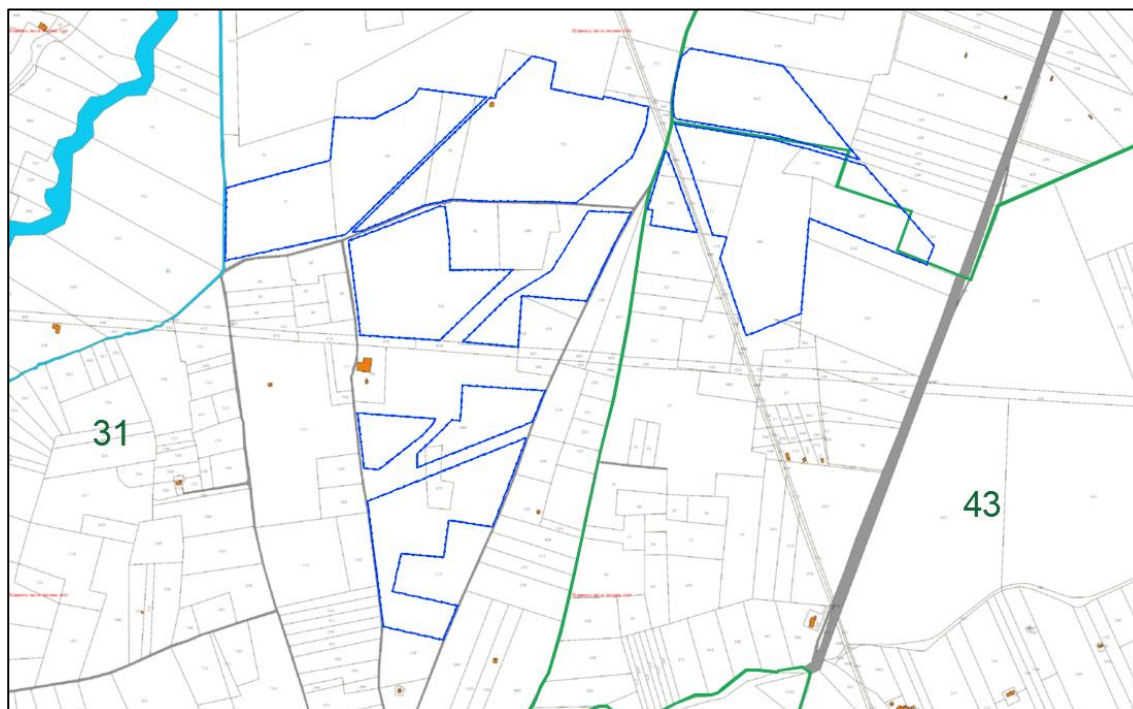


Figura 2 - Inquadramento su catastale

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con i principali dati di progetto:

Impianto	Lucera
Comune (Provincia)	Lucera (FG)
Coordinate (WGS84 33N)	Latitudine: 41° 32' 1" N Longitudine: 15° 21' 5" E
Superficie di impianto	47,24 ha
Potenza di picco	38.001,60 kW _p
Tensione di sistema (CC)	1.500 V
Tensione di connessione	Sottostazione di elevazione 30/150 kV
Tipologia di impianto	Impianto agrivoltaico avanzato - moduli solari installati su inseguitori monoassiali N-S (tracker) di tipo 2P
Moduli	N° 52.780 Silicio monocristallino HJT da 720 W _p
Inverter	N°108 Inverter di stringa
Tilt	-25°/+25°

Azimuth	0° (Sud)
Cabine di campo	<p>N°15 di tipo prefabbricate</p> <ul style="list-style-type: none"> • n°12 Cabine di trasformazione (STS) impianto PV • n°1 Cabina di consegna • n°1 Cabina di manutenzione e videosorveglianza • n°1 Cabina magazzino

Gli elementi tecnici che si andranno a descrivere nella presente relazione relativi all'impianto sono:

- Moduli fotovoltaici;
- Strutture di fissaggio dei moduli;
- Inverter di stringa;
- Cabinati preassemblati contenenti il Gruppo di conversione/trasformazione;
- Cavidotti interni in BT;
- Cavidotti interni in MT;
- Cavidotti esterni in AT e MT.

2. CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E STRUTTURALI

L'impianto sarà costituito da:

- N. 52.780 Silicio monocristallino HJT da 720 W_p;
- N. 1 cabinato Cabina di Consegna preassemblato in stabilimento dal fornitore e contenuti trasformatori BT/MT. La Cabina di Consegna sarà collegata alla SSE 30/150kV che sarà collegata alla RTN di Terna alla SE "Palmori";
- N. 12 trasformatori MT/BT per l'innalzamento di tensione, di questi 0,8/30 kV;
- N. 108 Inverter di stringa 300 kW_p.

3. CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI IMPIANTO AGRIVOLTAICO

3.1 Moduli fotovoltaici

L'installazione prevista è su inseguitori solari Est-Ovest $-25^{\circ}/+25^{\circ}$. Il numero di moduli previsti in progetto è di 52.780.

I moduli fotovoltaici proposti, provvisti di marchiatura CE e di primario costruttore mondiale, sono realizzati con celle di silicio monocristallino HJT di ultima generazione con diodi di protezione, connettori e cornice rigida in alluminio con potenza di picco di 720 W_p, tolleranza solo positiva, efficienza superiore al 20%. La potenza dei moduli sarà verificata e definita nelle fasi successive di progettazione.

Certificazioni/garanzie dei moduli:

- IEC 61215(2016);
- IEC 61730 (2016);
- ISO9001:2015: Quality Management System;
- ISO14001:2015: Environment Management System;
- ISO45001:2018 Occupational health and safety management systems;
- Garanzia di 30 anni lineare sulla potenza;
- Garanzia di 15 anni sui difetti di fabbricazione - Common Equity Tier1.

I moduli dovranno, inoltre, garantire un decadimento lineare non superiore allo 0.25%.

I moduli saranno garantiti 15 anni dal fornitore.

Si dovranno prendere tutti gli accorgimenti del caso, in termini di protezione addizionale delle connessioni, in accordo alle indicazioni del costruttore di moduli.

La potenza nominale DC minima del modulo agrivoltaico sarà di 720 W_p.

Si riportano le caratteristiche tecniche del pannello agrivoltaico tipico.

700-720W
HJT MBB Half-cut Bifacial Dual-Glass Module
AK Power

ELECTRICAL PARAMETERS @ STC

Max. Power Output Pmax (W)	700	705	710	715	720
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%
Max. Power Voltage Vmp (V)	43.00	43.23	43.46	43.68	43.91
Max. Power Current Imp (A)	16.28	16.31	16.34	16.37	16.40
Open Circuit Voltage Voc (V)	50.31	50.51	50.71	50.91	51.11
Short Circuit Current Isc (A)	17.21	17.23	17.25	17.27	17.29
Module Efficiency (%)	22.54	22.70	22.86	23.02	23.18

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5
*Measurement Tolerance (±3.0%)

Integrated Power @ STC (Reference to 710W front)

Power Gain	5%	10%	15%	20%	25%
Max. Power Output Pmax (W)	746	781	815	850	886
Max. Power Voltage Vmp (V)	43.46	43.46	43.36	43.36	43.36
Max. Power Current Imp (A)	17.16	17.97	18.79	19.61	20.43
Open Circuit Voltage Voc (V)	50.71	50.71	50.81	50.81	50.81
Short Circuit Current Isc (A)	18.11	18.98	19.84	20.70	21.56

TEMPERATURE COEFFICIENTS

Temperature Coefficients of Pmp	-0.24%/°C
Temperature Coefficients of Voc	-0.22%/°C
Temperature Coefficients of Isc	+0.047%/°C

MECHANICAL PARAMETERS

Cell Type	HJT 210x105mm
Number of Cells	132pcs(6x22)
Dimensions (L*W*H)	2384x1303x33mm
Weight	38.3kg
Frame	Anodised Aluminum
Junction Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable, Length	4.0mm ² , 300mm

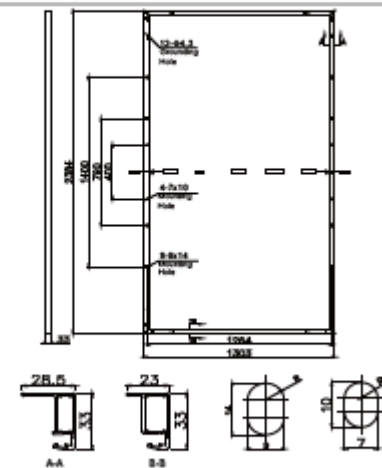
OPERATING CONDITION

Maximum System Voltage(V)	1500(DC)
Operating Temperature(°C)	-40~+85
Max. Wind Load / Snow Load(Pa)	2400/5400
Max. Series Fuse Rating(A)	35
Fire Rating	Class A
Bifaciality	90±5%
NOCT	45°C

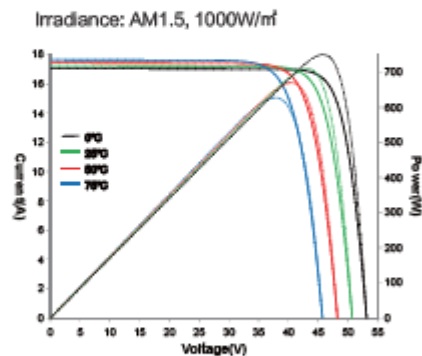
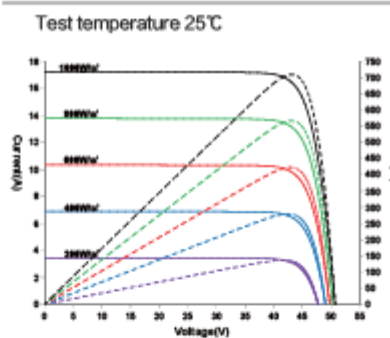
PACKAGE INFORMATION

Container 40HQ	594pcs
Quantity / Pallet	33pcs
Package size: 1310X1100X2520mm;	Net weight: 1263.9kg; Gross weight: 1307.4kg
Ver: 20230415	

ASSEMBLY DRAWING (Unit:mm)



I-V CURVES



3.2 Strutture di sostegno – Inseguitori solari

Gli inseguitori solari (o tracker solari) sono dispositivi progettati per migliorare l'efficienza energetica dei pannelli solari fotovoltaici. A differenza dei pannelli solari fissi, che rimangono nella stessa posizione durante tutto il giorno, gli inseguitori solari seguono il percorso del sole attraverso il cielo per massimizzare l'assorbimento della luce solare.

All'interno del progetto sono utilizzati gli inseguitori a singolo asse (asse orizzontale o azimutale). Questi inseguitori si muovono lungo un solo asse per seguire il movimento del sole da est a ovest durante la giornata. Questo tipo di inseguitori migliora l'efficienza rispetto ai pannelli fissi, ma non tiene conto dell'angolo di elevazione del sole.

L'obiettivo degli inseguitori solari è mantenere i pannelli solari perpendicolari ai raggi solari in modo da massimizzare l'energia solare assorbita. Ciò aiuta a ottimizzare la produzione di energia elettrica e aumentare il rendimento complessivo del sistema agrivoltaico.

Gli inseguitori solari sono costituiti da diversi componenti. Alcuni dei principali componenti includono:

Struttura di supporto: È la base fisica che tiene i pannelli solari e consente loro di muoversi. Questa struttura deve essere robusta e progettata per sopportare le condizioni ambientali. Le strutture sono direttamente infisse nel terreno.

Attuatori: Sono motori e meccanismi che consentono il movimento della struttura di supporto.

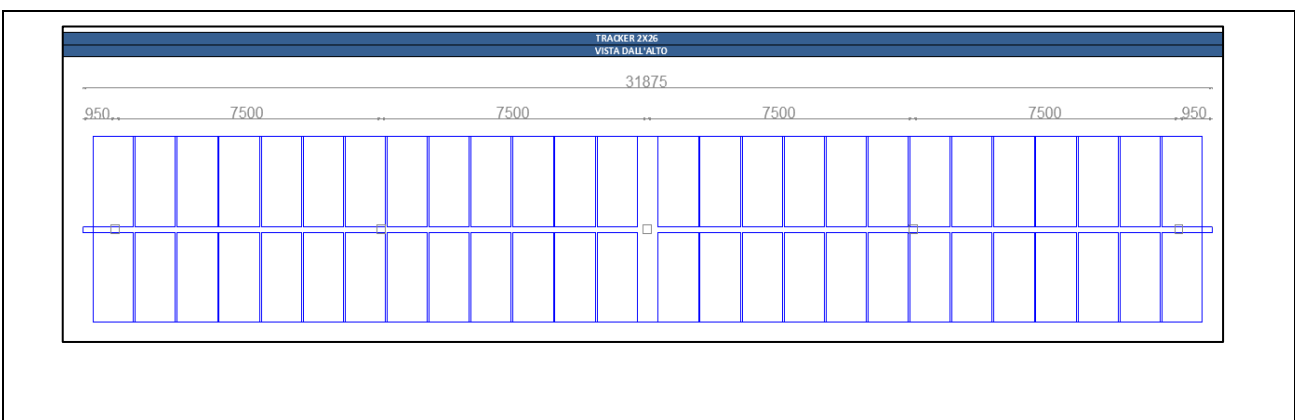
Sensori: Rilevano la posizione del sole e forniscono informazioni ai sistemi di controllo per determinare come orientare i pannelli solari. Questi sensori possono includere giroscopi, fotocellule o altri dispositivi di rilevamento.

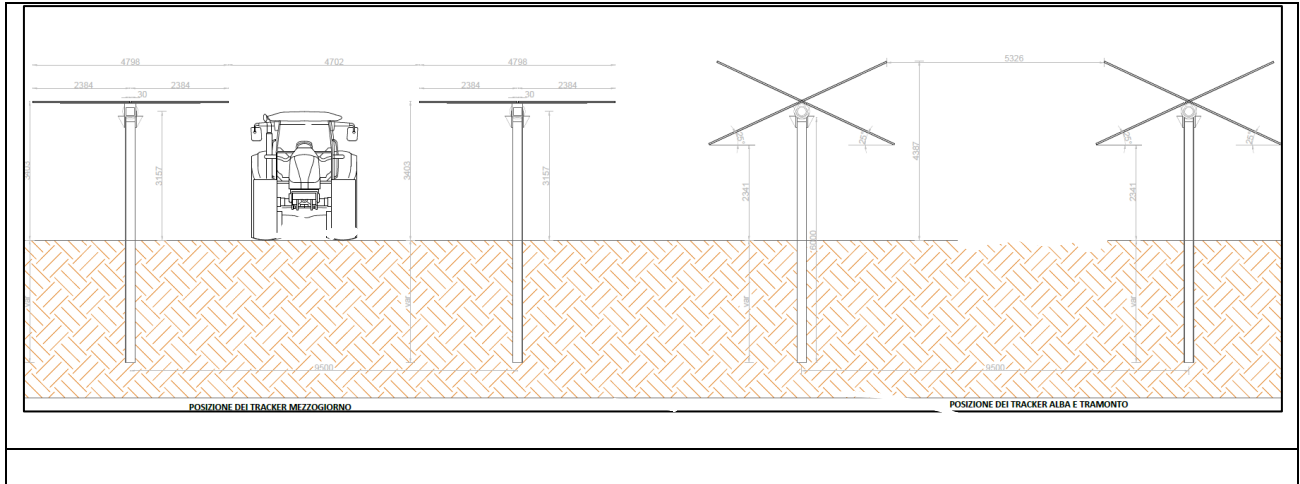
Sistemi di controllo: Utilizzano le informazioni dai sensori per dirigere gli attuatori e orientare i pannelli solari nella posizione ottimale. I sistemi di controllo possono essere basati su algoritmi predittivi che tengono conto della posizione del sole in diverse parti dell'anno e del giorno.

Software: Il software gestisce il funzionamento complessivo degli inseguitori solari, compresa la comunicazione tra sensori e attuatori. Può essere progettato per ottimizzare l'efficienza energetica e adattarsi alle condizioni ambientali in tempo reale.

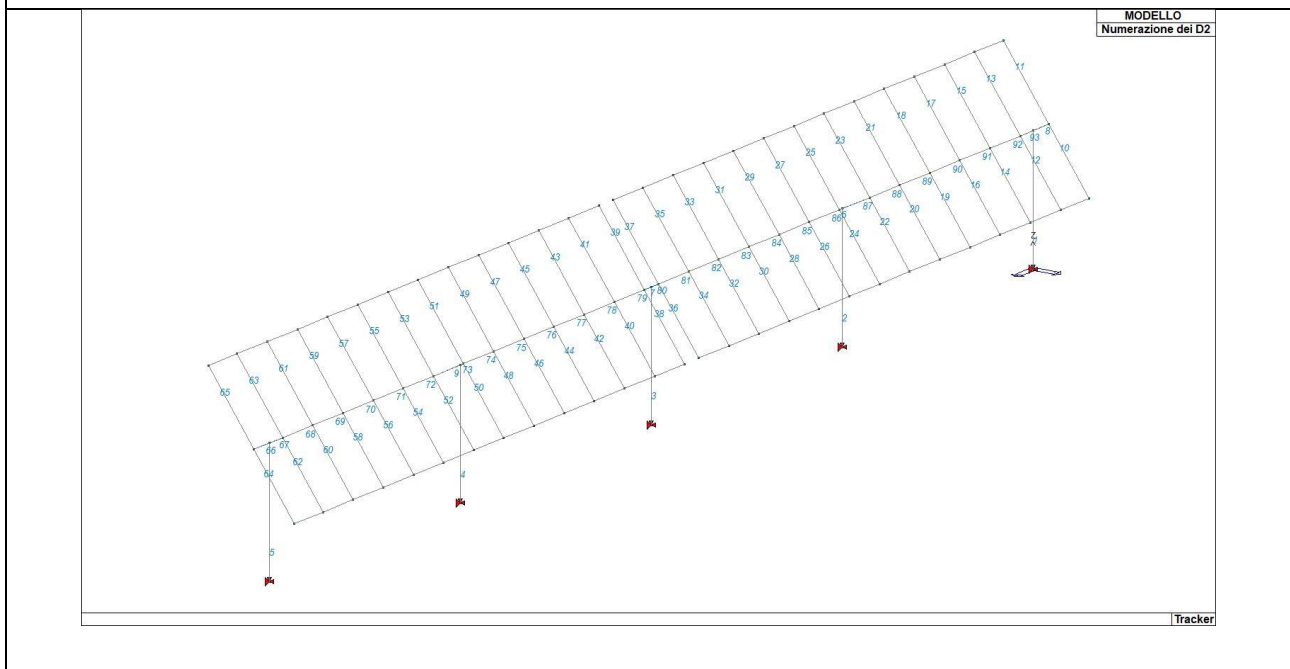
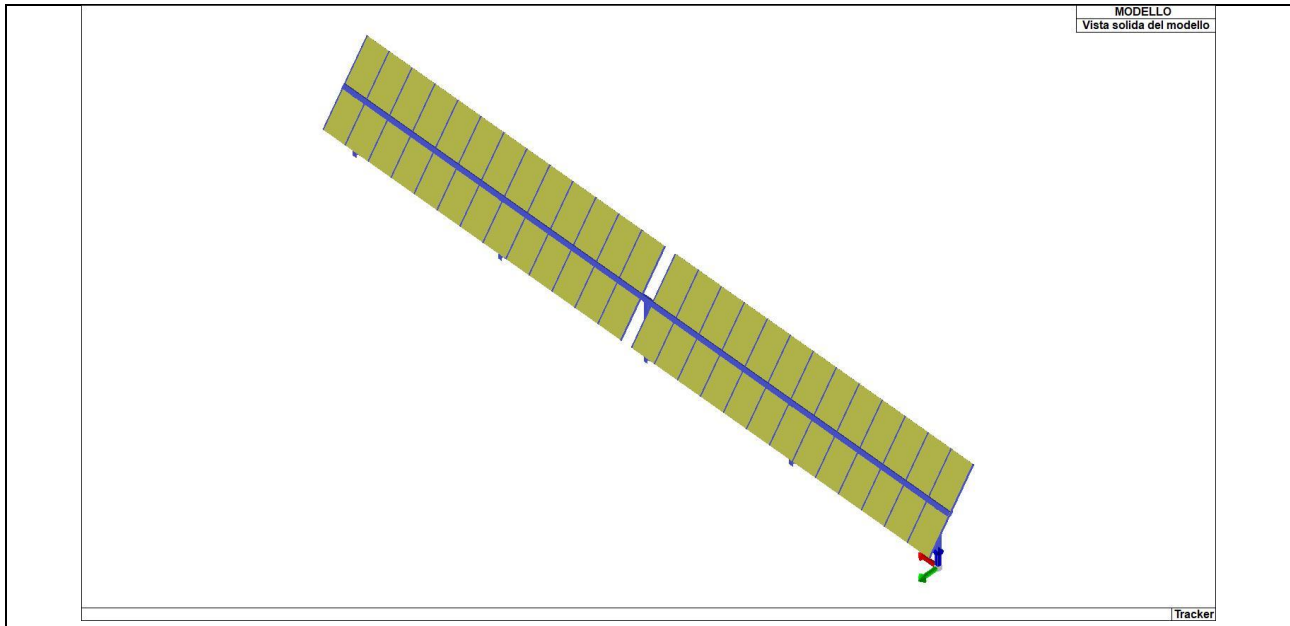
Strumentazione di monitoraggio: Questi sistemi monitorano le prestazioni del tracker e forniscono dati che possono essere utilizzati per analizzare e ottimizzare l'efficienza del sistema.

Configurazione per Soltec SF7 (o similare):

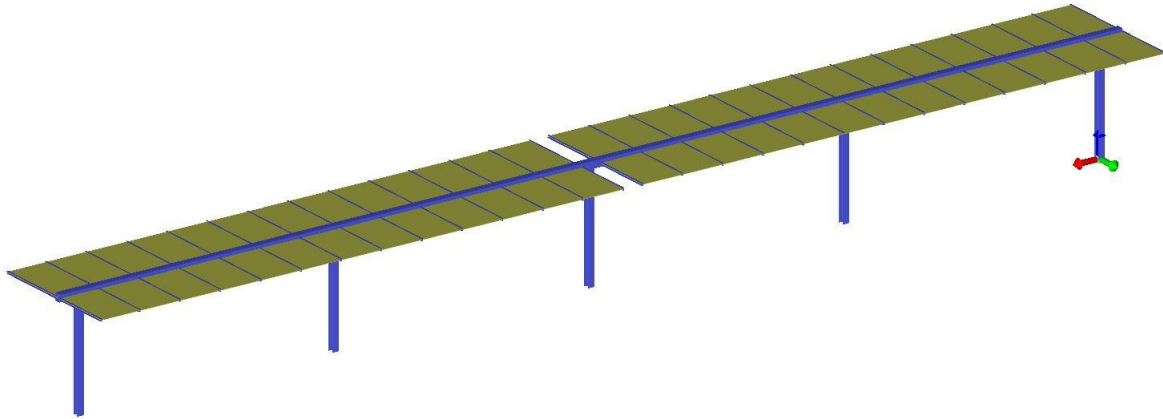




Configurazione per Soltec SF7 (o similare) – Vista Laterale con $\alpha = 0^\circ$ e 25°

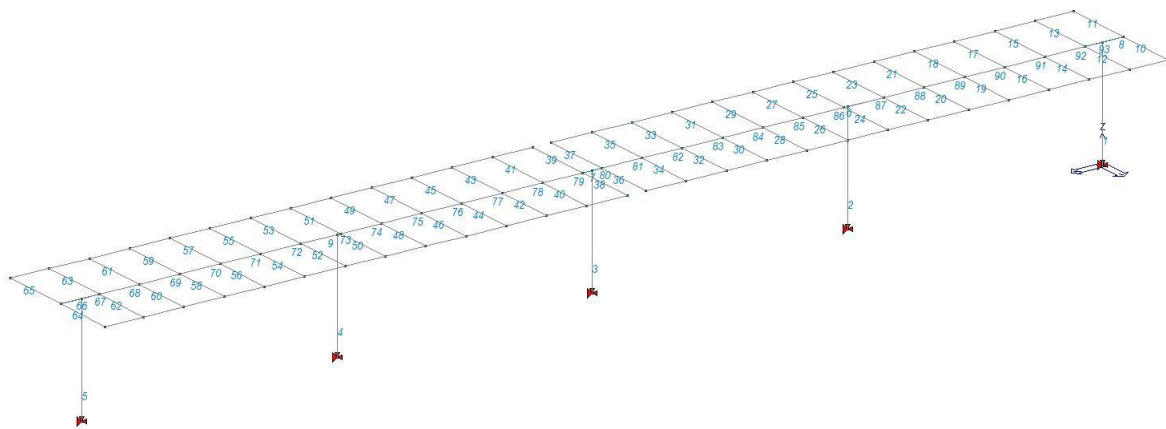


MODELLO
Vista solida del modello



Tracker_0 gradi

MODELLO
Numerazione dei D2



Tracker_0 gradi

3.3 CAVI E QUADRI

3.3.1 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI

I cavi o condutture utilizzati nell'impianto agrivoltaico saranno in grado di sopportare, per la durata di vita dell'impianto stesso (fino a 30 anni), severe condizioni ambientali in termini di temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette. Per condutture si intendono l'insieme dei cavi e del tubo o canale in cui sono inseriti.

I cavi avranno una tensione nominale adeguata a quella del sistema elettrico. In corrente continua, la tensione non supererà 1,5 volte la tensione nominale dei cavi riferita al loro impiego in corrente alternata (vedi norme CEI EN 50565-1, CEI EN 50565-2 e CEI 20-67). In corrente alternata la tensione d'impianto non dovrà superare la tensione nominale dei cavi.

I cavi sul lato corrente continua si distinguono in:

- cavi solari (o di stringa) che collegano tra loro i moduli e la stringa al primo quadro di sottocampo o direttamente all'inverter;
- cavi non solari che sono utilizzati a valle del primo quadro.

3.3.2 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO

Tra l'impianto di messa a terra ed i dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni: apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia, è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

3.3.3 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi sarà effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare, i conduttori saranno scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi saranno soddisfatte le seguenti relazioni: $I_b < I_n < I_z$, $I_f \leq 1,45 I_z$. La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947-2. Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$I_q < I_{Ks2}$ conforme alle norme CEI 64-8.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

3.3.4 APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi saranno del tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto sul profilato, preferibilmente normalizzato CEI EN 60715.

In particolare:

- gli interruttori automatici magnetotermici fino a 100 A saranno modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;
- tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) saranno modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto precedenti;
- gli interruttori con relè differenziali fino a 100 A saranno modulari ed appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b); saranno del tipo ad azione diretta;
- gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 4 poli protetti fino a 100 A saranno modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta, preferibilmente, di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione differenziale; è ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri, purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 6000 A;
- il potere di interruzione degli interruttori automatici sarà garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto), sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso);
- gli interruttori differenziali saranno disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

3.3.5 INTERRUTTORI SCATOLATI

Onde agevolare l'installazione sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano stesse dimensioni di ingombro. Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità di servizio. Il potere di interruzione sarà dato nella categoria di prestazione P2 (CEI EN 60947-2), onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali saranno disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

3.3.6 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE

Per gli interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di corto circuito elevate (> 6000 A), gli interruttori automatici magnetotermici avranno adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (CEI EN 60947-2).

3.3.7 QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE

In caso di installazione di quadri in resina isolante, i quadri avranno attitudine a non innescare l'incendio per riscaldamento eccessivo; comunque, i quadri non incassati avranno una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C. I quadri saranno in tal caso, composti da cassette isolanti con piastra

porta apparecchi estraibile, per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina e saranno disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 55; in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi. Questi quadri saranno conformi alla norma CEI EN 61439-1 e consentiranno un'installazione del tipo a doppio isolamento.

3.3.8 CAVI DI POTENZA

I cavi elettrici previsti saranno dimensionati secondo la normativa vigente in modo da garantire la caduta di tensione massima consentita durante il normale funzionamento. Il grado di isolamento dei cavi sarà conforme alla tipologia di posa ed al livello di tensione di impiego. I cavi di potenza e di controllo saranno specificati in conformità alle norme IEC di riferimento. Tutti i cavi ed i conduttori, in generale, dovranno essere rispondenti alle Norme costruttive stabilite dalla UNEL e forniti del Marchio Italiano di Qualità (IMQ). La colorazione delle guaine dei cavi e dei conduttori sarà rispondente alla CEI UNEL 00722-87.

I cavi selezionati saranno conformi alla normativa CPR (REGOLAMENTO 305/2011/UE) e verranno selezionati in accordo alle prescrizioni derivanti dal DPR 151/2011.

Tutti i cavi dovranno essere identificati mediante etichette chiaramente leggibili disposte prima del loro ingresso nel quadro e sul quadro stesso. Queste etichette dovranno essere in grado di resistere alle condizioni di installazione per almeno venti anni.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti sarà tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 4%. La portata dei cavi (Iz) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Per la distribuzione principale dell'energia è previsto l'impiego di cavi multipolari ed unipolari del tipo:

- H1Z2Z2-K (classe Eca), cavi solari utilizzati per l'interconnessione di elementi sugli impianti fotovoltaici (interconnessione pannelli – quadro di stringa e quadro di stringa – inverter).
- FG16R16 0,6-1kV (Cca – s1b,d1,a1), cavi di bassa tensione unipolari utilizzati per il collegamento dagli inverter e le cabine di trasformazione.
- ARE4H5E 18-30kV, cavi di media tensione unipolari utilizzati per il collegamento delle Cabine di trasformazione alla Cabina di Consegna e ARP1H5(AR)E 18-30kV per il collegamento alla SSE.
- FG16R16 (classe Cca – s3,d1,a3), cavi di bassa tensione utilizzati per tutti i circuiti esterni ai fabbricati tecnologici. In particolare, tali cavi vengono utilizzati per il collegamento degli ausiliari e l'illuminazione perimetrale.
- A2XS(FL)2Y AI 87-150kV, cavi Alta Tensione media tensione unipolari utilizzati per il collegamento della SSE alla SE "Palmori" di futura realizzazione.

Connessioni e morsetti

Le connessioni dei cavi, sia in giunzione che in derivazione, saranno realizzate a regola d'arte, al fine di evitare malfunzionamenti, resistenze localizzate e pericoli d'incendio.

Le scatole poste all'esterno saranno di grado di protezione almeno IP54 e un'adeguata resistenza ai raggi ultravioletti. L'ingresso dei cavi nelle scatole di giunzione avverrà mediante apposito passacavo, per non compromettere il grado di protezione e per limitare le sollecitazioni a trazione sulle connessioni.

Saranno utilizzati connettori e morsetti idonei ai requisiti richiesti dai sistemi fotovoltaici.

I connettori dovranno:

- essere idonei all'uso in corrente continua;
- avere una tensione nominale almeno uguale alla tensione massima di stringa e corrente nominale maggiore della portata dei cavi che connettono;
- avere un isolamento doppio o rinforzato (classe II);
- disporre di un sistema di ritenuta che ne impedisca la disconnessione accidentale;
- poter funzionare alla temperatura massima prevista per i cavi;
- essere resistenti ai raggi ultravioletti ed avere grado di protezione almeno IP54, se utilizzati all'esterno.

I morsetti dovranno:

- essere utilizzati con viti e imbullonati;
- essere posti in cassette di giunzione o direttamente sulle apparecchiature elettriche.

3.3.9 QUADRO BT

Il quadro di parallelo in BT permette la connessione degli inverter al trasformatore elevatore bt/MT.

Il quadro dovrà avere grado di protezione almeno IP31 e dovrà contenere come minimo le seguenti apparecchiature:

- Interruttore/Sezionatore motorizzato per singolo inverter che svolge funzione di Dispositivo Di interfaccia (DDI)
- Sistema di monitoraggio e comando remoto via RS485 per interruttore motorizzato.
- Modulo misure su interruttore motorizzato, TA e TV di misura dell'energia prodotta.

In particolar modo, se il quadro avrà una corrente di cortocircuito alle sbarre ≥ 50 kA dovrà essere dimensionato per contenimento dell'arco interno (IAC). IAC deve essere valutato calcolando il guasto delle sbarre. Non è accettato la certificazione IAC solo per la protezione delle persone (dovrà, cioè, essere garantito che l'eventuale guasto resti confinato nel comparto in cui è avvenuto senza danneggiare altre parti del quadro).

3.3.10 QUADRO MT

Saranno ubicati all'interno delle cabine nella sezione dedicata e verranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto che possono essere affiancati per formare quadri di distribuzione e trasformazione fino a 30kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti, la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili; Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento dell'impianto di messa a terra.

3.4 INVERTER DI STRINGA

La scelta dell'inverter in termini di potenza e tensione in ingresso dovrà essere coordinata con la scelta dell'inverter in termini di potenza e tensione in ingresso dovrà essere coordinata con la scelta della configurazione del generatore agrivoltaico secondo i seguenti criteri:

- Massima potenza di picco collegabile.
- Tensione minima (a 70°C) e massima (a -10°C) di massima potenza (MPP).
- Tensione massima di sistema (considerando la massima tensione a circuito aperto a -10°C).
- Massima corrente in ingresso (a 70°C) per inverter e singolo modulo MPPT.
- La configurazione moduli FV – inverter dovrà essere in ogni caso scelta in accordo alla norma CEI 82-25.

Un numero adeguato di inverter sarà installato nell'impianto agrivoltaico al fine di convertire la corrente continua CC prodotta dal campo agrivoltaico in corrente alternata CA.

Potenza Nominale AC in uscita è 300 kW.

Gli inverter devono essere di tipo "**stringa**" e dovranno essere forniti in conformità alle norme tecniche vigenti necessarie alla connessione alla rete elettrica del distributore (CEI 0-21, CEI 0-16).

Gli inverter dovranno essere dotati della funzione di regolazione della potenza reattiva scambiata tra l'impianto e la rete, anche in condizioni di produzione di energia attiva pari a zero (ad esempio di notte), regolando direttamente gli inverter.

Si riportano le caratteristiche tecniche dell'inverter tipico.

SUN2000-330KTL-H1
Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥ 99.0%
European Efficiency	≥ 98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	THD _i < 1% (Rated)
Protection	
Smart String-level Disconnection (SSLD)	Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Detection	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Detection Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤ 112 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	HH4SMM4TMSPA / HH4SFM4TMSPA
AC Connector	Support OT / DT Terminal (Max. 400 mm ²)
Protection Degree	IP 66
Anti-corrosion Protection	C5-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.	

3.5 CABINE DI TRASFORMAZIONE e CABINA DI CONSEGNA

In linea generale le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, degli inverter, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura.

Nel particolare caso oggetto della presente relazione, le Cabine di Campo saranno a struttura monoblocco del tipo prefabbricato. In ciascuna di esse troveranno alloggiamento: il quadro generale in BT, il Quadro MT per l'arrivo e la partenza delle linee in cavo e gli organi di comando e protezione MT contenuti negli appositi scomparti, come rappresentato negli elaborati grafici costituenti il progetto.

La cabina, come accennato, sarà a struttura prefabbricata (tuttavia in fase di progettazione esecutiva si potrà optare per una struttura gettata in opera), che pertanto non necessita di fondazioni in cemento, fatta eccezione per la base di supporto della cabina stessa che sarà costituita da una platea in cemento dello spessore di 30 cm ed armata con rete elettrosaldata 10x10 ϕ 6.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti, guanti di protezione, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.

In linea generale, il box viene realizzato ad elementi componibili prefabbricati in cemento armato vibrato (il che consente anche in fase esecutiva di modificare le dimensioni della Cabina prevista, semplicemente accoppiando altri elementi ma sempre rimanendo nella sagoma volumetrica del presente progetto), materiale a bassa infiammabilità (come previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2 e CEI 17-63 al punto 5.5) e prodotto in modo tale da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali come indicato nelle tavole allegate.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2.1.

Le dimensioni e le armature metalliche delle pareti sono sovrabbondanti rispetto a quelle occorrenti per la stabilità della struttura in opera, in quanto le sollecitazioni indotte nei vari elementi durante le diverse fasi di sollevamento e di posa in opera sono superiori a quelle che si generano durante l'esercizio.

Come appena detto, nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata interrata in C.A.V., costituita da una o più vasche in c.a unite e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza variabile da 60 cm fino a 100 cm a seconda della tipologia impiegata.

Per l'entrata e l'uscita dei cavi sono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in PVC contenenti i cavi; gli stessi fori appositamente flangiati ospiteranno dei passacavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere.

L'accesso alla vasca avverrà tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature saranno predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse.

Come già detto, il posizionamento delle Cabine di trasformazione prevede la realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 65 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno, che a sua volta sarà collegato all'anello perimetrale di terra dell'impianto. Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica.

All'interno delle cabine di campo confluisce l'energia proveniente dai moduli agrivoltaico e al suo interno sono presenti gli inverte centralizzati e i trasformatori bt/MT.

La cabina di consegna sarà destinata a raccogliere l'energia prodotta dalle cabine di trasformazione (STS) tramite linee di cavo interrato a 30 kV.

3.6 CANALIZZAZIONI

3.6.1 CANALIZZAZIONI SECONDARIE

I conduttori saranno sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi e simili.

Nell'impianto previsto per la realizzazione sottotraccia, i tubi protettivi saranno in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento. Il diametro interno dei tubi sarà pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo sarà sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non sarà inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve saranno effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. Le giunzioni dei conduttori saranno eseguite nelle cassette di derivazione, impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette saranno costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto.

Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori, alimentati attraverso organi di misura centralizzati, e le relative cassette di derivazione saranno distinti per ogni montante. Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi saranno protetti da tubi diversi e faranno capo a cassette separate.

Tuttavia, è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili, se non a mezzo di attrezzo, posti tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, saranno disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Per quanto possibile, si eviteranno sistemi di canali battiscopa per i quali, con i canali ausiliari, si applicano le norme CEI EN 50085-2-1. Per gli altri sistemi di canalizzazione si applica la norma CEI EN 50085-2-2. La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà di quella disponibile e Sarà tale da consentire un'occupazione della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8/5.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8, utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.); opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI EN 50525-1, CEI EN 50525-2-11, CEI EN 50525-2-12, CEI EN 50525-2-31, CEI EN 50525-2-51, CEI EN 50525-2-72, CEI EN 50525-3-31. Per i canali metallici saranno previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali, secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete saranno previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme CEI 64-8

3.6.2 CANALIZZAZIONI INTERRATE

Per l'interramento dei cavi elettrici, sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm sul quale si dovrà distendere il cavidotto corrugato pesante a doppia parete liscia internamente del tipo pesante con resistenza allo schiacciamento 750N;

La profondità di posa dovrà essere almeno 0,8 m, secondo le norme CEI 11-17. Per gli scavi oggetto del presente progetto si adotterà una profondità di 0,8 m per i cavi BT e solari, 1,2 m per i cavi MT e 1,5 per i cavi AT.

Al termine della posa si ricoprirà mediante rinterro per tutto il tracciato.

3.7 SICUREZZA ELETTRICA

3.7.1 PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Contrariamente alla costruzione di un impianto elettrico ordinario, il cui rischio di natura elettrica non si palesa finché l'impianto non viene collegato alla rete, nell'installazione di un impianto agrivoltaico l'esposizione alla luce di un modulo comporta già una tensione tra i poli dello stesso.

Per evitare tale tensione è possibile chiudere in cortocircuito i connettori di un modulo così da azzerarla. Al fine di ridurre il pericolo elettrico, inoltre, si potranno mantenere aperti i connettori di un modulo e il sezionatore di stringa oltre ad avere cura di far operare in tali lavorazioni, esclusivamente persone idonee per conoscenze e qualifica nonché dotate di adeguati dispositivi di protezione individuale. Tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non a tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse), saranno protette contro i contatti indiretti.

3.7.2 PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso complesso dovrà avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra saranno collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili e altre tubazioni entranti, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

Tutti i quadri e le scatole dell'impianto agrivoltaico lato corrente continua dovranno riportare un avviso che indica la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter. In corrispondenza dell'interruttore generale dell'impianto utilizzatore dovrà essere collocato un avviso conforme alle indicazioni della norma CEI 82-25, che segnali la presenza della doppia sorgente di alimentazione (rete pubblica e generatore agrivoltaico).

3.8 IMPIANTI E AUSILIARI

3.8.1 RETE E IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'intero complesso necessario per la messa a terra di tutte le apparecchiature facenti parte di un impianto primario sarà così suddiviso:

- rete orizzontale di terra ("maglia di terra");
- collegamenti di messa a terra ("derivazioni").

Il Progetto esecutivo definirà il complesso di messa a terra in base alle condizioni di calcolo previste, verranno prescritte le caratteristiche della maglia, degli eventuali dispersori ausiliari, dei collegamenti di messa a terra, le sezioni, le dimensioni e la tipologia.

Tutte le prescrizioni ed i riferimenti contenuti nel presente documento ed in tutti i documenti relativi al progetto esecutivo, inerenti i collegamenti di terra, si intenderanno validi anche per i collegamenti di protezione ed i collegamenti equipotenziali.

Saranno utilizzati tutti i materiali necessari, ivi compresi quelli per l'esecuzione delle giunzioni, derivazioni, attestazioni con capicorda e collegamenti flessibili; si poseranno anche graffette di fissaggio e della bulloneria necessaria in acciaio inox e quant'altro necessario a finire l'opera a regola d'arte.

A lavori finiti, i vari collegamenti assicureranno un'efficiente e duratura continuità elettrica e meccanica; si presterà attenzione nel complesso all'ordine della disposizione e alla sagomatura.

Gli attrezzi per l'installazione dei morsetti a compressione sia di giunzione che di terminazione saranno di tipo idraulico o meccanico, adatti alla sezione dei conduttori interessati, e corredati di idonee matrici.

Il martello pneumatico necessario per l'infissione degli eventuali picchetti sarà dotato d'apposito battitore con testa a bicchiere adatta alle aste da infiggere.

La maglia di terra prevista che sarà prevista nel progetto esecutivo sarà ampliata prolungando i lati di magliatura per un'estensione variabile in relazione alla resistività del terreno ed alla corrente da disperdere.

3.8.2 RETE ORIZZONTALE DI TERRA ("MAGLIA DI TERRA")

La rete orizzontale di terra ("maglia di terra") sarà del tipo a maglia quadra, realizzata in corda rame (Cu), i cui lati di maglia saranno fra loro connessi in corrispondenza degli incroci adottando idonei giunti a morsetto del tipo bifilari a compressione.

La maglia di terra sarà realizzata interrata, a profondità di circa $0,5 \div 1,00$ m, secondo le disposizioni impartite dal progetto esecutivo, in un "bauletto" di terreno vegetale di sezione cm 40 x 40 appositamente realizzato.

I collegamenti ai picchetti di profondità saranno eseguiti per mezzo di morsetti di dimensioni adeguate ad assicurare una resistenza meccanica e termica equivalente a quella degli stessi picchetti.

3.8.3 COLLEGAMENTI DI MESSA A TERRA ("DERIVAZIONI")

Si effettueranno i collegamenti di terra delle apparecchiature e delle strutture metalliche secondo le indicazioni ed i dettagli esecutivi riportati nel Progetto. Dopo aver realizzato la "maglia di terra", saranno predisposti i collegamenti equipotenziali di essa alle varie apparecchiature con corda di rame, agli scaricatori MT con conduttore isolato. Altri collegamenti alla maglia di terra saranno realizzati con cavo unipolare flessibile in rame (tipo NO7V-K, comunque meglio definito dal Progetto Esecutivo) debitamente dimensionato ed opportunamente attestato tramite elementi di connessione a compressione, ovvero con connessioni flessibili in rame stagnato di pari sezione.

I collegamenti saranno connessi da una estremità alla maglia di terra, con morsetti bifilari a compressione, e dall'altra saranno connessi alle apparecchiature dopo la loro installazione.

A tale scopo, fino alla realizzazione delle connessioni con le apparecchiature, i collegamenti rimarranno emergenti in superficie o interrati a 20-30 cm dalle apparecchiature stesse. Essi saranno portati in superficie nei punti richiesti, senza deformazioni, eventualmente con adeguati supporti, e avranno lunghezza sufficiente

a raggiungere i punti di connessione previsti ed i percorsi saranno il più possibile rettilinei e senza deformazioni.

3.8.4 IMPIANTO DI TERRA IMPIANTO AGRIVOLTAICO

In corrispondenza delle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, dovrà essere posato un dispersore orizzontale di terra costituito da una corda nuda di rame (tipicamente della sezione di 50 mm²) che sarà collegato, a mezzo di morsetti e con legature con fil di ferro, all'armatura in acciaio del palo della struttura. La corda di rame si collegherà poi mediante appositi morsetti, alla corda di rame posata nelle trincee dei cavidotti BT fino all'anello di corda di rame posato intorno alle Cabine di Trasformazione.

3.8.5 IMPIANTI SPECIALI

Gli impianti vari e speciali saranno eseguiti secondo le modalità e con i materiali descritti specificatamente nei documenti contrattuali.

Nel progetto esecutivo sarà eseguito il dimensionamento e la specificazione puntuale di tutti o parte degli impianti, in conformità delle norme di Legge in vigore in merito ad essi e ad i loro scopi.

In particolare, i tracciati si svilupperanno secondo i disegni di dettaglio che stabiliranno le ubicazioni di ogni parte elettrica, servomeccanismo, telecontrollo, ecc. Le opere risponderanno alle norme CEI in vigore.

I punti di rilevazione, ovunque siano posti (negli ambienti, sulle porte, sulle finestre, ecc.) si otterranno con apparecchiature elettroniche applicate su supporti adeguati, inossidabili e non causanti interferenze con altri impianti. Tutte le derivazioni avverranno all'interno di cassette stagne (di norma con grado di protezione IP56, in plastica termoisolante ed autoestinguente). Tutti gli impianti saranno di norma alimentati, collegati e cablati con cavi e conduttori protetti da tubi PVC serie pesante di colore grigio, posati con staffe o fascette di materiale antiossidante, oppure in scavi di minima entità.

Tutte le viterie, gli alloggiamenti, le chiesuole, le copertine, i tettucci e quant'altro dovranno essere realizzati con materiale adeguato, di norma non ossidante e che non si alteri nel tempo.

Impianti termici, climatici, di aerazione, di ventilazione

Gli impianti termici, climatici, di aerazione, di ventilazione ecc. comprendono tutto quanto necessario per la regolazione termica e ambientale dei locali in cui saranno realizzati. Essi verranno posati nei punti previsti e nel rispetto delle normative vigenti in merito.

Impianti di segnalazione e spegnimento incendi, segnaletica di sicurezza

L'impianto di segnalazione e spegnimento incendi, confinato ai locali delle Cabine di Trasformazione, comprenderà tutto quanto necessario per la rilevazione, segnalazione e spegnimento degli incendi secondo le normative vigenti. Si eseguirà la posa in opera di tutti gli apparecchi di rilevazione fumi, segnalazione incendi, spegnimento nonché tutti gli estintori, i naspi, gli idranti e quant'altro, che si rendano necessari in conformità alle normative vigenti.

4. CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI OPERE CIVILI

4.1 CANTIERI, MEZZI D'OPERA, DEPOSITI DI MATERIALI

4.1.1 *NORME GENERALI DI ESECUZIONE*

I cantieri, i depositi dei materiali da utilizzare e i mezzi d'opera da impiegare risponderanno alle normative vigenti in materia, soprattutto in merito alla sicurezza, e finalizzati esclusivamente all'esecuzione delle opere appaltate.

4.1.2 *CANTIERE*

Il cantiere sarà allestito nel rispetto delle norme vigenti e garantendo il minimo disturbo alle aree limitrofe.

Si curerà la tenuta del cantiere con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati saranno accuratamente ordinati; i macchinari tenuti in efficienza ed in sicurezza, le baracche ben individuabili per destinazione d'uso. Sarà tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere per tutta la durata dei lavori.

Non saranno introdotti, depositati o accantonati materiali, attrezzature e quant'altro di estraneo nei cantieri.

4.1.3 *VIE D'ACCESSO*

Le vie di accesso studiate non prevedono realizzazioni di nuove strade. Verrà sfruttata la viabilità presente di accesso al sito di cantiere.

4.1.4 *OPERE PROVVISORIALI*

Tutte le opere provvisorie sono descritte nella relazione "Piano di Sicurezza e Coordinamento".

4.1.5 *MACCHINARI E MEZZI D'OPERA*

Tutti i macchinari ed i mezzi d'opera necessari all'esecuzione dei lavori saranno tenuti in piena efficienza ed utilizzati a norma di Legge. Si impiegheranno mezzi per la movimentazione ed il trasporto di materiali e/o del personale a piè d'opera con la dovuta diligenza e cautela, in relazione all'ubicazione ed all'accessibilità delle aree in cui si eseguiranno i lavori.

4.1.6 *CUSTODIA*

La custodia del cantiere e di quanto in esso contenuto, nonché di tutti i materiali e dei mezzi d'opera sarà svolta dalla Concorrente.

4.1.7 *SGOMBERO*

Lo sgombero del cantiere sarà curato con ogni diligenza; i materiali depositati o accantonati saranno accuratamente rimossi e trasportati in sicurezza, le baracche smontate con ordine e cura. Sarà tenuta particolare cura per la generale pulizia delle aree e di tutti gli allestimenti di cantiere dopo lo sgombero. Le aree esterne eventualmente modificate per l'inserimento dei cantieri saranno riportate allo stato precedente l'opera.

4.1.8 TRACCIAMENTI

La Committente è integralmente responsabile dei tracciamenti che saranno eseguiti sul terreno per l'esecuzione delle opere. I tracciamenti rispetteranno dimensioni, proporzioni, allineamenti, quote, orientamenti planimetrici e spaziali di quanto contenuto nel Progetto.

Inoltre, è altresì responsabile della tenuta e dell'identificazione dei tracciamenti nonché della loro completa cancellazione al termine di ciascuna lavorazione.

4.2 SCAVI E SBANCAMENTI

4.2.1 NORME GENERALI DI ESECUZIONE

Gli scavi in genere saranno eseguiti sia a mano, sia con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni e relazioni di progetto, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

La profilatura delle sezioni di scavo avverrà su terreno originario, quindi, per asportazione e non per riporto di materiale. Gli scavi saranno di norma eseguiti con mezzi meccanici.

Si predisporrà ogni accorgimento e si impiegheranno mezzi idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. In particolare, saranno eseguiti con propri criteri e nell'osservanza delle norme vigenti e/o specificatamente impartite dalle Autorità competenti. Si predisporranno le opere necessarie a mantenere stabili ed all'asciutto gli scavi, le puntellature, sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare in sicurezza le spinte dei terreni e delle acque di falda, onde garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti.

Nell'esecuzione degli scavi in genere si procederà in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, prestando attenzione alla sicurezza delle persone e alle opere.

Si provvederà affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non vadano a riversarsi negli scavi e nei cavi, una volta che quest'ultimi saranno posati.

Si trasporteranno a discarica i materiali provenienti dagli scavi che si eseguiranno, che non potranno essere riutilizzati a compensazione, per rinterri e per riporti. La gestione dei terreni non rispondenti ai requisiti di qualità ambientale o eccedenti (e quindi non reimpiegabili in sito) comporterà l'avvio degli stessi ad operazioni di recupero/smaltimento presso impianti autorizzati nel rispetto delle disposizioni normative vigenti.

4.2.2 TIPOLOGIE DI SCAVO

Scavo a sezione obbligata

Si definisce scavo a sezione obbligata quello da eseguire per dar luogo a muri, pilastri, vasche, plinti per supporti apparecchiature, fosse e cunette, destinato alla posa di cavi elettrici, tubazioni o condutture ed ubicato al di sotto del piano di campagna o del fondo di uno scavo di sbancamento.

Scavo di sbancamento

Si definisce scavo di sbancamento quello da eseguire per avere ampie aree al di sotto del piano di campagna originario (scavo per platee).

4.2.3 PRESENZA DI TROVANTI

Si definiscono "trovanti" elementi lapidei che si incontreranno di qualsivoglia scavo di dimensioni e pesi tali da non consentire la prosecuzione dello scavo con la benna dell'escavatore. Essi possono essere naturali (massi, scogli, frammenti rocciosi ecc.) o artificiali (fondazioni in cls o muratura interrata, tratti asfaltati e eventuali altre strutture ecc.). Per la prosecuzione dello scavo, i trovanti saranno ridotti in macro-frammenti di dimensioni trasportabili.

4.2.4 PRESENZA D'ACQUA

Si prevederà all'esecuzione di tutte le opere necessarie per l'aggettamento e l'allontanamento delle acque, di qualsiasi provenienza e di qualunque portata, allo scopo di mantenere asciutti gli scavi sia durante il periodo di esecuzione di essi che durante la costruzione delle opere previste entro di essi.

Qualora si rileverà una presenza d'acqua non prevista in Progetto e non dovuta a drenaggio di acque superficiali o meteoriche, ma causata dalla natura permeabile dei terreni e dalla presenza di falda, si darà tempestiva comunicazione.

Verificata l'imprevista presenza d'acqua, l'Ente può disporre, anche su proposta della Concorrente, modifiche al Progetto.

L'adozione di onerosi sistemi di aggettamento eventualmente conseguente all'imprevista presenza d'acqua è convenzionalmente classificata come segue:

- attrezzature speciali tipo "Wellpoint" o similari per deprimere la falda al di sotto della quota di fondo dello scavo per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo;
- pompe in funzionamento continuo per mantenere lo scavo asciutto per l'intera durata dei lavori all'interno dello scavo.

4.3 CALCESTRUZZI

4.3.1 NORME GENERALI DI ESECUZIONE

Tutti i calcestruzzi prodotti e/o comunque impiegati saranno:

- corrispondenti alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche" nel testo legislativo in vigore;
- rispondenti requisiti prescritti nei documenti di progetto, comunque necessari per essere idonei a realizzare le opere oggetto;
- gettati in opera con ogni accortezza, in modo omogeneo, ben dosato e ben vibrato, per rendere l'opera idonea allo scopo a cui è destinata.

Con l'esecuzione di essi, si eseguiranno i provini ("cubetti") per le prove di compressione da tenersi presso Laboratori Ufficiali atte a stabilire la qualità dei getti come stabilito dalle Norme di Legge e dalle prescrizioni UNI in merito.

Inoltre, si preleveranno i campioni di calcestruzzo nel corso del getto nelle apposite confezioni dei provini. Per i prelievi del calcestruzzo, la preparazione e la conservazione dei provini si osserveranno le norme UNI in merito.

Qualora si renda necessario, si effettueranno prove non distruttive.

4.3.2 COMPONENTI NORMALI DEI CALCESTRUZZI

Tutti i componenti che concorrono alla formazione dei calcestruzzi (acqua, leganti, inerti, eventuali additivi ecc.) risponderanno ai requisiti di progetto. I componenti saranno conservati e maneggiati correttamente in modo da trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione; saranno, inoltre, dosati in modo da rispondere al criterio del migliore rapporto acqua/cemento al fine di ottenere calcestruzzi che:

- all'atto della posa siano lavorabili in ogni punto (specialmente attorno alle armature), e compattabili, con i previsti mezzi, in una massa omogenea ed isotropa;
- forniscano alle scadenze prescritte un materiale impermeabile e compatto, le cui serie di provini raggiungano le resistenze caratteristiche richieste.

4.3.3 ADDITIVI E COMPONENTI PARTICOLARI DEI CALCESTRUZZI

Sostanze aeranti o fluidificanti o acceleranti della presa non saranno in nessun caso impiegate se non previste dal progetto.

4.3.4 APPROVVIGIONAMENTO E TRASPORTO DEI CALCESTRUZZI

L'approvvigionamento di calcestruzzo già confezionato presso impianti di produzione industriale purché la confezione e il trasporto avverrà rispettando le norme in materia e le prescrizioni UNI in merito, senza dar luogo a segregazione degli elementi o ad inizio della presa prima della posa in opera.

Si adotteranno tutti i provvedimenti atti ad assicurare che la temperatura del calcestruzzo all'uscita delle betoniere e all'atto della posa in opera si mantenga fra 7° C e 30° C.

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera saranno comunque eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non sarà eliminata, si studierà nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

4.3.5 GETTI

Si fornirà alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206;

- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Programma dei getti

Si comunicherà con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra controllerà che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesura di materiale isolante e/o di collegamento.

Modalità di esecuzione

Prima dell'esecuzione del getto, si disporranno le casseforme e le armature di progetto, secondo le modalità disposte dagli articoli ad esse relativi.

In fase di montaggio delle armature e dei casseri verranno predisposti i distanziali, appositi elementi che allontanano le armature dalle pareti delle casseforme tenendole in posizione durante il getto e garantendo la corretta esecuzione del copriferro.

L'appaltatore adotterà tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

I getti si eseguiranno a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa e evitando il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile avrà una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm.

Inoltre, l'aggregato avrà diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone saranno impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone si adopereranno le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non sarà superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche si adopereranno per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseforme, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

Si appronteranno i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti sarà mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, se il clima risulterà caldo e secco.

Non si metterà in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettuerà applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

Sarà garantita l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, al fine di non eccedere dai 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si eviterà di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, si utilizzerà un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza si predisporranno dei cordolini d'arresto che eviteranno la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua:

- si adotteranno accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;

- si provvederà, con i mezzi più adeguati, la deviazione dell'acqua e si adotteranno miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche anti-dilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- si utilizzerà una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

Se si utilizzerà calcestruzzo autocompattante, esso sarà versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile faciliterà la distribuzione del calcestruzzo. Si potrà utilizzare una pompa, una tramoggia o si userà la benna, il terminale di gomma sarà predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa si predisporrà che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si immetterà il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque, anche dalla densità delle armature.

Getti in climi freddi

In caso di clima freddo si adotteranno le direttive ed i buoni propositi di seguito descritti.

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore;

Prima del getto si verificherà che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura $\geq +5$ °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, saranno rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno saranno sospesi se la temperatura dell'aria è ≤ 0 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo sarà protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

Si coibenterà la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si ricorrerà all'uso di agenti antievaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e si eviterà ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiederanno un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm²), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm²) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

A titolo di esempio, durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Dimensione minima della sezione (mm ²)			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo sarà raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

Getti in climi caldi

In caso di clima caldo si adotteranno le direttive ed i buoni propositi di seguito descritti.

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;

- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa microfessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi saranno eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti.

Il getto successivamente sarà trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi, il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

Interruzioni del getto

Ove necessarie, le interruzioni del getto dovranno essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti saranno eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, si ridurrà al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si otterrà monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sarà lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie sarà scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo.

L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che saranno accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Compattazione

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Pertanto, si effettuerà la compattazione mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si prenderà in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

Con la compattazione del calcestruzzo si eviterà la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

Stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo si seguiranno le seguenti disposizioni.

Prima della messa in opera:

- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera sarà $\leq 0^{\circ}\text{C}$, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.

Durante la messa in opera:

- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.

Dopo la messa in opera:

- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70°C ;
- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20°C ;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15°C .

I metodi di stagionatura preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si eviterà che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento alla norma UNI EN 206.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non sarà confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adotteranno i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni non saranno applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che dovranno trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori.

Si eviteranno, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Casseforme

Le casseforme avranno le esatte forme e dimensioni previste dai disegni esecutivi e conformi al tipo eventualmente specificato nel progetto. Le casseforme ed i relativi sostegni avranno dimensioni e rigidità sufficienti per resistere, senza deformazioni apprezzabili, al peso che dovranno sopportare ed alle azioni dinamiche prodotte dal costipamento e dalla vibrazione del calcestruzzo.

Nell'ancoraggio delle casseforme si terrà conto della spinta esercitata dal calcestruzzo fresco, in modo che i paramenti non presentino deformazioni e rigonfiamenti dovuti a cedimenti delle casseforme stesse.

Se i casseri sono fissati con dispositivi annegati all'interno del calcestruzzo, tali dispositivi saranno tali da non lasciare elementi di fissaggio all'esterno del getto ed i relativi fori saranno colmati al disarmo con una pastiglia di malta avente la medesima tinta del calcestruzzo circostante. Non si utilizzeranno fili di ferro attorcigliati o raggruppati attraversanti il calcestruzzo destinato a restare a contatto con acqua.

La superficie dei casseri sarà ad ogni impiego accuratamente ripulita e, se del caso, trattata per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia.

Si cureranno in modo particolare i giunti fra i singoli elementi, per evitare la fuoriuscita della malta.

Il disarmo dei getti sarà eseguito nel rispetto delle norme di legge. Dopo il disarmo si curerà l'asportazione di tutte le sbavature; i rappezzati saranno limitati e saranno tollerati solo in casi eccezionali, eseguiti secondo le migliori tecniche a disposizione.

Armature per calcestruzzi

I tondi d'acciaio delle armature per i calcestruzzi risponderanno ai requisiti di accettazione di cui alla parte "Materiali" del presente documento.

Saranno utilizzate esclusivamente barre nervate. I tondi d'acciaio saranno puliti e senza traccia alcuna di ruggine non bene aderente, di pittura, di grasso, di cemento o di terra.

Il calcestruzzo sarà gettato in modo da avvolgerne tutta la superficie con adeguato spessore. Le armature corrisponderanno ai disegni costruttivi per forma, dimensioni e qualità dell'acciaio. Le piegature saranno effettuate a freddo.

4.4 FONDAZIONI

Il Progetto definisce, posizione ed orientamento delle cabine di trasformazione e della cabina di consegna, quindi delle fondazioni previste.

Le pareti laterali delle fondazioni, anche nei punti più bassi, saranno cassafornate in modo che nessuna di esse, durante il getto, venga a trovarsi a diretto contatto con il terreno laterale.

In casi particolari potrà essere necessario eseguire sottofondi, normalmente costituiti da sabbia, ghiaione o conglomerato magro. Tali sottofondi dovranno essere sempre preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Le fondazioni saranno realizzate in scavi il cui fondo risulti essere composto da terreno compatto, completamente drenato e ripulito dalla melma. Qualunque imperfezione del piano verrà corretta con getto di calcestruzzo magro su eventuale massiccata di costipamento. Qualora le imperfezioni del fondo non potranno essere altrimenti eliminate, verrà analizzato, eventualmente concesso, il getto di sottofondazione purché risulti inalterata la quota di imposta della fondazione.

Non saranno eseguiti getti di fondazione prima che sia stata completamente eliminata l'eventuale acqua presente nello scavo.

Si adopereranno mezzi idonei a mantenere drenato lo scavo per tutta la durata delle operazioni di getto, ivi comprese le eventuali interruzioni e le successive operazioni di ripresa, e per almeno 8 (otto) ore dal completamento di ciascuna fondazione.

I getti saranno realizzati a regola d'arte mediante la vibrazione del calcestruzzo.

In ogni caso le membrature metalliche emergenti dalle fondazioni saranno perfettamente pulite da ogni incrostazione.

4.5 PAVIMENTAZIONI IN ASFALTO

Nel caso del cavidotto che trasporterà l'energia dell'impianto agrivoltaico dalla è previsto il rifacimento della sola viabilità esistente già asfaltata.

Si procederà alla realizzazione dello strato portante (tout-venant bituminoso), con spandimento e sagomatura mediante macchina rifinitrice, di conglomerato bituminoso formato con idonei inerti e bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 4% riferita al peso degli aggreganti) e comunque deve raggiungere i previsti valori di stabilità e compattezza. La posa in opera è completata da rullatura con compressore da eseguirsi partendo dai bordi verso il centro.

Infine, il tappeto di usura in conglomerato bituminoso con idonei inerti e con bitume a caldo (di norma con dosatura uguale o maggiore del 5,5% in peso), disteso previo attacco allo strato sottostante con Kg. 0,500 di emulsione bituminosa a caldo al 55% per ogni m², mediante vibrofinitrice, rullato e ricoperto di polvere di

marmo o di roccia asfaltica, compresa cilindratura, da realizzarsi possibilmente in tutte le direzioni e sistemazione dei bordi. Le ondulazioni o irregolarità misurate con asta di 4 m saranno contenute in 6 mm.

Gli strati di conglomerato bituminoso garantiranno un'elevata resistenza all'usura superficiale, una sufficiente ruvidezza, e una elevata compattezza e impermeabilità totale.

Gli asfalti non saranno posati in caso di bagnato o temperature inferiori a 5°C. Per temperature tra i 5 e 10°C saranno convenientemente elevate le temperature dei conglomerati.

Durante la preparazione, il bitume impiegato nella miscela sarà scaldato alla giusta temperatura onde consentire l'uniforme distribuzione in tutto l'impasto (con temperatura alla quale il bitume mantenga una viscosità di 75 ÷ 150). Il bitume non deve mai essere immagazzinato ad una temperatura superiore a 175°C e non sarà scaldato oltre tale temperatura nel corso delle operazioni cui è sottoposto nell'impianto.

Al termine delle operazioni, si eseguirà la rullatura e la finitura. Eventuali operazioni a mano possono essere effettuate solo per la finitura di porzioni di difficile accesso alla macchina di posa.

Se previsti da progetto o si rendessero necessari, si presterà attenzione alla posa in opera degli elementi di delimitazione (cigli, in materiali lapidei o in conglomerati prefabbricati ecc.), di raccolta e smaltimento acque (caditoie, griglie, chiusini ecc.), di pozzetti per servizi vari con relative coperture, nonché nell'esecuzione di lavori stradali intorno ad essi.

5. MATERIALI

5.1 Calcestruzzi

Nelle opere strutturali saranno impiegati esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2 ovvero allo specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

Si esclude l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulterà esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si utilizzeranno cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

I sacchi per la fornitura dei cementi saranno sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio risultasse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento sarà rifiutato e sostituito con altro idoneo. Se i leganti saranno forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi saranno accompagnati dai documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento sarà accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. Si disporranno in cantiere i silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termogrometriche.

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;

- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Prove di accettazione

Ai fini dell'accettazione dei cementi la Direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

- UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche;
- UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;
- UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;
- UNI CEN/TR 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;
- UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;
- UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;
- UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;
- UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;
- UNI EN 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;
- UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;
- UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;
- UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
- UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità;
- UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;
- UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti riportati nella seguente tabella, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, saranno effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
<i>Demolizioni di edifici (macerie)</i>	= C8/10	<i>fino al 100%</i>
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	<i>fino al 60%</i>
<i>Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)</i>	≤ C45/55	<i>fino al 15%</i>
	<i>Stessa classe del cls di origine</i>	<i>fino al 5%</i>

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella precedente tabella.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, saranno costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e saranno lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e sarà costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato di seguito.

<i>Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento</i>	<i>Uso previsto del cls</i>	<i>Sistema di attestazione della conformità</i>
<i>Aggregati per calcestruzzo</i>	<i>strutturale</i>	2+

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, saranno finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella seguente tabella, insieme ai relativi metodi di prova.

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
<i>Descrizione petrografica semplificata</i>	UNI EN 932-3
<i>Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)</i>	UNI EN 933-1
<i>Indice di appiattimento</i>	UNI EN 933-3
<i>Dimensione per il filler</i>	UNI EN 933-10
<i>Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)</i>	UNI EN 933-4
<i>Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)</i>	UNI EN 1097-2

Sabbia

La sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo sarà priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa sarà scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, sarà lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

La Direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

Acqua

L'acqua per gli impasti sarà dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della D.L., in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della Direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
<i>Ph</i>	<i>Analisi chimica</i>	<i>Da 5,5 a 8,5</i>
<i>Contenuto solfati</i>	<i>Analisi chimica</i>	<i>SO4 minore 800 mg/l</i>
<i>Contenuto cloruri</i>	<i>Analisi chimica</i>	<i>Cl minore 300 mg/l</i>
<i>Contenuto acido solfidrico</i>	<i>Analisi chimica</i>	<i>minore 50 mg/l</i>
<i>Contenuto totale di sali minerali</i>	<i>Analisi chimica</i>	<i>minore 3000 mg/l</i>
<i>Contenuto di sostanze organiche</i>	<i>Analisi chimica</i>	<i>minore 100 mg/l</i>
<i>Contenuto di sostanze solide sospese</i>	<i>Analisi chimica</i>	<i>minore 2000 mg/l</i>

Classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate nella seguente tabella.

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55

Classi di resistenza
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella seguente tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato saranno accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione seguirà specifiche procedure per il controllo di qualità.

Qualità

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articolerà nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare della resistenza, con la quale si determina, prima della costruzione dell'opera, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;
- controllo di produzione, effettuato durante la produzione del calcestruzzo stesso;
- controllo di accettazione, eseguito dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, con prelievi effettuati contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali;
- prove complementari, ove necessario, a completamento dei controlli di accettazione.

Valutazione preliminare

Prima dell'inizio della costruzione di un'opera, attraverso idonee prove preliminari, si verificherà la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera.

Controllo

Il Direttore dei Lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione sarà eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione sarà positivo se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente, come stabilito nel D.M. 14/01/2008:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
R1 >= Rck - 3,5	
Rm >= Rck + 3,5 (n° prelievi 3)	Rm >= Rck + 1,4 s
Ove: Rm = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R1 = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²); s = scarto quadratico medio	

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli molto accurati, integrati con prove complementari.

Prove complementari

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al Direttore dei Lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

Le modalità di prelievo e i procedimenti per le successive prove devono rispettare le norme vigenti.

5.2 Casseforme

Le casseforme in legno saranno realizzate con tavole o pannelli.

Le tavole saranno di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature. Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

I pannelli, invece, dovranno essere di spessore non inferiore a 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti e all'abrasione. Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

Per quanto concerne lo stoccaggio sia delle tavole che dei pannelli, il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza del terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Le cataste verranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname dovrà avvenire subito dopo il disarmo e comunque prima dell'accatastamento o del successivo reimpiego.

Le casseforme di plastica, adoperate per ottenere superfici particolarmente lisce, non saranno utilizzate per getti all'aperto. Il materiale di sigillatura dei giunti sarà compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

Le casseforme in calcestruzzo saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm² (300 Kg/cm²), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) saranno in acciaio inossidabile.

La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibrator esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme saranno ultimate prima della presa del calcestruzzo.

Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri sarà di cento ca. Nei casseri realizzati con metalli leggeri si impiegheranno leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla formazione di coppie galvaniche derivanti da contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.

Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, saranno usati opportuni irrigidimenti e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata, 2;
- lamiera sabbiata, 10;
- lamiera grezza di laminazione, oltre i 10.

Queste casseforme saranno costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificatamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.); i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

5.3 Acciaio per cemento armato

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono per tutti gli acciai tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo vengono fornite le seguenti definizioni:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Marcatura

Ciascun prodotto qualificato sarà costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile sarà depositato presso il servizio tecnico centrale e consentirà, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito.

Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto sarà marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura sarà inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore marchierà ogni singolo pezzo.

Ove ciò non sarà possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura sarà tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sarà riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Secondo le UNI EN 10080 i paesi di origine sono individuati dal numero di nervature trasversali normali comprese tra l'inizio della marcatura e la nervatura speciale successiva, che è pari a 4 per l'Italia.

Su un lato della barra/rotolo, inoltre, vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento. Sull'altro lato, invece, ci sono i simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10.

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di

documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

Qualificazione

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

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

Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Centro di trasformazione

Le Nuove norme tecniche definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiera o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Caratteristiche

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono due: B450C e B450C.

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- f_y nom: 450 N/mm²;
- f_t nom: 540 N/mm².

Esso deve inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE	REQUISITI
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{ynom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{tnom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y) k$	$\geq 1,13$ $< 1,35$
$(f_y/f_{ynom}) k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})k$	$\geq 7,5 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	4 F
$F < 12 \text{ mm}$	5 F
$12 \leq F \leq 16 \text{ mm}$	8 F
	10 F

CARATTERISTICHE	REQUISITI
$16 < F \leq 25 \text{ mm}$	
$25 < F \leq 40 \text{ mm}$	

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE	REQUISITI
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{ynom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{tnom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
$(f_t/f_y) k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_{ynom}) k$	$\leq 1,25$
Allungamento (Agt) k	$\geq 2,5 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $F < 10 \text{ mm}$	4 F

Prove

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme:

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.

Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.

Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y con $f(0,2)$. La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 30 minuti a $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20° . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di Agt, allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione F_m , bisogna considerare che:

- $eAgt$ è misurato usando un estensimetro, Agt deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;

- seAgt è determinato con il metodo manuale, Agt deve essere calcolato con la seguente formula:

$$\text{Agt} = \text{Ag} + \text{Rm}/2000$$

Dove:

Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo Fm;

Rm è la resistenza a trazione (N/mm²).

La misura di Ag deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza r2 di almeno 50 mm o 2d (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due). La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

Produzione

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro F compreso tra 6 e 40 mm; per gli acciai B450A, invece, il diametro deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $F \leq 16$ mm per B450C e fino a $F \leq 10$ mm per B450A.

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti indicati dalle Nuove norme tecniche.

Accettazione

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, saranno effettuati dal Direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e saranno campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli saranno estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella seguente tabella:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
fy minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
fy massimo	572 N/mm ²	[450x(1, 25+0,02)] N/mm ²
Agt minimo	≥ 6.0%	per acciai B450C
Agt minimo	≥ 2.0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,11 \leq ft/fy \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$ft/fy \geq 1.03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente.

Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso, occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto

sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il Direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

6. COLLAUDI

6.1 Generalità

I Collaudi sono eseguiti da personale specializzato ed abilitato, da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale.

Qualsiasi prova può essere eseguita in corso d'opera tesa ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito fino a quel momento.

La Concorrente metterà a disposizione il proprio personale specializzato al fine di porgere assistenza per la conduzione delle prove.

In caso di esito negativo di una qualsiasi delle prove, si ottempererà con cura le prescrizioni impartite dai Collaudatori e al rimedio ad ogni difetto rilevato.

6.2 Collaudi in corso d'opera delle opere civili

Il Collaudo deve procedere secondo le modalità e le prove stabilite dal Collaudatore tese ad accertare la rispondenza delle opere civili alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

6.3 Collaudi in corso d'opera degli impianti a servizio delle opere civili

Sono tenuti da Collaudatori esperti degli impianti stessi che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

6.4 Prove in corso d'opera su impianti elettrici MT, bt e impianti ausiliari

Sono tenuti da Collaudatori che eseguono tutte le prove tese ad accertare la rispondenza degli impianti alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche nonché al corretto funzionamento elettrico.

6.5 Collaudi finali

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono eseguiti analogamente a quanto prescritto per collaudi e prove di funzionamento in corso d'opera da personale abilitato o da Professionista/i abilitato/i iscritto/i ad Ordine o Albo Professionale nominato dall'Ente.

I Collaudatori possono sottoporre le opere appaltate a tutte le prove che intendono eseguire in base alla propria esperienza ed alla propria perizia professionale.

I Collaudi e le prove di funzionamento finali sono tesi ad accertare le caratteristiche di quanto eseguito e la rispondenza agli scopi, alle prescrizioni di Legge, al progetto e alle specifiche tecniche.

In caso di esito negativo, la Concorrente sarà tenuta ad ottemperare a sua esclusiva cura le prescrizioni ricevute fino ad esito positivo di tutti i Collaudi.