



COMUNE DI SAN PIETRO IN CASALE
PROVINCIA DI BOLOGNA
REGIONE EMILIA ROMAGNA

IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO "RNE21"

Proponente

RNE21 S.R.L.

Viale San Michele del Carso, 22
20144 Milano (MI)
C.F. 13055920964

Progettazione

**SOCIETA' DI PROGETTAZIONE
GSB CONSULTING SRL**

Via Passo Rolle, 9 – 20134 Milano (MI)
P.IVA 11882750968



Preparato
Irina Giorgi

Verificato
Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato
Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

RNE21

DISCIPLINARE TECNICO DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

Elaborato N.

R05

Data emissione
01/10/24

Nome file
DISCIPLINARE TECNICO DESCRITTIVO

N. Progetto
RNE21

Pagina
COVER

00
REV.

01/10/24
DATA

PRIMA EMISSIONE
DESCRIZIONE

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI RNE21 S.R.L. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT CAN NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF RNE21 S.R.L. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

Sommario

1	Premessa	4
1.1	Inquadramento Generale.....	4
2	Apparecchiature Corrente Continua	6
2.1	Moduli Fotovoltaici	6
2.2	Strutture di sostegno per moduli fotovoltaici.....	8
2.3	Cavi Bassa Tensione in Corrente Continua – Cavi di Stringa	10
2.4	Inverter di Stringa	11
2.1	Container Batteria – Sistema di accumulo.....	12
2.1.1	Container Batterie	12
3	Apparecchiature Corrente Alternata – Bassa e Alta Tensione	16
3.1	Cabina di trasformazione (skid) – Impianto agrivoltaico	16
3.1.1	Trasformatore BT/MT	18
1.1.1	Quadro MT.....	19
1.1.2	Quadro BT	19
1.1.3	Quadro BT Sezione Ausiliari.....	19
3.2	Sistema di accumulo - PCS	20
3.2.1	Trasformatore BT/MT	21
3.2.2	Quadro MT.....	21
3.2.3	Quadro BT Sezione Ausiliari.....	22
3.3	Cavi in Bassa Tensione in Corrente Alternata	23
3.4	Cavi in Media Tensione in Corrente Alternata	24
3.5	Altri cavi.....	25
3.5.1	Cavi nella Cabina di Trasformazione MT/BT e nei PCS	25
3.5.2	Cavi Alimentazione Trackers.....	25
3.5.3	Cavi di sicurezza e sorveglianza	25
3.5.4	Cavi Dati	26
4	Altri Componenti	27
4.1	Impianto di Terra.....	27
4.1.1	Struttura di Sostegno Moduli FV	28
4.1.2	Moduli FV	28
4.1.3	Inverter di stringa	28
4.1.4	Cabine Elettriche.....	28
4.1.5	Cavidotto interni al campo	31

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.1.6	Recinzioni e Pali TVCC.....	31
4.1.7	Cavidotto Utente Esterno al campo	32
5	Datasheet Modulo Agrivoltaico.....	33
6	Datasheet Inverter.....	35
7	Datasheet Cavi BT Corrente Continua	37
8	Datasheet Cavi BT Corrente Alternata	39
9	Datasheet Cavi MT Utente	41

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Premessa

La presente relazione la funzione di disciplinare tecnico descrittivo e prestazionale ha lo scopo descrivere tecnicamente i componenti dell'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "RNE21", da ubicarsi nel Comune di San Pietro in Casale (BO), Pieve di Cento (BO) e Cento (FE), di potenza nominale complessiva pari a 18'469,44 kWp, per una potenza in immissione in rete complessiva pari a 17'250,00 kW.

1.1 Inquadramento Generale

L'impianto agrivoltaico avanzato "RNE21" è composto da quattro impianti di generazione, ciascuno distinto dal punto di vista elettrico e configurato come "lotto d'impianti", connessi in media tensione. Ogni impianto comprende, oltre a una sezione dedicata al parco agrivoltaico, anche una sezione riservata al sistema di accumulo.

La potenza nominale complessiva dell'impianto agrivoltaico avanzato, determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli FV, è pari a 18'469,44 kWp, mentre la potenza in immissione in rete è determinata dalla potenza indicata sul preventivo di connessione, ed è pari a 17'250,00 kW.

I moduli fotovoltaici, realizzati in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 24 moduli, e posizionati su strutture ad inseguimento solare mono-assiale, in configurazione a doppia fila (configurazione 2-P). I moduli saranno opportunamente innalzati dal livello del terreno e le strutture di sostegno distanziate (pitch pari a 7,85m).

L'utilizzo di tracker consente la rotazione dei moduli FV attorno ad un unico asse orizzontale avente orientazione Nord-Sud, al fine di massimizzare la radiazione solare captata dai moduli stessi e conseguentemente la produzione energetica del generatore FV.

Per l'impianto FV in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter di stringa, posizionati direttamente in campo, a ciascuno dei quali saranno collegate fino ad un massimo di 14 stringhe.

All'interno dei confini dell'impianto FV è prevista l'installazione di otto cabine di trasformazione (due per ogni lotto di impianto) realizzate tramite soluzione containerizzata, contenenti fondamentalmente il trasformatore MT/BT e i quadri elettrici MT e BT.

Il Sistema di Accumulo, invece, è costituito da dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, progettato per assorbire e rilasciare energia elettrica. Funziona in modo continuativo con la rete di distribuzione e, in questo caso specifico, è integrato con l'impianto di produzione fotovoltaica. In particolare, il Sistema di Accumulo rilascerà l'energia elettrica accumulata in modo da garantire che la potenza immessa in rete non superi mai quella indicata da Enel Distribuzione nel preventivo di connessione ricevuto.

In estrema sintesi il Sistema di Accumulo, complessivamente, è caratterizzato dai seguenti dati nominali:

$$40,12\text{MWh} - 10\text{MW}_{AC}$$

L'energia generata dall'impianto agrivoltaico avanzato dotato di accumulo viene raccolta tramite una rete di elettrodotti interrati in Media Tensione eserciti a 15 kV che confluiscono presso le quattro cabine di consegna situate nel comune di Cento al Foglio 41 p.la 375, in posizione accessibile dalla viabilità pubblica, presso le quali è ubicato il punto di consegna dell'energia generata alla rete di distribuzione.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Figura 1: Inquadramento su Ortofoto

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2 Apparecchiature Corrente Continua

Le apparecchiature riconducibili alla sezione Corrente Continua sono i Moduli Fotovoltaici, le Strutture di Sostegno, i cavi in bassa tensione in corrente continua, gli Inverter e i container batteria.

2.1 Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per tutto l'impianto sono 27'984.

I moduli fotovoltaici selezionati per il dimensionamento dell'impianto e per la redazione del presente progetto sono realizzati dal produttore Longi, modello LR7-72HYD 660M, e presentano una potenza nominale a STC¹ pari a 660 Wp.

Ciascun modulo è composto da 144 mezze-celle realizzate in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, vetro frontale temprato ad elevata trasparenza e dotato di rivestimento antiriflesso, backsheet posteriore polimerico trasparente e cornice in alluminio, per una dimensione complessiva pari a 2'382 x 1'134 x 30 mm ed un peso pari a 33,5 kg.

I moduli selezionati presentano una tecnologia bifacciale: le celle fotovoltaiche realizzate tramite questa innovativa tecnologia costruttiva sono in grado di convertire in energia elettrica la radiazione incidente sul lato posteriore del modulo FV. L'incremento di energia generata rispetto ad un analogo modulo tradizionale/mono-facciale è dipendente da molti fattori, primo fra tutti l'albedo² del terreno, e può raggiungere fino a +25% in casi particolarmente favorevoli.

In Tabella 1 vengono riportate le principali caratteristiche elettriche del modulo FV considerato.

Tabella 1: Caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici

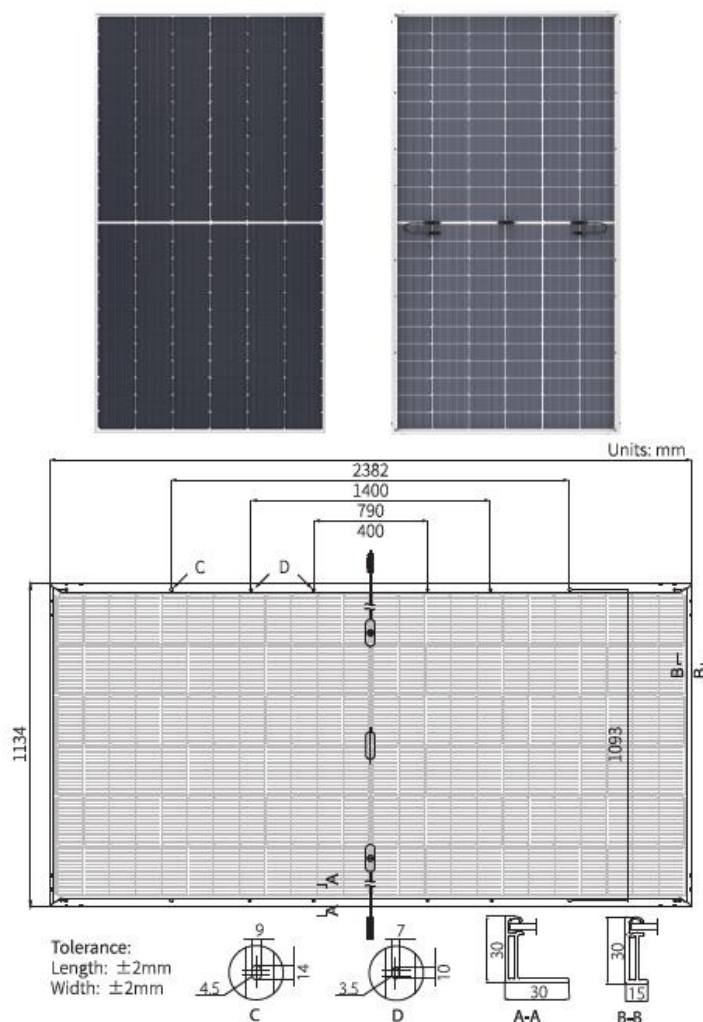
Modello modulo FV	LR7-72HYD 660M
	STC
Potenza massima [Wp]	660
Tensione alla massima potenza – Vmpp [V]	44.85
Corrente alla massima potenza – Impp [A]	14.72
Tensione di circuito aperto – Voc [V]	54.00
Corrente di corto circuito – Isc [A]	15.41
Efficienza nominale a STC [%]	24.40%
Temperatura di funzionamento [°C]	-40 – +85
Tensione massima di sistema [V]	1500 (IEC)
Corrente massima del fusibile [A]	30A
Coefficiente di temperatura - Pmax	-0.26%/°C
Coefficiente di temperatura - Voc	-0.20%/°C
Coefficiente di temperatura - Isc	0.050%/°C

1 STC - Standard Test Conditions: irraggiamento solare 1000 W/m², temperatura modulo FV 25°C, Air Mass 1,5

2 Rappresenta la frazione di radiazione solare incidente su una superficie che è riflessa in tutte le direzioni. Essa indica dunque il potere riflettente di una superficie.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Di seguito si riporta invece un estratto dal datasheet del modulo FV selezionato riportante le principali caratteristiche costruttive ed elettriche



Ogni modulo FV è accessorizzato con un cavo 4mmq e relativi connettori, per il collegamento con altri moduli FV e/o cavi DC di stringa. Si prevede di realizzare stringhe costituite da 26 moduli FV collegati elettricamente in serie.

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello del modulo fotovoltaico da installare sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità di moduli FV da parte dei produttori.

Le caratteristiche saranno comunque simili e comparabili a quelle del modulo FV precedentemente descritto, in termini di tecnologia costruttiva, dimensioni e caratteristiche elettriche e non sarà superata la potenza di picco totale dell'impianto (kWp).

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.2 Strutture di sostegno per moduli fotovoltaici

Per il presente progetto si prevede l'impiego di strutture di sostegno ad inseguimento mono-assiale, nello specifico si prevede l'installazione di 309 strutture. In funzione del numero di moduli installati, si individuano essenzialmente quattro tipologie di strutture:

N° strutture tracker mono-assiali	N° 548 strutture 2x24 pannelli
	N° 70 strutture 2x12 pannelli

Le strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker) consentono la rotazione dei moduli stessi attorno ad un singolo asse, orizzontale ed orientato in questo caso 0° Nord-Sud, in maniera tale da variare il proprio angolo di inclinazione fino ad un limite massimo di $\pm 55^\circ$ ed "inseguire" la posizione del Sole nel corso di ogni giornata. L'inseguimento solare Est/Ovest consente di mantenere i moduli FV il più possibile perpendicolari ai raggi solari, massimizzando la superficie utile esposta al sole e di conseguenza la radiazione solare captata dai moduli stessi per essere convertita in energia elettrica. Il guadagno in termini di produzione energetica, rispetto ai tradizionali impianti FV realizzati con strutture ad inclinazione fissa, è stimabile nel range $+10 \div +20 \%$.

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore PVH, in configurazione 2P, ovvero doppia fila di moduli posizionati verticalmente.

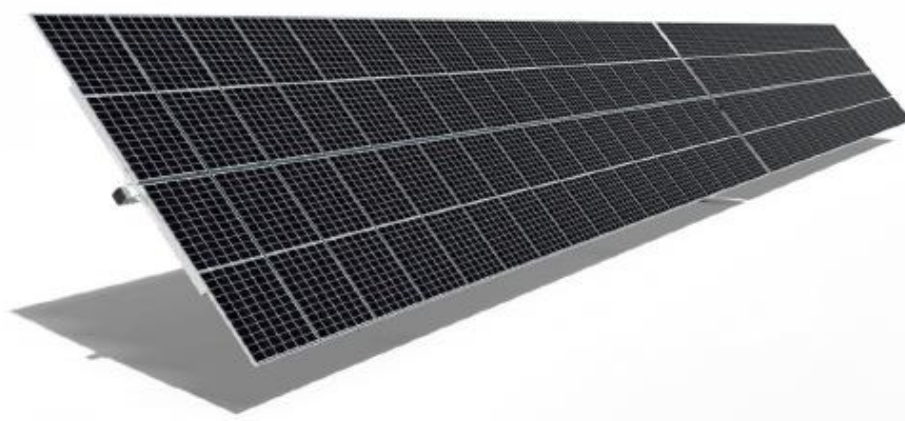


Figura 2: immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 2P

Tutti gli elementi di cui è composto il tracker (pali di sostegno, travi orizzontali, giunti di rotazione, elementi di supporto e fissaggio dei moduli, ecc.) saranno realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo.

Tali strutture di sostegno potranno essere infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o tramite avvvitamento, per una profondità variabile. Qualora la lunghezza dei pali di sostegno da infiggere, per via delle caratteristiche geotecniche del terreno, dovesse essere elevata, si potrà valutare l'adozione puntuale di cemento per la realizzazione di fondazioni dei pali, in grado di garantire la stabilità e l'esercizio in sicurezza delle strutture di sostegno dei moduli FV.

L'altezza dei pali di sostegno è stata determinata in maniera tale che la distanza tra il bordo inferiore dei moduli FV ed il piano di campagna sia non inferiore a 2,10 m (alla massima inclinazione dei moduli). Ciò comporta che la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 6,03 m, sempre alla massima inclinazione.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

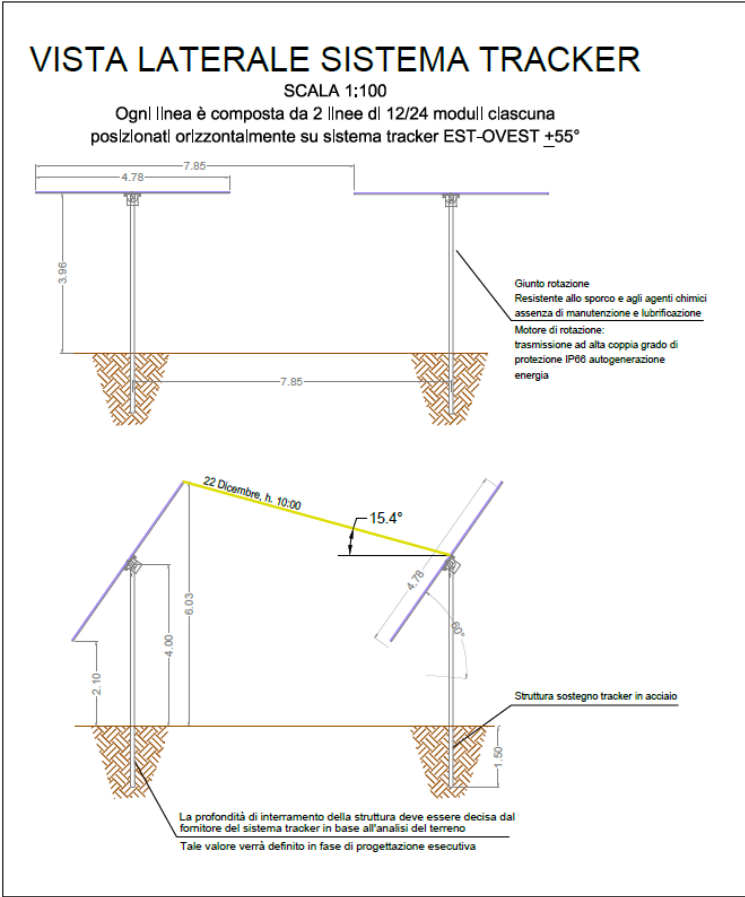


Figura 3: Particolari Struttura di Sostegno Moduli FV

La movimentazione dei sistemi ad inseguimento solare è effettuata da motori elettrici auto-alimentati direttamente dalle stringhe di moduli FV. L’algoritmo di movimentazione è basato su un calendario astronomico ed è dotato della tecnologia “backtracking”. Tale tecnologia consiste nel controllo e verifica che ogni fila di moduli FV non crei ombreggiamento a quella successiva. Quando l’altezza del sole rispetto all’orizzonte si riduce, in particolare durante le prime/ultime ore della giornata, il mutuo ombreggiamento tra i filari di moduli potrebbe ridurre sensibilmente l’output energetico. Il sistema ad inseguimento è in grado di far ruotare i moduli FV nel senso opposto rispetto all’andamento del sole, riducendo la superficie esposta al sole ma allo stesso tempo evitando il rischio che si verifichino mutui ombreggiamenti.

La distanza tra gli inseguitori (solitamente denominata pitch) per il presente progetto è pari a 7,85 m, al fine di ottimizzare la produzione energetica a parità di consumo di suolo da una parte, e dall’altra di consentire il passaggio dei mezzi necessari per le operazioni di manutenzione e pulizia moduli.

Le schede di controllo effettueranno il monitoraggio dei principali parametri operativi degli inseguitori, tra cui posizione e velocità del vento, al fine di verificarne il corretto funzionamento e di posizionarli automaticamente in posizione di sicurezza in caso di velocità del vento particolarmente elevate per evitare eventuali danni alle strutture.

Sarà infine possibile posizionare in maniera automatica gli inseguitori ad una inclinazione idonea per consentirne l’ispezione ai fini di manutenzione nonché per effettuare il lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici.

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello delle strutture di sostegno sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva, sulla base delle condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità da parte dei produttori.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3 Cavi Bassa Tensione in Corrente Continua – Cavi di Stringa

I cavi in corrente continua sono necessari per collegare in serie tra loro un determinato numero di moduli fotovoltaici (detto stringa) e connettere questa serie all'inverter di stringa.

I moduli fotovoltaici di per sé stessi sono forniti già dotati di cavi CC e relativo connettore CC, ma di lunghezza tale da permettere il solo collegamento tra moduli fotovoltaici contigui (lunghezza cavi CC limitata). Sono invece oggetto del presente capitolo, i cavi di stringa, ovvero quelli che connettono la stringa all'inverter di stringa.

La sezione CC verrà esercita con un Sistema Isolato. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in Sistema Isolato:

- prevede entrambi i poli (Negativo e Positivo) NON connessi a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un controllore di isolamento, che garantisca il continuo monitoraggio del valore di resistenza tra i poli e terra; il cedimento dell'isolamento dovrà essere chiaramente rilevato in modo da permettere al gestore dell'impianto di effettuare i necessari interventi di manutenzione straordinaria alla ricerca del guasto;
- permette il funzionamento del sistema con il primo guasto a terra, a patto che il primo guasto sia chiaramente rilevato e che il secondo guasto determini l'intervento degli organi di protezione atti al sezionamento della parte di circuito sottoposta al doppio guasto.

Nello specifico si prevede l'utilizzo di cavi del tipo "solar energy" progettati appositamente per l'impiego in applicazioni fotovoltaiche con tensioni di esercizio in corrente continua fino a 1500 V, aventi le principali caratteristiche riportate in Tabella 2.

La tipologia di cavi selezionata presenta elevata vita utile, resistenza alla corrosione, abrasione ed agli agenti chimici, ottimo comportamento in caso di incendio (bassa emissione di fumi secondo IEC 61034 e bassa tossicità secondo EN 50305), compatibilità ambientale (conformità direttiva comunitaria RoHS).

Tabella 2: Principali Caratteristiche cavi BT in c.c. – Cavi di Stringa

Modello	H1Z2Z2
Conduttore	Rame stagnato, flessibile
Isolante	HEPR tipo G21
Guaina	Mescola elastomerica reticolata senza alogeni tipo M21
Temperatura di esercizio	-40°C ÷ +120°C
Tensione massima AC [V]	1200
Tensione massima DC [V]	1800
Sezione conduttore [mm²]	6
Portata corrente in aria [A]	70 (@60°C)

Si rimanda alla tavola "RNE21.PD.T.11.00 - Layout Dettagliato Cavidotti BT e CC" per maggiori dettagli sulla loro posizione.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.4 Inverter di Stringa

Per il presente progetto è previsto l'impiego di inverter multi-stringa Huawei SUN2000-215KTL-H0 (o equivalente).



Figura 4 - Inverter di stringa Huawei SUN2000-215KTL-H1

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questo inverter sono compatibili con quelli delle stringhe di moduli FV ad esso afferenti, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita (800V – 50 Hz) sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Tali inverter sono in grado di accettare in ingresso fino a 18 stringhe di moduli FV, e sono dotati di 9 MPPT indipendenti. Questa scelta progettuale consente di ridurre notevolmente le perdite per mismatch o disaccoppiamento e massimizzare la produzione energetica.

Gli inverter, aventi grado di protezione IP 66, saranno installati direttamente in campo in prossimità delle stringhe ad essi afferenti. Ciascun inverter sarà installato rivolto in direzione Nord e protetto da apposito chiosco, in maniera tale da proteggerlo dall'esposizione diretta ai raggi solari e dalle intemperie e di agevolare le operazioni di manutenzione.

L'uscita in corrente alternata di ciascun inverter sarà collegata, tramite cavidotto, al quadro in bassa tensione ubicato nella corrispondente cabina di trasformazione.

Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.1 Container Batteria – Sistema di accumulo

Il Sistema di Accumulo è l'insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa con la Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Per il presente impianto è stato previsto un sistema di accumulo con batterie al Litio, che è la tecnologia utilizzata più efficacemente per i sistemi di accumulo di energia elettrica, perché gli ioni di Litio hanno una densità di carica molto elevata, la più alta di tutti gli ioni che si sviluppano naturalmente. Gli ioni di Litio sono piccoli, mobili e rapidamente immagazzinabili permettendo alle batterie di essere tra le più compatte. Le batterie di Litio sono alloggiare all'interno di container per esterno.

Di seguito vengono descritti i componenti principali che costituiscono il container batteria selezionato per il presente impianto.

2.1.1 Container Batterie

All'interno dei confini dell'impianto è prevista complessivamente l'installazione di 8 container batterie a ioni di Litio, 2 per ogni lotto di impianto, ognuno con una capacità di 5,015 MWh.

Sono stati ipotizzati container batterie Sungrow modello ST5015kWh - 1250kW - 4h, di cui si riportano di seguito le principali caratteristiche:

Datasheet container batteria		
	UDM	
Dimensione	m	6.058x2.896x2.438
Peso	kg	42000
Grado di protezione		IP55
Modalità di controllo Temp.		Raffreddamento a liquido
Grado anti-corrosione		C3

I locali sono separati e isolati l'uno dall'altro per consentire una comoda manutenzione così da poter operare sulle parti guaste in modo isolato. Il design non walk-in garantisce una notevole riduzione di spazio consentendo una elevata integrazione e compattezza delle parti interne oltre che una semplicità nel trasporto, le dimensioni infatti sono in accordo allo standard di container da 20 ft.

L'installazione prefabbricata consente inoltre una facile installazione in loco e conseguente messa in servizio.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato dedicato "RNE21.PD.T.19.00 - Disegno Architettonico Container Batterie e PCS", di cui si riporta di seguito un estratto.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

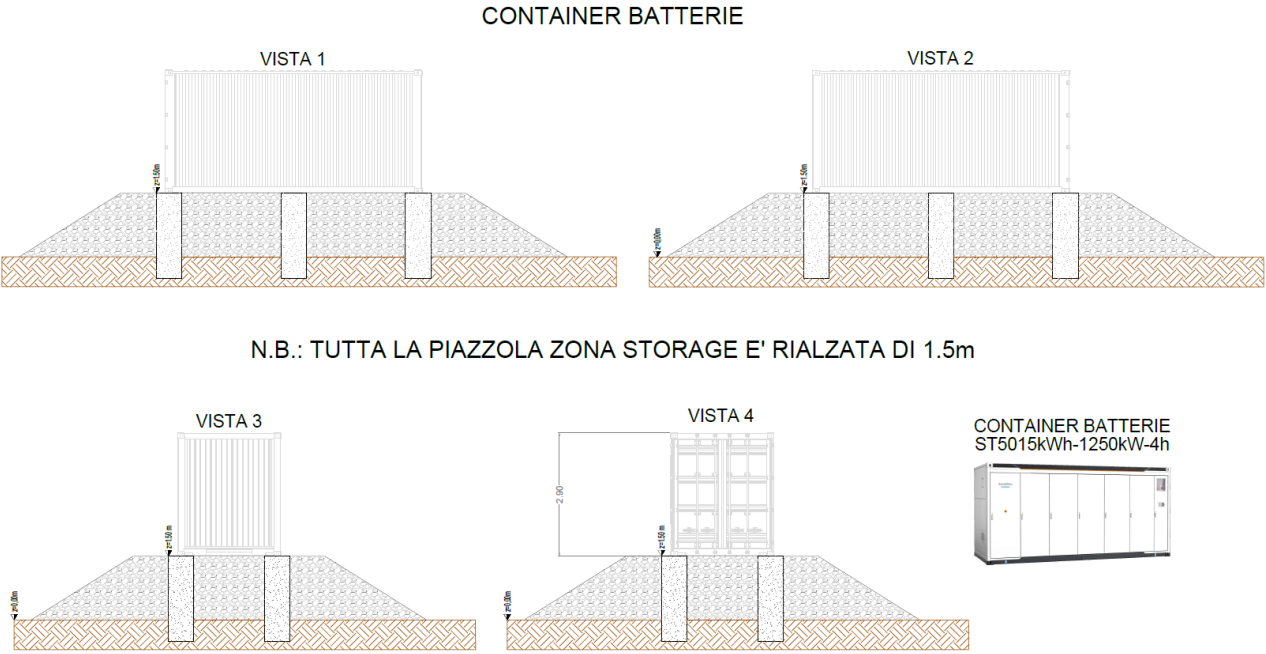


Figura 5: Container Batteria

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello del container batteria da installare sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all’esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità da parte dei produttori.

Le caratteristiche saranno comunque simili e comparabili a quelle del componente precedentemente descritto, in termini di tecnologia costruttiva, dimensioni e caratteristiche elettriche e non sarà superata la potenza di immissione totale dell’impianto.

Di seguito si riportano dei paragrafi di descrizione più approfondita del container batterie.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.1.1.1 Batterie

Sono previste batterie a ioni di Litio che è la tecnologia utilizzata più efficacemente per i sistemi di accumulo di energia, perché gli ioni di Litio hanno una densità di carica molto elevata, la più alta di tutti gli ioni che si sviluppano naturalmente. Gli ioni di Litio sono piccoli, mobili e rapidamente immagazzinabili permettendo alle batterie di essere tra le più compatte.

Il funzionamento della batteria è caratterizzato da:

- un intervallo di tensione (range) di funzionamento, che nel caso in esame corrisponde a 1123,4 V – 1497,6 V;
- un certo numero di cicli e velocità di ciclo di carica/scarica; si definisce un fattore in multipli di “C”. Nel presente caso il fattore di scarica è 0.25 C ovvero 4h di funzionamento;
- un intervallo di temperatura;
- le batterie sono particolarmente soggette a degrado se non vengono utilizzate, per cui si definisce anche una vita media del prodotto anche se il periodo passivo di stoccaggio è particolarmente lungo.

Il container di alloggiamento delle batterie dovrà quindi avere un sistema di isolamento termico e raffreddamento ottimo ed estremamente affidabile, ed un sistema di spegnimento incendi particolare, che rilevi immediatamente sovratemperature interne a spot e/o valori elettrici anomali ed estingua automaticamente ogni innesco di incendio.

Nel container batteria selezionato il controllo della temperatura avviene tramite raffreddamento con liquido refrigerante. Questa metodologia permette di avere una serie di vantaggi, di seguito indicati:

- Efficienza Termica: Il raffreddamento a liquido è molto più efficiente rispetto ai sistemi di raffreddamento ad aria. Permette di mantenere le batterie a temperature ottimali, migliorando le prestazioni e la durata.
- Controllo Dinamico: I sistemi intelligenti possono monitorare continuamente la temperatura e regolare il flusso del liquido di raffreddamento in base alle esigenze, garantendo una gestione ottimale della temperatura.
- Prevenzione del Surriscaldamento: Mantenendo le batterie a temperature controllate, si riduce il rischio di surriscaldamento, che può danneggiare le celle e ridurre la loro vita utile.
- Incremento delle Prestazioni: Temperature più basse possono tradursi in una maggiore efficienza energetica, permettendo alle batterie di operare a potenze più elevate senza compromettere la loro integrità.
- Versatilità: Questo tipo di sistema è particolarmente utile in applicazioni ad alta richiesta energetica, come nei sistemi di accumulo per energie rinnovabili o nelle installazioni industriali.

Le batterie vengono disposte in celle elementari contenute in un involucro di alluminio che ha caratteristiche eccellenti in particolare in merito alla conducibilità, sicurezza e dispersione termica verso l'esterno del calore generato dalla batteria stessa. Il fattore di scarica è 0,25C (4 ore).

Le varie celle elementari saranno raggruppate in moduli, in modo da creare un cassetto di dimensioni e meccanica adatta per essere alloggiato all'interno di un rack. Il sistema di alloggiamento e fissaggio è progettato per garantire una dispersione termica, già buona in ventilazione naturale e atta ad avere la massima efficienza con raffreddamento con liquido refrigerante.

I vari moduli verranno raggruppati ed alloggiati nei rack, che saranno in grado di contenere un numero definito di moduli. Ogni rack sarà equipaggiato con un cassetto switchgear. Nello switchgear di stringa

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

saranno presenti contatori DC, fusibili DC di protezione, sensori di tensione e corrente, BMS (Battery Management System) di stringa e le interfacce di potenza e comunicazione.

Il BMS è il sistema di monitoraggio dell'intero banco batterie, che svolge la funzione di monitoraggio, controllo e protezione delle batterie durante il loro funzionamento. Esso comunica con il sistema di controllo del BESS (EMS) al quale trasferisce le informazioni sul funzionamento della singola batteria, del singolo rack e del modulo batterie nel suo complesso, quali tensione, corrente e temperatura e valuta e calcola lo stato di carica (SOC) e lo stato di salute (SOH).

2.1.1.2 Inverter

All'interno di ogni container batterie è presente un inverter centralizzato da 1260 kVA (6 unità da 210 kVA) con tensione d'uscita pari a 690 V.

Gli inverter saranno posizionati in un locale separato e isolato dal locale batterie per consentire una comoda manutenzione così da poter operare sulle parti guaste.

Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Apparecchiature Corrente Alternata – Bassa e Alta Tensione

La configurazione Lato Corrente Alternata dell'impianto prevedere essenzialmente:

- nr. 88 inverter di stringa che ricevono una potenza una potenza nominale DC pari a 18'469,44 kWp (@STC) e la convertono in AC una potenza pari a 17'250,0 kVA (alcuni inverter verranno limitato durante il funzionamento al fine di garantire la potenza in immissione prevista nel preventivo di connessione)
- nr. 8 trasformatori MT/BT ubicati nelle cabine di trasformazione ubicate in campo, per una potenza complessiva nominale pari a 17'250,0 kVA;
- nr. 8 inverter centralizzati, ubicati nei container batteria, che ricevono una potenza nominale DC dalle batterie presenti;
- nr. 4 trasformatori MT/BT ubicati nelle cabine PCS, per una potenza complessiva nominale pari a 10'000,0 kVA.

3.1 Cabina di trasformazione (skid) – Impianto agrivoltaico

All'interno del campo fotovoltaico saranno ubicate 8 cabine di trasformazione, due per lotto di impianto, realizzate su strutture di tipo skid, principalmente costituite da:

- Trasformatore MT/BT;
- Quadro di media tensione;
- Quadro BT: quadro di parallelo inverter, quadro ausiliari, UPS.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in Corrente Alternata proveniente dagli inverter di stringa ubicati in campo e innalzarne il livello di tensione da BT a MT (da 800V a 15'000V).

Per ogni lotto di impianto saranno presenti cabine di due taglie differenti:

- 1 cabina da 2'000 kVA
- 1 cabina da 2'400 kVA;

Per un totale, considerando l'intero progetto, di 4 cabine da 2'000 kVA e 4 cabine da 2'400 kVA.

Le cabine saranno costituite da strutture prefabbricate containerizzate, con dimensioni di 6,06x2,44x3,0 m e saranno realizzate in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP54.

Il permesso di costruire verrà rilasciato durante la fase di Autorizzazione Unica, che ricade all'interno del procedimento PAUR.

Le cabine verranno installate su fondazioni in calcestruzzo armato gettate in opera, con il relativo progetto strutturale che verrà realizzato e depositato presso il Genio Civile competente in fase di progettazione esecutiva.

Le fondazioni di ciascuna cabina saranno costituite da plinti in CLS aventi profondità di circa 0,9 m rispetto al piano del suolo. All'interno di ciascuna fondazione sarà ubicata una vasca adeguatamente impermeabilizzata al fine di raccogliere l'eventuale sversamento dell'olio contenuto nei trasformatori MT/BT (evento la cui probabilità è ad ogni modo molto contenuta). Il volume della vasca sarà superiore al volume di olio minerale contenuto all'interno dei trasformatori stessi.

Le cabine di trasformazione, rispetto al piano di campagna, saranno rialzate in modo tale da non essere interessate da fenomeni alluvionali.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Le cabine sono inoltre dotate di opportuno sistema antincendio e, così come previsto dalla normativa vigente e dalla normativa in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro, su ogni cabina è posizionata apposita cartellonistica al fine di segnalare la presenza delle macchine elettriche oggetto della presente relazione.

Per maggiori dettagli sull’innalzamento delle cabine si rimanda all’elaborato grafico “RNE21.PD.T.19.00 - Disegno architettonico Cabina di Trasformazione MT-BT”, di cui si riporta di seguito un estratto.

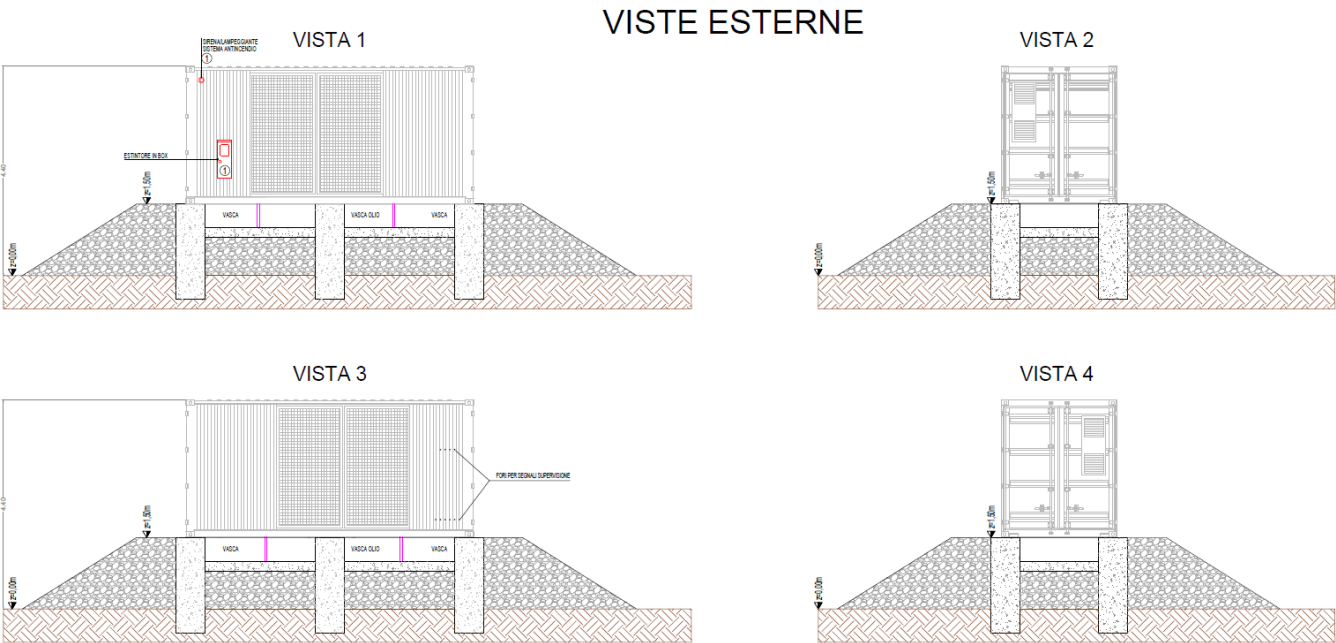


Figura 6: Immagine esemplificativa della cabina di trasformazione BT/MT

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.1.1 Trasformatore BT/MT

All'interno di ciascuna cabina sarà ubicato un trasformatore elevatore BT/MT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio.

Le principali caratteristiche delle macchine selezionate sono riportate in Tabella 3. Per il progetto in questione sono state scelte due tipologie di trasformatore con potenza nominale rispettivamente di 2'000 kVA e 2'500 kVA e rapporto di trasformazione pari a 15'000/800V.

Tabella 3: Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

Caratteristiche costruttive	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
Potenza	2'000 kVA	2'500 kVA
Gruppo vettoriale	Dy11	Dy11
Tensione primario - V_1	15'000 V	15'000 V
Tensione secondario - V_2	800 V	800 V
Frequenza nominale	50 Hz	50 Hz
V_{cc}	7%	7%
Perdite nel ferro	According Ecodesign Tier 2	According Ecodesign Tier 2
Perdite nel rame	According Ecodesign Tier 2	According Ecodesign Tier 2
Dimensioni	2,15 x 1,4 x 2,2 [m]	2,1 x 1,5 x 2 [m]
Peso – con olio	4,8t	5,8t
Peso – senza olio	3,9t	4,8t

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo naturale FR3, quindi caratterizzato da un minor impatto ambientale rispetto al più "tradizionale" olio minerale in quanto realizzato interamente con oli vegetali biodegradabili e con punto di fuoco molto più alto. Sono previsti non più di 1'800 litri di olio per ogni macchina.

In Figura 7 è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato all'interno di ciascuna cabina.



Figura 7: Trasformatore in olio BT/MT

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.1.1 Quadro MT

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

24kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l'Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto da tre unità:

- nr. 2 per l'attestazione dei cavi di MT sia lato rete che lato campo (n.1 per le cabine terminali di ciascuna linea radiale);
- nr.1 per la protezione trasformatore MT/BT, con un relè di protezione dedicato per le protezioni:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente omopolare per la rimozione dei guasti monofase a terra (51N).

1.1.2 Quadro BT

Nella sezione in bassa tensione di ciascuna cabina di trasformazione sarà ubicato un quadro di parallelo (QPCA - 1000V – 2500A – 35kA) per la connessione in parallelo degli inverter di stringa. Ciascun QPCA sarà in grado di ricevere in ingresso fino a dodici (12) inverter e sarà dotato di:

- interruttore di tipo scatolato (4Px2500A) motorizzato con funzione di protezione da sovracorrenti e sezionamento;
- Misuratore dell'energia generata;
- Scaricatore (classe 1+2) per protezione da sovratensioni;
- Relè di controllo della resistenza di isolamento (il sistema di distribuzione è IT);
- Dispositivo di generatore FV: n°12 interruttori manuali (3Px250A), ovvero un interruttore per ogni inverter.

L'uscita dal QPCA sarà quindi collegata al circuito secondario del trasformatore BT/MT.

1.1.3 Quadro BT Sezione Ausiliari

La sezione ausiliari sarà costituita da due quadri in bassa tensione contenenti:

- Quadro di alimentazione sezione ausiliari;
- Trasformatori BT/BT (isolato in resina) di potenza nominale pari a 30 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- Un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione dei carichi della cabina di trasformazione, suddivisi in
 - Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
 - Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali.
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 2h@ 200 VA).

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.2 Sistema di accumulo - PCS

All'interno del campo fotovoltaico saranno ubicate 4 cabine PCS, una per lotto, realizzate su strutture di tipo skid, principalmente costituite da:

- Trasformatore MT/BT;
- Quadro MT;
- Quadro BT: quadro di parallelo inverter, quadro ausiliari, UPS.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in Corrente Alternata proveniente dai container batteria e innalzarne il livello di tensione da BT a MT (da 690V a 15'000V).

Le cabine saranno costituite da strutture prefabbricate containerizzate, con dimensioni di 6,06x2,44x3,0 m e saranno realizzate in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP54.

Il permesso di costruire verrà rilasciato durante la fase di Autorizzazione Unica, che ricade all'interno del procedimento PAUR.

Le cabine verranno installate su fondazioni in calcestruzzo armato gettate in opera, con il relativo progetto strutturale che sarà depositato presso il Genio Civile competente.

Le cabine sono inoltre dotate di opportuno sistema antincendio e, così come previsto dalla normativa vigente e dalla normativa in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro, su ogni cabina è posizionata apposita cartellonistica al fine di segnalare la presenza delle macchine elettriche oggetto della presente relazione.

Per maggiori dettagli sull'innalzamento delle cabine si rimanda all'elaborato grafico "RNE22.PD.T.21.00 - Disegno architettonico container batterie e PCS" di cui se ne riporta di seguito uno stralcio.

CONTAINER PCS

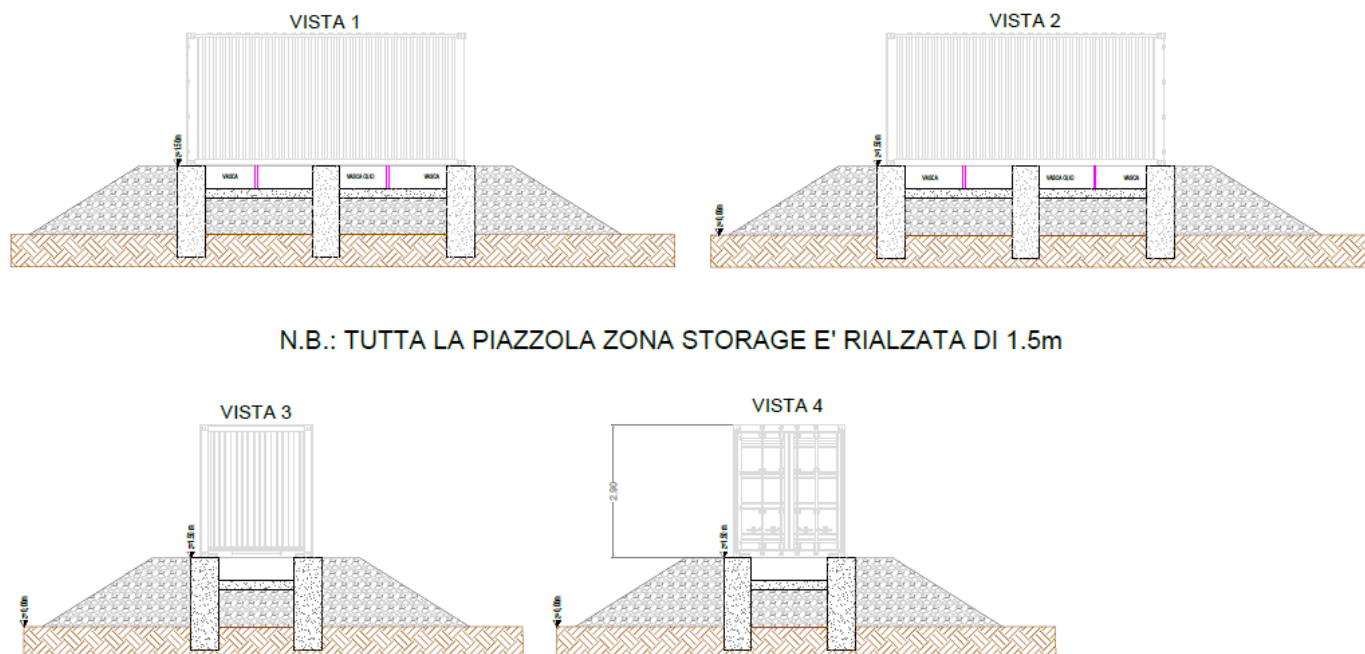


Figura 8: PCS

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.2.1 Trasformatore BT/MT

All'interno di ciascuna cabina sarà ubicato un trasformatore elevatore BT/MT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio.

Per il progetto in questione è stata scelta una sola tipologia di trasformatore con potenza nominale di 2'500 kVA e rapporto di trasformazione pari a 15'000/800V.

Tabella 4: Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

Caratteristiche costruttive	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
Potenza	2'500 kVA
Gruppo vettoriale	Dy11
Tensione primario - V_1	15'000 V
Tensione secondario - V_2	690 V
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	7%
Perdite nel ferro	According Ecodesign Tier 2
Perdite nel rame	According Ecodesign Tier 2
Dimensioni	2,1 x 1,5 x 2 [m]
Peso – con olio	5,8t
Peso – senza olio	4,8t

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo naturale FR3, quindi caratterizzato da un minor impatto ambientale rispetto al più "tradizionale" olio minerale in quanto realizzato interamente con oli vegetali biodegradabili e con punto di fuoco molto più alto. Sono previsti non più di 1'800 litri di olio per ogni macchina.

3.2.2 Quadro MT

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

24kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l'Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto da tre unità:

- nr. 1 per l'attestazione dei cavi di MT;
- nr.1 per la protezione trasformatore MT/BT, con un relè di protezione dedicato per le protezioni:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente omopolare per la rimozione dei guasti monofase a terra (51N).

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.2.3 Quadro BT Sezione Ausiliari

La sezione ausiliari sarà costituita da due quadri in bassa tensione contenenti:

- Quadro di alimentazione sezione ausiliari;
- Trasformatori BT/BT (isolato in resina) di potenza nominale pari a 50 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- Un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione dei carichi della cabina di trasformazione, suddivisi in
 - Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
 - Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali.
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 2h@ 200 VA).

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3 Cavi in Bassa Tensione in Corrente Alternata

I cavi in corrente alternata sono necessari per collegare in parallelo gli inverter di stringa ubicati in campo sul Quadro Parallelo Corrente Alternata (di seguito QPCA) e per collegare gli inverter centralizzati con il trasformatore dei PCS.

La sezione CA lato generatore verrà esercita con un Sistema Trifase Isolato 3F+PE, a tutti gli effetti un sistema IT. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in IT:

- prevede tutte e tre le fasi (R-S-T) NON connesse a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un controllore di isolamento, che garantisca il continuo monitoraggio del valore di resistenza tra i poli e terra; il cedimento dell'isolamento dovrà essere chiaramente rilevato in modo da permettere al gestore dell'impianto di effettuare i necessari interventi di manutenzione straordinaria alla ricerca del guasto;
- permette il funzionamento del sistema con il primo guasto a terra, a patto che il primo guasto sia chiaramente rilevato e che il secondo guasto determini l'intervento degli organi di protezione atti al sezionamento della parte di circuito sottoposta al doppio guasto.

Per la realizzazione della rete di distribuzione in corrente alternata, ovvero per il collegamento elettrico in BT degli inverter di stringa al quadro di parallelo (QPCA), posizionato all'interno della cabina di trasformazione, si prevede l'utilizzo di cavi di tipo ARG16R16, le cui principali caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

Modello	ARG16R16
Conduttore	Corda compatta a fili di alluminio (CEI 20-29, classe 2)
Isolante	HEPR
Guaina	Mescola termoplastica tipo R16
Temperatura di esercizio	0 – 90°C
Tensione massima AC	1200 V
Tensione massima DC	1800 V
Sezione conduttore	300 mm ²
Portata corrente	Interrato in tubo: 400 A
	In aria: 392 A
	Direttamente interrato: 454 A

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4 Cavi in Media Tensione in Corrente Alternata

I cavi in Media Tensione sono necessari per collegare:

- in parallelo le varie cabine di trasformazione sparse per il Campo agrivoltaico con la cabina di raccolta;
- I PCS con la cabina di raccolta;
- La cabina di raccolta con le cabine di consegna di ciascun campo;
- Le cabine di consegna con la cabina primaria di Cento.

La media tensione verrà esercita con un sistema trifase isolato 3F, a tutti gli effetti un sistema IT. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in IT:

- prevede tutte e tre le fasi (U-V-W) NON connesse a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un coordinamento tra le protezioni di fase e di neutro, in modo che il cavo risulti sempre protetto.

È stata scelta una tipologia di cavo in funzione del tipo di collegamento da effettuare:

- cavo tipo ARPE4H5EX per i collegamenti di distribuzione radiali di campo fino alla cabina di consegna;
- cavo tipo ARP1H5(AR)EX per il collegamento tra le cabine di consegna e la cabina primaria.

La configurazione prevista sarà in funzione del numero di cabine del quale è necessaria trasportare l'energia e della lunghezza dei collegamenti. Saranno previste le seguenti configurazioni per i cavi di che collegano le cabine di campo alle cabine utente:

- Collegamento 1 cabina di trasformazione alla cabina di raccolta → 3// (1x95) mm²
- Collegamento 2 cabine di trasformazione alla cabina di raccolta → 3// (1x240) mm²
- Collegamento 2 cabine di trasformazione alla cabina di raccolta → 3// (1x400) mm²
- Collegamento PCS alla cabina di raccolta → 3// (1x240) mm²
- Collegamento cabina di raccolta alla cabina utente → 3// (1x240) mm²

Relativamente agli elettrodotti di collegamento tra le cabine di consegna e la Cabina Primaria di Cento, così come prescritto dal Gestore della Rete E-Distribuzione, si utilizzeranno cavi in configurazione 3//(1x240) mm². Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche del cavo selezionato per i collegamenti utente:

Tabella 5: Principali Caratteristiche cavi MT

Modello	ARPE4H5EX
Conduttore	Corda compatta a fili di alluminio (CEI 20-29, classe 2)
Isolante	HPTE (elastomero termoplastico)
Guaina	Polietilene
Temperatura di esercizio	-25°C – 110°C
Tensione nominale U_o/U (Um)	12/20 (24) kV
Sezione conduttore	95 / 240 / 400
Portata corrente [A]	95 mm ² : 217 A 240 mm ² : 363 A 400 mm ² : 470 A

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.5 Altri cavi

Di seguito l'indicazione delle caratteristiche degli altri cavi previsti all'interno dell'impianto agrivoltaico.

3.5.1 Cavi nella Cabina di Trasformazione MT/BT e nei PCS

La cabina di trasformazione MT/BT è quell'insieme di componenti atti a rendere disponibile l'energia prodotta da un certo numero di inverter in Media Tensione. I componenti principali sono:

- QPCA (Quadro Paralelo Corrente Alternata), ovvero il quadro che raccoglie i cavi in bassa tensione corrente alternata provenienti dagli inverter di stringa ubicati in campo;
- Trasformatore MT/BT, ovvero la macchina elettromeccanica che trasforma l'energia resa disponibile da Bassa a Media Tensione;
- QMT (Quadro Media Tensione), ovvero il quadro che rende disponibile i cavi MT per la distribuzione MT.

Sono previste 8 cabine di trasformazione.

Il PCS invece è quell'insieme di componenti atti a rendere disponibile l'energia prodotta dall'inverter centralizzato in Media Tensione. I componenti principali sono:

- Trasformatore MT/BT, ovvero la macchina elettromeccanica che trasforma l'energia resa disponibile da Bassa a Media Tensione;
- QMT (Quadro Media Tensione), ovvero il quadro che rende disponibile i cavi MT per la distribuzione MT.

Sono previste 4 cabine PCS.

La fornitura ed il dimensionamento dei cavi elettrici all'interno di ogni cabina sono da considerarsi come inclusi nella fornitura della cabina di trasformazione.

3.5.2 Cavi Alimentazione Trackers

I cavi di alimentazione trackers sono cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare i motori presenti sulle strutture, responsabili del movimento delle strutture attorno all'asse Nord-Sud, in modo che i moduli fotovoltaici ad essa fissati, siano sottoposti al massimo irraggiamento lungo tutto il movimento giornaliero del sole.

Questi cavi sono alloggiati sia sulle strutture che interrati. Si utilizzerà un cavo per energia, isolato con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivo e con una miscela che lo renda installabile ad aria aperta.

3.5.3 Cavi di sicurezza e sorveglianza

Il sistema di sicurezza e videosorveglianza utilizza:

- Telecamere per vigilare l'area della recinzione (motion detection con illuminazione IR notturna);
- Telecamere tipo DOME nei punti strategici ed in corrispondenza delle cabine di trasformazione;
- Sistema di illuminazione da utilizzare come deterrente (nel caso il motion detection rilevi un'intrusione, l'illuminazione relativa a quella zona viene attivata).

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.5.4 Cavi Dati

I cavi dati sono i cavi di trasmissione di tutti i dati dei vari sistemi.

Le tipologie di cavo possono essere di due tipi:

- cavo RS485 per tratte di cavo di lunghezza limitata (tipicamente <100m);
- cavo in fibra ottica, per tratti di cavo più lunghi.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4 Altri Componenti

4.1 Impianto di Terra

L’impianto di terra di un impianto di generazione agrivoltaico si sviluppa lungo un’area particolarmente estesa e quindi esistono regole precise da seguire per realizzare un’unica rete equipotenziale con la struttura FV, estesa alle cabine di trasformazione, al sistema di accumulo, alla cabina di raccolta e alle cabine di consegna MT.

L’impianto di terra deve essere dimensionato in modo da essere capace di disperdere le correnti di guasto che potrebbero circolare a seguito di un guasto elettrico verso terra.

L’impianto di terra è fondamentalmente costituito da:

- una rete equipotenziale, ovvero un sistema di componenti che vengono collegati tra di loro mediante opportuni conduttori;
- collettori, ovvero dei punti di raccolta delle varie reti equipotenziali;
- dispersori, ovvero un insieme di elementi che saranno fisicamente installati nel terreno e collegati tra di loro tramite la rete equipotenziale/collettori.

Di seguito una rappresentazione dell’impianto di terra del progetto in questione:



Figura 9: Rete equipotenziale impianto agrivoltaico

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.1.1 Struttura di Sostegno Moduli FV

La struttura di sostegno dei moduli FV costituisce un elemento essenziale di rete equipotenziale. È una struttura metallica per cui di per sé ogni palo della struttura di sostegno è equiparabile in linea di massima ad un dispersore di terra. È chiaro che il palo metallico che entra nel terreno è un pessimo dispersore se preso singolarmente, ma visto il numero assolutamente imponente di pali e, noto che la resistenza equivalente delle resistenze collegate in parallelo è inferiore alla resistenza minore delle due, la struttura di sostegno è un ottimo dispersore equivalente verso terra.

Sarà necessario che:

- tutte le strutture metalliche di una stessa fila siano collegate tra di loro;
- tutte le strutture metalliche di differenti file siano collegate tra loro.

Il collegamento tra diverse strutture avverrà:

- su elementi di strutture di una stessa fila, tramite un cavo Giallo-Verde tipo G7 da $1 \times 16 \text{ mm}^2$ – 2x poiché dovranno essere garantiti collegamenti ridondanti con percorsi differenti.
- su elementi di strutture di diverse fila, tramite una bandella in acciaio zincato 50x6mm.

4.1.2 Moduli FV

I moduli FV saranno collegati alla rete equipotenziale della struttura di sostegno tramite il contatto diretto tra la cornice del modulo stesso e la struttura sulla quale è fissato.

4.1.3 Inverter di stringa

Gli inverter di stringa sono installati su strutture metalliche e saranno collegati alla rete equipotenziale del campo tramite un cavo Giallo-Verde tipo FS17 da $1 \times 50 \text{ mm}^2$.

4.1.4 Cabine Elettriche

Le cabine elettriche sono fondamentalmente le cabine di trasformazione, la cabina di raccolta, i container batterie e i PCS.

4.1.4.1 Cabina di Trasformazione

Le cabine elettriche hanno in ingresso i cavi in corrente alternata provenienti dagli inverter di stringa, e sono in grado di trasformare l'energia elettrica, mediante l'impiego di trasformatori MT/BT, da corrente alternata in Bassa Tensione (800V) a corrente alternata in Media Tensione (15'000V). All'interno della cabina sarà distribuito il sistema di Bassa Tensione per l'alimentazione dei circuiti ausiliari (400V/230V).

I vari sistemi elettrici avranno un unico sistema equipotenziale che raggrupperà i vari livelli in un apposito collettore di terra che verrà collegato con sistema di dispersione.

La cabina elettrica è fornita direttamente dal costruttore con i collegamenti equipotenziali tutti opportunamente dimensionati, sotto la responsabilità del costruttore stesso.

Le cabine di trasformazione saranno circondate da un singolo anello costituito da tondo in acciaio zincato a caldo avente sezione 35 mm^2 e da 6 dispersori in acciaio zincato DR1015 che, opportunamente collegata alla rete equipotenziale in due punti distinti, garantirà la sicurezza dell'operatore considerando le protezioni differenziali a 30mA, per la sezione in Bassa Tensione (sistema TN).

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

IMPIANTO DI TERRA

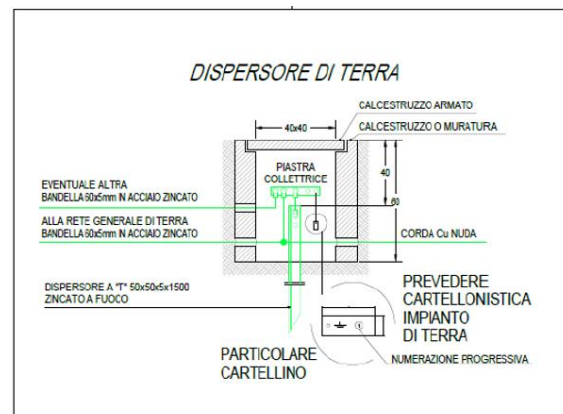
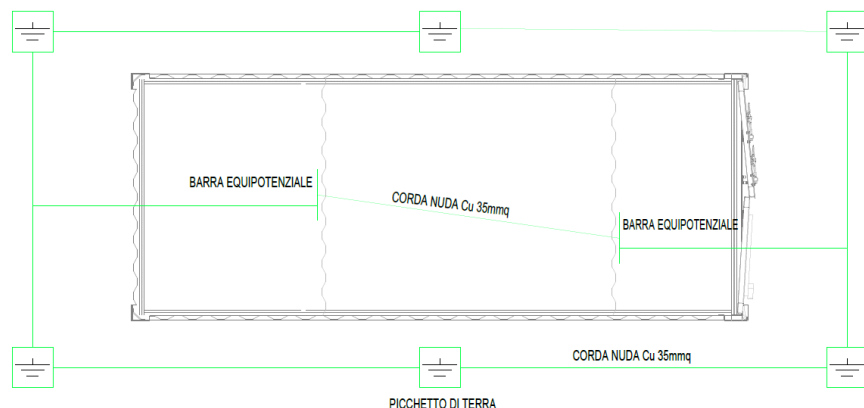


Figura 10: Impianto di Terra cabina di trasformazione

4.1.4.2 Cabina di raccolta

La cabina di raccolta ha in ingresso 8 cavi in Media Tensione (15'000V) provenienti dal campo FV e dal sistema di accumulo e ha in uscita quattro cavi in Media Tensione che veicoleranno l'energia prodotta verso le cabine di consegna.

Il sistema equipotenziale della cabina di raccolta sarà costituito da una corda nuda in rame avente sezione 35mm^2 e da 8 dispersori in acciaio zincato DR1015.

IMPIANTO DI TERRA

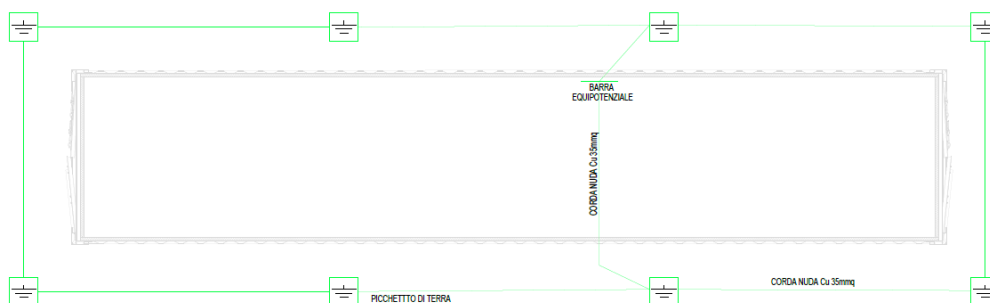


Figura 11: Dettagli impianto di terra cabina di raccolta

I vari sistemi equipotenziali interni alla cabina di smistamento dovranno convergere al collettore principale, interno alla cabina.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.1.4.3 Container Batteria

I vari sistemi elettrici, presenti nel container batteria, avranno un unico sistema equipotenziale che raggrupperà i vari livelli in un apposito collettore di terra che verrà collegato con sistema di dispersione.

La cabina è fornita direttamente dal costruttore con i collegamenti equipotenziali tutti opportunamente dimensionati, sotto la responsabilità del costruttore stesso.

I container batteria saranno circondati da un singolo anello costituito da tondo in acciaio zincato a caldo avente sezione 35 mm^2 e da 6 dispersori in acciaio zincato DR1015 che saranno opportunamente collegati alla barra equipotenziale della cabina, garantendo la sicurezza dell'operatore.

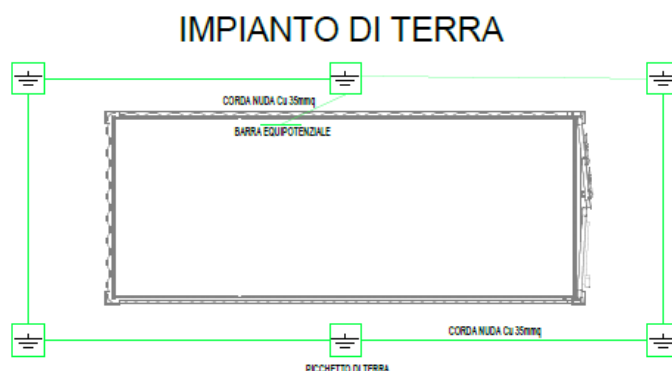


Figura 12: Dettagli impianto di terra container batteria

I vari sistemi equipotenziali interni alla cabina di smistamento dovranno convergere al collettore principale, interno alla cabina.

4.1.4.4 PCS

Le cabine PCS hanno in ingresso i cavi in corrente alternata provenienti dagli inverter centralizzati ubicati nei container batteria, e sono in grado di trasformare l'energia elettrica, mediante l'impiego di trasformatori MT/BT, da corrente alternata in Bassa Tensione (690V) a corrente alternata in Media Tensione (15'000V). All'interno della cabina sarà distribuito il sistema di Bassa Tensione per l'alimentazione dei circuiti ausiliari (400V/230V).

I vari sistemi elettrici avranno un unico sistema equipotenziale che raggrupperà i vari livelli in un apposito collettore di terra che verrà collegato con sistema di dispersione.

La cabina è fornita direttamente dal costruttore con i collegamenti equipotenziali tutti opportunamente dimensionati, sotto la responsabilità del costruttore stesso.

Le cabine PCS saranno circondate da un singolo anello costituito da tondo in acciaio zincato a caldo avente diametro 10 e sezione 35 mm^2 e da 6 dispersori in acciaio zincato DR1015 che saranno opportunamente collegati alla barra equipotenziale della cabina, garantendo la sicurezza dell'operatore.

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

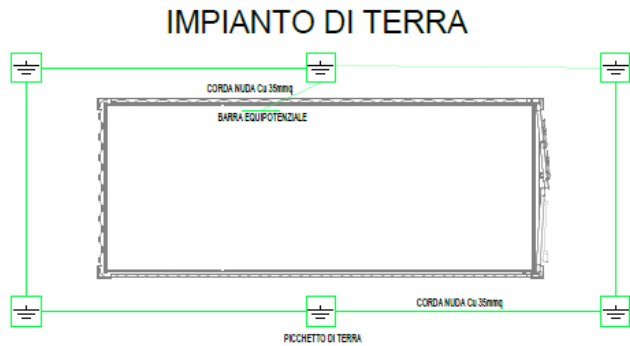


Figura 13: Impianto di Terra cabina PCS

4.1.4.5 Cabine di Consegna e cabina utente

Le cabine di consegna e le cabine utenti hanno in ingresso i cavi in Media Tensione (15'000V) dalla distribuzione interna del campo ed in uscita la connessione con il sistema RTN nazionale – gestito da e-Distribuzione.

Il sistema equipotenziale delle cabine sarà costituito da una corda nuda in rame avente sezione 35mm², posizionata ad 1m dalla sagoma della cabina, e caratterizzata da 6 dispersori in acciaio zincato DR1015. Uno di questi dispersori sarà posizionato all’interno di un pozzetto ispezionabile con collettore di terra per opportune verifiche e misure.

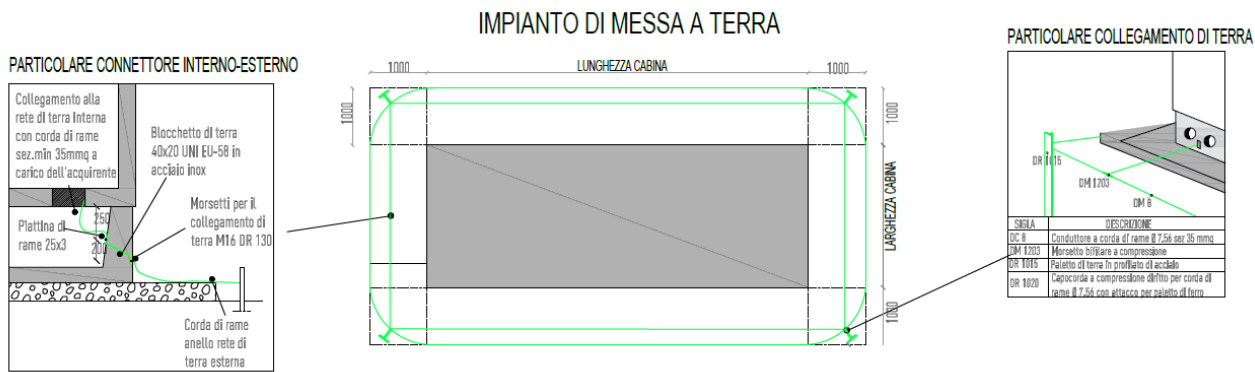


Figura 14 - Dettagli impianto di terra cabina di consegna

I vari sistemi equipotenziali interni alla cabina di consegna dovranno convergere al collettore principale, interno alla cabina.

4.1.5 Cavidotto interni al campo

Cavidotti: tutti i cavidotti avranno un cavo/sbarretta che correrà lungo tutto il cavidotto e che dovrà essere di sezione opportune (almeno 40mmq); questi cavi/sbarrette saranno opportunamente collegati agli altri sistemi di terra.

4.1.6 Recinzioni e Pali TVCC

Ogni palo del sistema TVCC sarà alimentato da un cavo elettrico che porterà anche la terra, per cui basterà assicurarsi le varie parti metalliche siano una massa equipotenziale, mediante collegamenti con cavo Giallo-

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Verde isolato, resistente ai raggi UV, di sezione pari a $2 \times (1 \times 6) \text{ mm}^2$ - $2 \times$ poiché dovranno essere garantiti collegamenti ridondanti con percorsi differenti.

In caso di utilizzo di cavi ed apparecchiature a bordo palo in classe II, la messa a terra non sarà obbligatoria (CEI 64-8).

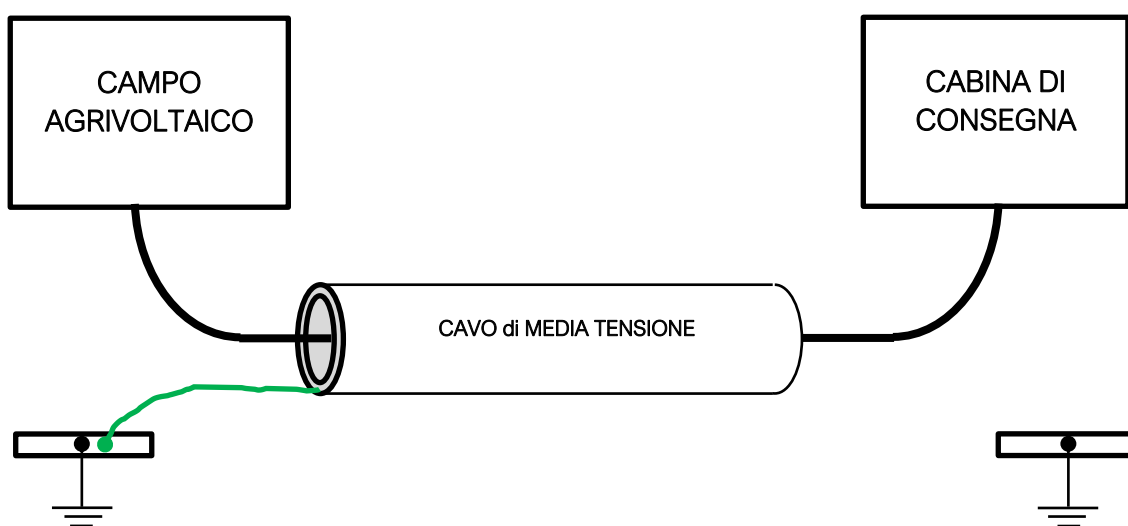
Il cancello ed i pali delle recinzioni in corrispondenza del cancello sono già un sistema di terra: bisognerà garantire l'equipotenzialità tra questi elementi, mediante l'utilizzo del tondino di acciaio della stessa tipologia adottata nel cavidotto o il cavo isolato giallo-verde da 6 mm^2 .

Non sarà necessario collegare la restante parte della recinzione, poiché ogni palo sarà distante più di 2m dall'equipotenziale e costituirà di fatto un sistema di terra parziale.

4.1.7 Cavidotto Utente Esterno al campo

Se per l'impianto di terra del campo agri-FV, la rete equipotenziale è unica, dal punto di vista elettrico, la cabina di raccolta è collegata alle cabine utente e alle cabine di consegna mediante quattro elettrodotti in Media Tensione. Questo collegamento non deve comportare un'interazione diretta (by pass) tra punti equipotenziali fisicamente distanti, così da evitare possibili dispersioni indesiderate.

Al fine di evitare questa interazione, sarà necessario connettere lo schermo all'equipotenziale di terra che è lo schermo metallico dei cavi di Media Tensione, in una sola delle estremità, ed in particolare quella di arrivo (più lontana dalla cabina di consegna), mentre la seconda estremità deve rimanere isolata, lasciandola all'interno della guaina del cavo totale, come ben schematizzato in verde nella figura sottostante;



Connessione schermo cavo Media Tensione (verde) tra Campo agrivoltaico e Cabina di Consegna

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

5 Datasheet Modulo Agrivoltaico

Hi-MO 9 Preliminary

LR7-72HYD
625~660M

- Products for utility with optimal power generation through the entire lifecycle
- Performance Improvement leads to a more than 6.5% power generation gain
- TaiRay wafer & BC technology enhances high product reliability
- Smart manufacturing & LONGI product lifecycle standards deliver exceptional product quality

12 12-year Warranty for Materials and Processing

30 30-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730
ISO9001:2015: ISO Quality Management System
ISO14001: 2015: ISO Environment Management System
ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety
IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval



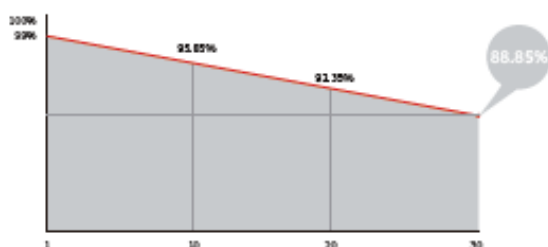
00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Hi-MO 9

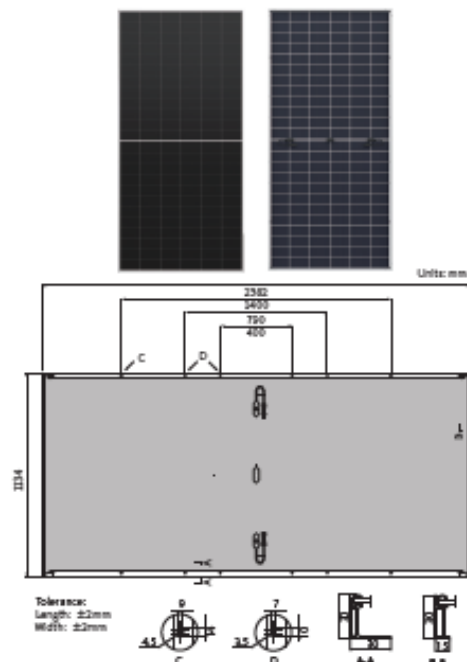
Preliminary

LR7-72HYD 625~660M**24.4%**
MAX MODULE
EFFICIENCY**0~3%**
POWER
TOLERANCE**<1%**
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION**0.35%**
YEAR 2-30
POWER DEGRADATION**BC-CELL**
LOWER OPERATING
TEMPERATURE**Additional Value**

30-Year Power Warranty

**Mechanical Parameters**

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0+2.0mm semi-tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	33.5kg
Dimension	2382×1134×30mm
Packaging	36pcs per pallet/ 144pcs per 20' GP / 720pcs per 40' HC

**Electrical Characteristics**

	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C				NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±3%			
Module Type	LR7-72HYD-625M	LR7-72HYD-630M	LR7-72HYD-635M	LR7-72HYD-640M	LR7-72HYD-645M	LR7-72HYD-650M	LR7-72HYD-655M	LR7-72HYD-660M				
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	625	475.8	630	479.6	635	483.4	640	487.2	645	491.0	650	494.8
Open Circuit Voltage (Voc/V)	53.30	50.65	53.40	50.75	53.50	50.84	53.60	50.94	53.70	51.03	53.80	51.13
Short Circuit Current (Isc/A)	14.85	11.93	14.93	12.00	15.01	12.06	15.09	12.12	15.17	12.18	15.25	12.25
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	44.16	41.97	44.26	42.06	44.36	42.16	44.46	42.25	44.56	42.35	44.65	42.43
Current at Maximum Power (Imp/A)	14.16	11.35	14.24	11.42	14.32	11.48	14.40	11.54	14.48	11.61	14.56	11.67
Module Efficiency(%)	23.1		23.3		23.5		23.7		23.9		24.1	

Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 645W front)

Pmax/W	Voc/V	Isc/A	Vmp/V	Imp/A	Pmax gain
677	53.70	15.93	44.56	15.20	5%
710	53.70	16.69	44.56	15.93	10%
744	53.80	17.45	44.66	16.65	15%
776	53.80	18.20	44.66	17.38	20%
808	53.80	18.96	44.66	18.10	25%

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Bifaciality	70±5%
Fire Rating	UL type 29 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.200%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.260%/°C

LONGI

Web: www.longi.com

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
LONGI reserves the right of final interpretation. (20240525V01)

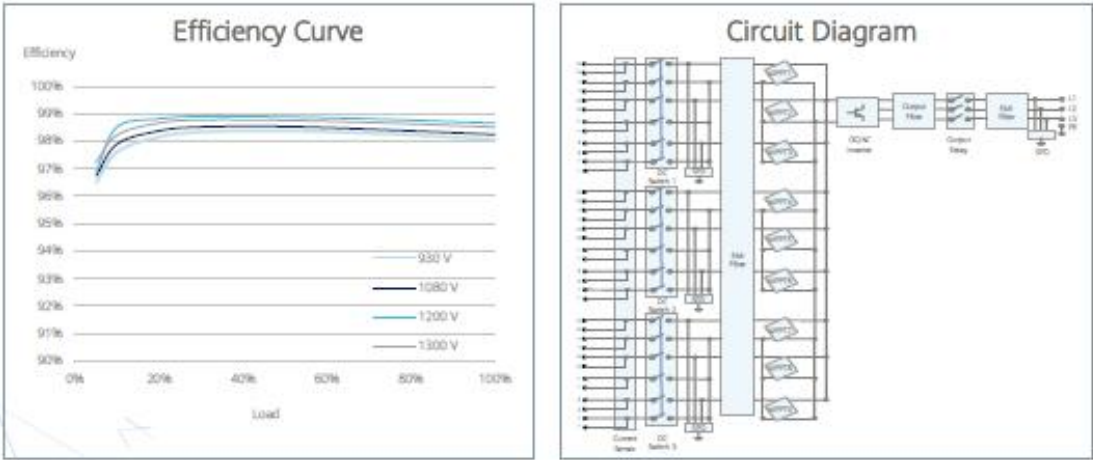
00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

6 Datasheet Inverter

SUN2000-215KTL-H0
Smart String Inverter



- 9
MPP Trackers
- Max. Efficiency
≥99.0%
- Smart String-Level
Disconnecter
- Smart I-V Curve
Diagnosis Supported
- MBUS
Supported
- Fuse Free
Design
- Surge Arresters for
DC & AC
- IP66
Protection



SOLAR.HUAWEI.COM

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

SUN2000-215KTL-H0
Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.80%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

SOLAR.HUAWEI.COM

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

7 Datasheet Cavi BT Corrente Continua

Bassa Tensione Low Voltage	H1Z2Z2-K	Fotovoltaico Photovoltaic
CPR (UE) n° 305/11 E_{ca}	Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014	DoP n° 1036/17
EN 50618 CEI EN 60332-1-2 CEI EN 50525 CEI EN 50289-4-17 A CEI EN 50396 2014/35/UE 2011/65/CE CA01.00546	Costruzione e requisiti/Construction and specifications Propagazione fiamma/Flame propagation Emissione gas/Gas emission Resistenza raggi UV/UV resistance test Resistenza ozono/Ozone resistance Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive Direttiva RoHS/RoHS Directive Certificato IMQ/IMQ Certificate	
		  

DESCRIZIONE

Cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con miscela elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

Conduttore

Corda flessibile di rame stagnato, classe 5

Isolante

Miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Guaina esterna

Miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618

Colore anse

Nero

Colore guaina

Blu, rosso, nero

Marchatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI IEMMEGU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV
(sez) (anno) (m) (tracciabilità)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -40°C

Temperatura minima di posa: -40°C

Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari.
Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato e per essere utilizzati con apparecchiature di classe II.

DESCRIPTION

Flexible single-core cable for connection in photovoltaic installations. Insulation and sheath made of elastomeric compound, halogen free and flame retardant.

Conductor

Tinned copper flexible wire, class 5

Insulation

Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Outer sheath

Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality

Cores colour

Black

Sheath colour

Blue, red or black

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI IEMMEGU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV
(section) (year) (m) (traceability)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Maximum voltage U₀/U: 1800 V d.c. - 1200 V a.c.

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -40°C

Minimum installation temperature: -40°C

Maximum short circuit temperature: 250°C

Maximum tensile stress: 15 N/mm²

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

Use and installation

For interconnection of photovoltaic elements. Suitable for fixed installation indoor and outdoor, in pipes exposed or embedded or in similar closed systems.
Suitable for laying directly underground or in pipe underground and to be used for class II equipment.

Revisione 01/2020



00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Bassa Tensione
Low Voltage

H1Z2Z2-K

Fotovoltaico
Photovoltaic

Formazione	Ø Indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø Indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente in aria libera Current rating free in air	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	Singolo cavo Single cable 60°C	2 cavi adiacenti 2 adjacent cables 60°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
1 x 1,5	1,5	0,7	0,8	4,7	34	13,7	30	24
1 x 2,5	2,1	0,7	0,8	5,2	47	8,21	40	33
1 x 4	2,5	0,7	0,8	5,8	58	5,09	55	44
1 x 6	3,0	0,7	0,8	6,5	80	3,39	70	70
1 x 10	4,0	0,7	0,8	7,9	127	1,95	95	95
1 x 16	5,0	0,7	0,9	8,8	180	1,24	130	107
1 x 25	6,2	0,9	1,0	10,6	270	0,795	180	142
1 x 35	7,6	0,9	1,1	12,0	360	0,565	220	176
1 x 50	8,9	1,0	1,2	14,1	515	0,393	280	221
1 x 70	10,5	1,1	1,2	15,9	720	0,277	350	278
1 x 95	12,5	1,1	1,3	17,7	915	0,210	410	333
1 x 120	13,7	1,2	1,3	19,8	1160	0,164	480	390
1 x 150	16,1	1,4	1,4	21,7	1460	0,132	566	453
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,1	1780	0,108	644	515
1 x 240	19,9	1,7	1,7	26,7	2310	0,082	775	620



00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

8 Datasheet Cavi BT Corrente Alternata

Bassa Tensione <i>Low Voltage</i>	<h1 style="margin: 0;">ARG16R16</h1> 0,6/1 kV Repero® unipolare	Energia <i>Power</i>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>CPR (UE) n°305/11 C_{ca} - s3, d1, a3</p> <p>CEI 20-13 - CEI UNEL 35394 CEI EN 60332-1-2 2014/35/UE 2011/65/CE CA01.00853</p> </div> <div style="width: 40%;"> <p>Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014</p> <p>Costruzione e requisiti/Construction and specifications Propagazione fiamma/Flame propagation Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive Direttiva RoHS/RoHS Directive Certificato IMQ-EFP/IMQ-EFP Certificate</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>DoP n°1043/17</p> </div> </div>		
		
		

DESCRIZIONE

Cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Conduttore

Corda di alluminio rigida, classe 2

Isolante

Miscela di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

Guaina esterna

Miscela di PVC di qualità R16

Colore anime

Normativa HD 308

Colore guaina

Grigio

Marchatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (sez)
Cca-s3,d1,a3 (anno) (m) (tracciabilità)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale U₀/U: 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 0°C

Temperatura massima di corto circuito:
250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale.
Adatto per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche.
Ammissa anche la posa interrata.

DESCRIPTION

Single-core power cable with aluminum conductor, HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

Conductor

Aluminium stranded wire, class 2

Insulation

Rubber HEPR compound G16 quality

Outer sheath

PVC compound, R16 quality

Cores colour

HD 308 Standard

Sheath colour

Grey

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (section)
Cca-s3,d1,a3 (year) (m) (traceability)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage U₀/U: 0,6/1 kV

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -15°C
(without mechanical stress)

Minimum installation temperature: 0°C

Maximum short circuit temperature:
250°C up to 240 mm² section, over 220°C

Maximum tensile stress: 50 N/mm²

Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

Use and installation

Power cable for industrial and/or residential uses.
Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures.
Suitable also for laying underground.

Revisione 02/2022



00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Bassa Tensione
Low Voltage**ARG16R16** 0,6/1 kV **Repero®** unipolareEnergia
Power

Formazione	Ø Indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø Indicativo produzione	Peso Indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating			
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In aria libera Free in air 30°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	Interrato Underground 20°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A	A	A
1 x 16	4,9	0,7	1,4	9,1	104	1,91	70	64	98	75
1 x 25	6,1	0,9	1,4	10,7	147	1,20	102	88	119	95
1 x 35	7,1	0,9	1,4	11,7	180	0,868	136	110	141	115
1 x 50	8,2	1,0	1,4	13,0	224	0,641	164	131	167	134
1 x 70	9,9	1,1	1,4	14,9	301	0,443	218	175	204	173
1 x 95	11,4	1,1	1,5	16,6	386	0,320	261	209	245	196
1 x 120	13,1	1,2	1,5	18,5	489	0,253	310	250	277	238
1 x 150	14,4	1,4	1,6	20,4	596	0,206	350	280	313	250
1 x 185	16,2	1,6	1,6	22,6	711	0,164	415	334	350	300
1 x 240	18,4	1,7	1,7	25,2	924	0,125	490	392	413	331
1 x 300	20,7	1,8	1,8	27,9	1122	0,100	567	-	454	400
1 x 400	23,6	2,0	1,9	31,4	1467	0,0778	665	-	512	450
1 x 500	26,5	2,2	2,0	34,9	1770	0,0605	765	-	578	505
1 x 630	30,2	2,4	2,2	39,8	2296	0,0469	880	-	646	580

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1° C.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando tre conduttori attivi.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1° C.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering three loaded conductors.



00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

9 Datasheet Cavi MT Utente

ARP1H5EX 12/20kV SK1 (SHOCK PROOF 1)

Contact
General Information
nexans.cavi@nexans.com

DESCRIPTION

Three single core cables in triplex formation with aluminium conductor, high performances polypropylene thermoplastic elastomer (HPTE) insulation, aluminium tape screen, reinforced polyethylene (PE) based outer sheath. Longitudinal and radial watertightness, shock resistant.

Application:

Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly / indirectly buried, also in wet location. " Shock Proof" SK1 has a very good shock resistance characteristics. The special outer sheath provides an excellent protection against impact and mechanical abuse during the lifetime of the cable. "Shock Proof" SK1 cable performances has been evaluated against mechanical protection by the abrasion test and the impact test included in HD 620-10-13 standard. This type of cable can be directly buried without additional protections because it is comparable to an armoured cable.

Construction:

- Conductor:stranded, compacted, round aluminium – Cl. 2 (IEC 60228)
- Conductor screen:extruded semiconducting compound
- Insulation:extruded high performances polypropylene thermoplastic elastomer (HPTE) – Type : P1
- Insulation screen:extruded semiconducting compound – fully bonded
- Longitudinal watertightness:semiconducting water blocking tape
- Screen and radial watertightness:aluminium tape longitudinally applied (Nominal thickness: 0,2 mm)
- Sheath:extruded Polyethylene compound - Colour: red

Functional characteristics:

- Rated voltages U₀/U: 12/20 kV
- Max. operating temperature of conductor:110°C
- Max. short circuit temperature of conductor:250°C (max 5s)
- Max. short circuit temperature of screen:150°C
- Min. installation temperature:-25°C
- Max. tensile strength on the conductor during installation:50 N/mm²
- Min. bending radius during installation: 21Dphase

**STANDARDS**

International HD 620

National CEI 20-86

All drawings, designs, specifications, plans and particulars of weights, size and dimensions contained in the technical or commercial documentation of Nexans is indicative only and shall not be binding on Nexans or be treated as constituting a representation on the part of Nexans.
Version 0 Generated 8/23/23 www.nexans.it Page 1/1

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Nexans Ref. Code	Formation	Nominal Conductor Diameter	Nominal Insulation Thickness	Nominal Insulation Diameter	Nominal Sheath Thickness	Nominal Phase Diameter	Nominal Cable Diameter	Indicative Cable Weight
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/km]
-	3x1x95	11,5	4,9	21,9	4,0	34,5	74,4	2.910
-	3x1x120	13,1	4,9	23,5	4,0	36,2	78,0	3.270
-	3x1x150	14,3	4,9	24,7	4,0	37,5	80,7	3.600
-	3x1x185	16,0	4,9	26,4	4,0	39,3	84,6	4.050
-	3x1x240	18,5	4,9	28,9	4,0	41,9	90,3	4.760
-	3x1x300	20,7	4,9	31,1	4,0	44,2	95,2	5.430
-	3x1x400	23,5	4,9	33,9	4,0	47,1	101,6	6.360
-	3x1x500	26,5	4,9	37,2	4,0	50,6	109,1	7.590

Nexans Ref. Code	Formation	Electrical resistance @ 20°C - d.c. max	Electrical resistance @ 90°C - a.c.	X Phase Reactance @ 50 Hz	C Capacitance	Current capacity in ground @ 20°C	Current capacity in air @ 30°C	Short circuit current conductor Tmax 250°C	Short circuit current screen Tmax 150°C
		[Ω/km]	[Ω/km]	[Ω/km]	[μF/km]	[A]	[A]	kA x 1s	kA x 0,5s
-	3x1x95	0,320	0,411	0,125	0,231	217	275	9,0	1,6
-	3x1x120	0,253	0,325	0,12	0,253	247	319	11,3	1,7
-	3x1x150	0,206	0,265	0,117	0,270	276	360	14,2	1,8
-	3x1x185	0,164	0,211	0,113	0,293	313	414	17,5	1,9
-	3x1x240	0,125	0,161	0,108	0,328	363	491	22,7	2,0
-	3x1x300	0,100	0,129	0,104	0,358	410	564	28,3	2,1
-	3x1x400	0,0778	0,101	0,100	0,396	470	659	37,8	2,3
-	3x1x500	0,0605	0,080	0,097	0,441	536	767	47,2	2,5

Note
formation: trefoil
laying depth: 0,8 [m]
soil thermal resistivity: 1,5 [°Cm/W]
metallic layers connection: "solid bonding" (earthed at both ends)

00	01-10-2024	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione