

N.A.	CAGLIARI		A4	
REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Novembre 2023	Ing. S. Matta	Innova Service S.r.l.	SKI 40 S.r.l.
DATA Novembre 2023	TIPO DI EMISSIONE Prima Emissione			
Proponente - Sviluppo progetto FV: SKI 40 S.r.l. Via Caradosso n. 9 - Milano (MI) P.IVA 11584400961 			Studio di progettazione LA SIA S.p.a. Viale L. Schiavonetti, 28600173-Roma (RM) P.IVA 08207411003 	
PROGETTO Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Mogoro Agrisolare” della potenza di picco di 65'902,20 kW + BESS, ubicato nel Comune di Mogoro (OR), e relative opere di connessione alla RTN				
TITOLO ELABORATO DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE CAVI				
Coordinamento Progettisti INNOVA SERVICE S.r.l. Via Santa Margherita, 4 – 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaserviceca@pec.it				
GRUPPO DI LAVORO: per INNOVA SERVICE S.r.l. Giorgio Roberto Porpiglia – Architetto Silvio Matta - Ingegnere Elettrico Aurora Melis – Geometra			per La SIA S.p.A. Riccardo Sacconi – Ingegnere Civile Antonio Dedoni – Ingegnere Idraulico Alberto Mossa – Archeologo Simone Manconi – Geologo Franco Milito - Agronomo Francesco Paolo Pinchera - Biologo Rita Bosi – Agronomo	
NOME ELABORATO REL_SP_DPC				REV 00

**DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE
CAVI**

SOMMARIO

PREMESSA	5
RIFERIMENTI NORMATIVI	7
DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	9
SISTEMI DI PROTEZIONE GENERALE	12
DISPOSITIVO GENERALE [DG]	12
DISPOSITIVO DI INTERFACCIA [DDI]	13
DISPOSITIVI DEI GENERATORI [DDG]	13
SERVIZI AUSILIARI	13
VERIFICHE DI PROGETTO	14
▪ VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE C.C. (PROTEZIONE INVERTER);	14
▪ TENSIONE MINIMA E MASSIMA IN INGRESSO AI CIRCUITI DI INGRESSO MPPT DELL'INVERTER;	14
▪ CORRENTE MINIMA E MASSIMA AI CIRCUITI DI INGRESSO MPPT DELL'INVERTER;	14
▪ POTENZE DI STRINGA IN INGRESSO ALL'INVERTER.	14
▪ CONGRUENZA DEI CARICHI E CORRETTO "CARICAMENTO" DEGLI INVERTER.	14
▪ ANALISI SU CABINA TIPO I	14
▪ ANALISI SU CABINA TIPO II	15
▪ ANALISI COMPLESSIVA IMPIANTO	15
DIMENSIONAMENTO CAVI	16
PROTEZIONI SOVRACCARICHI E CORTOCIRCUITO LATO C.C.	16
PROTEZIONE SOVRACCARICHI E CORTOCIRCUITO LATO C.A.	17
CADUTE DI TENSIONE	17
RETE DI TERRA	17
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	18
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	18
PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	19
QUADRO DI PARALLELO.....	20
SCHEDE DI CALCOLO PER IL DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEI CAVI	21

PREMESSA

La presente relazione, relativa al progetto di un impianto fotovoltaico Agrivoltaico di potenza installata pari a **65'902.20 kWp**, potenza in Immissione su RTN pari a **62'400 kW**, e con un sistema di Accumulo dell'energia elettrica in forma elettrochimica (BESS) con una potenza di **22'750 kW** ed energia pari a **182'000 kWh**, descrive sommariamente le caratteristiche tecniche e il dimensionamento preliminare delle principali linee elettriche che lo costituiscono.

L'impianto fotovoltaico è a tutti gli effetti una centrale per la produzione di energia elettrica, e pertanto tutte le scelte tecniche sono state fatte per ottimizzare la sua capacità di captare, convertire e trasportare l'energia elettrica prodotta con la massima efficienza possibile, limitando le perdite per conversione, con una attenta selezione dei componenti più prestanti attualmente disponibili sul mercato (pannelli, inverter, trasformatori), e quelle per trasmissione con un attento posizionamento dei componenti e un accurato dimensionamento delle linee elettriche (lunghezze e sezioni dei cavi) che trasportano l'energia verso la RTN.

Per tale impianto, secondo la STMG ricevuta e accettata, è previsto il collegamento elettrico alla rete di distribuzione di TERNA tramite una nuova linea elettrica con collegato in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento a 36 kV della stazione elettrica (SE) RTN 380 kV "Ittiri", per la connessione diretta tra la RTN e la "Cabina Generale di Raccolta" ubicata a bordo lotto.

La distanza stimata per il percorso di connessione, e dunque per il nuovo cavidotto di collegamento, è di circa 22 km.

Tuttavia, visto che ad oggi non risulta ancora essere ben definita la nuova S.E. di cui si parla nella STMG e a cui ci si dovrebbe collegare, al fine di poter comunque allacciare l'impianto che si presume potrebbe essere completato in tempi sensibilmente inferiori, la Società Proponente decide di presentare una soluzione alternativa per la linea di connessione di questo impianto fv alla RTN.

Pertanto la Società Proponente sta predisponendo una richiesta di Modifica della STMG accettata, al fine di ottenere un **allaccio a 150 kV su una S.E. esistente**, e realizzare la connessione del nuovo impianto fv alla RTN tramite una linea interrata a 30 kV che va dall'impianto fv ad una cabina di step-up, e un piccolo tratto a 150 kV per collegare quest'ultima alla S.E. TERNA esistente.

La cabina di step-up, con il compito di elevare la tensione della nuova linea da 30 a 150 kV, sarà ubicata in un'area distante 500-700 m dalla S.E. TERNA per l'allaccio a 150 kV. Nell'area dedicata alla stazione di step-up sarà inoltre ubicato anche un sistema di storage.

Per ulteriori dettagli relativi all'esatto percorso dell'elettrodotta, alla stazione di step-up e alle relative caratteristiche tecniche specifiche si rimanda ai rispettivi elaborati di progetto.

Il presente progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico a terra con pannelli FV posizionati su Tracker monoassiali ad asse N-S, con formazione 2P, azimut=0°, Tilt= ±60°, distanza tra le carpenterie pari a 0.5 m, e distanza tra le file (Pitch) pari a 9.5 m.

L'impianto di Storage, con una potenza di 22'750 kW ed energia pari a 182'000 kWh, viene previsto nell'area in aderenza alla Stazione di Step-up, nelle vicinanze del punto di connessione alla RTN.

L'impianto prevede l'utilizzo di pannelli fotovoltaici monocristallini di tipo bifacciale con potenza di 710 Wp, collegati elettricamente in stringhe da 28 pannelli, che meccanicamente saranno alloggiati in strutture ad inseguimento monoassiale (Tracker) in due formati:

- Tracker 2x28 P, configurato per movimentare ciascuno n° 56 moduli fotovoltaici (2 stringhe);
- Tracker 2x14 P, configurato per movimentare ciascuno n° 28 moduli fotovoltaici (1 stringa);
- Tracker 2x7 P, configurato per movimentare ciascuno n° 14 moduli fotovoltaici (½ stringa);

Complessivamente saranno posizionati e connessi elettricamente 92'820 pannelli fotovoltaici a formare 3'315 stringhe di 28 pannelli ciascuna, la cui energia sarà convertita dalla forma "continua" a quella "alternata" mediante 195 inverter trifase tipo SUNGROW-SG350HX da 320 kVA, dislocati all'aperto in apposita struttura di supporto e posizionati in maniera baricentrica rispetto alle aree da essi servite.

L'impianto è internamente suddiviso in 23 aree, contenenti ciascuna la propria "Cabina di Raccolta di Area" (o Cabina di Campo) con al suo interno di un trafo da **3.00 MVA** (Cabina Tipo I) o da **2.00 MVA** (Cabina Tipo II) che raccoglierà l'energia prodotta dagli inverter della relativa area, e ne eleverà la tensione a 30 kV.

Le stringhe immettono l'energia prodotta dei pannelli mediante linee elettriche in corrente continua alla tensione di circa **1'131 V**. Gli inverter dunque trasformano la potenza ricevuta e la erogano ad una tensione di 800 V trifase alternata, veicolandola tramite apposite linee elettriche interrato verso i rispettivi dispositivi di sezionamento e protezione (interruttori) presenti all'interno delle Cabine di Raccolta di Area (Power Station). La linea di collegamento tra il Quadro Elettrico Generale di BT e il trafo BT/MT porta l'energia captata fino al trasformatore appunto, per effettuare la modifica dei valori di tensione e corrente.

I trasformatori elevatori all'interno di ciascuna cabina BT/MT, della potenza di **3.00** o **2.00 MVA** e presumibilmente del tipo in resina a secco, ricevono dagli inverter l'energia ad una tensione di 800 V a.c. trifase e la elevano a 30 kV per la successiva trasmissione su lunga distanza su appositi elettrodotti interrati che viaggia all'interno del campo fotovoltaico fino alla Cabina Generale di Raccolta a bordo lotto.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Il sistema dovrà essere realizzato secondo la regola d'arte in accordo con la normativa vigente, in particolare:

- DPR 547/55 e D.L. 626/94 e succ. mod. per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge 186/68: Disposizione concernete la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. 37/08 del 22 Gennaio 2008 (aggiornamento L. 46/90 e succ. mod. per la sicurezza elettrica);
- D.Lgs 626/94: Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- D.Lgs 493/96: Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- DM 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per legge 46/90;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 64-8 VI edizione: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI 81-10: Protezioni delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione;
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiegate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati a regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 61215 o norme JRC/ESTI215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione tipo;
- Conformità al Marchio CE per i moduli fotovoltaici ed il gruppo di conversione (direttiva 93/68/EWG - MARCHIO CE);
- Norme CEI EN 61724: per la misura ed acquisizione dati;
- Norme CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici parte 1: misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- Norme CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici parte 2: prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- Norme CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici parte 3: principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- Norme CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- Norme CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- Norme CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) -Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;

-
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $\leq 16A$ per fase);
 - CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
 - CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
 - CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
 - CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
 - EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;
 - CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
 - CEI 0-16 Ed. II Luglio 2008: Regola Tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
 - DELIBERA N. 34/05: Modalità e condizioni economiche per il ritiro dell'energia elettrica;
 - DELIBERA N. 280/07: Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'Art. 13, commi 3 e 4, del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/07, e del comma 41 della Legge 23 agosto 2004, n. 239/04;
 - DELIBERA 281/05: Condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 KV i cui gestori hanno l'obbligo di connessione di terzi;
 - DELIBERA 90/07: Attuazione del Decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 Febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici;
 - Norme UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;
 - Norme UNI 10349 e la collegata UNI 8477 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
 - L. 296/2006 per gli aspetti fiscali;
 - DM 19 Febbraio 2007: Criteri e modalità' per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, attuazione articolo 7 del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387;
 - DM 6 Agosto 2010: Criteri per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici e lo sviluppo di tecnologie innovative per la conversione fotovoltaica; si applica agli impianti fotovoltaici che entrano in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2010;
 - Quant'altro previsto dalla vigente normativa di legge, ove applicabile (prescrizioni autorità locali, comprese quelle WF, prescrizioni ed indicazioni della società distributtrice di energia elettrica, prescrizioni ed indicazioni della compagnia telefonica Telecom)

DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente impianto viene realizzato per produrre energia elettrica da immettere nella RTN, convertendo l'energia che al suo interno viene captata dai pannelli solari fotovoltaici; esso risulta pertanto una centrale elettrica a tutti gli effetti, pur non avendo alcuna parte in movimento (ad esclusione del lento movimento dei Tracker, in questa tipologia di impianto) e non avendo bisogno di alcun "combustibile" per funzionare in quanto l'impianto capta e converte l'energia solare che giunge sui pannelli sfruttando appunto l'effetto "fotovoltaico".

L'energia captata ha una "periodicità" legata alla presenza del sole, e per ovviare almeno parzialmente a questa caratteristica viene prevista la realizzazione di un impianto di storage, ossia un sistema di immagazzinamento dell'energia di tipo elettrochimico.

La potenza di picco che l'impianto fotovoltaico installata a terra ammonta a 65'902.20 kWp (potenza massima di targa dei 92'820 pannelli fotovoltaici da 710 Wp che saranno installati), mentre la potenza che verrà immessa in rete è pari a 62'400 kW (potenza richiesta in connessione). Quest'ultima potenza è pari alla somma delle potenze in uscita da tutti gli inverter dell'impianto fotovoltaico.

Il flusso di energia pertanto parte dal sole, giunge sui pannelli fotovoltaici che, raggruppati in stringhe, alimentano a loro volta gli inverter che effettuano una conversione dell'energia elettrica "continua" al loro ingresso in energia elettrica "alternata" alla loro uscita. Le uscite degli inverter sono poi inviate a un trasformatore elevatore per innalzare il livello di tensione dell'energia in transito e permetterne il trasporto su lunghe distanze minimizzando le perdite legate alla corrente in transito nei cavi.

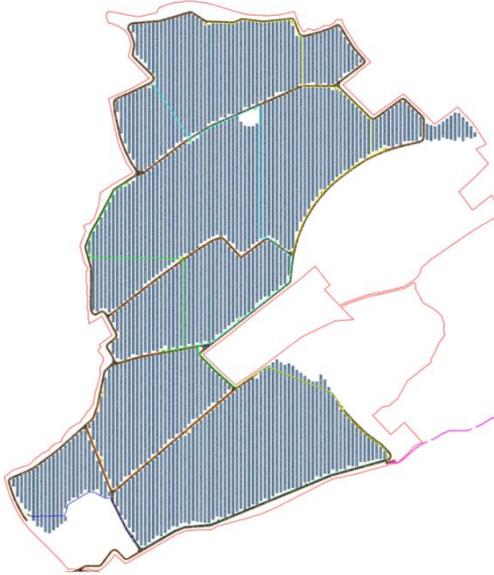
Gli inverter sono ubicati "in campo" all'esterno, in posizione baricentrica rispetto alle zone che vanno a servire, e per ogni Area è previsto un certo numero di inverter che conferiscono l'energia alla relativa Cabina di Area, al cui interno è presente un trasformatore elevatore. La cabina ospita anche gli interruttori di sezionamento e protezione delle linee in arrivo dagli inverter, nonché i dispositivi di sezionamento e protezione per le linee in AT che ad essa arrivano e da essa ripartono (DDG). Anche le Cabine di Raccolta di Area sono posizionate in maniera baricentrica rispetto alle aree da essa servite, al fine di ottimizzare le lunghezze e le sezioni dei cavi degli inverter ad esse collegati.

Da ultimo, le linee in MT che escono dalle Cabine di Area vengono raccolte in 5 linee dorsali, che tramite cavidotti interrati arrivano alla Cabina di Raccolta Generale a bordo dell'impianto. Che racchiude al suo interno tutti gli interruttori di sezionamento e protezione delle linee ad essa aferenti, nonché i dispositivi di protezione e di interfaccia generali di tutto l'impianto. L'allacciamento alla rete di distribuzione avviene attraverso sistemi di protezione interposti tra il produttore e la rete del distributore al fine di salvaguardare la qualità del servizio elettrico e di evitare pericoli per le persone e danni alle apparecchiature.

Da questa cabina uscirà la linea elettrica di collegamento dell'intero impianto alla RTN di TERNA e per la quale, per i motivi precedentemente indicati, si rimanda agli specifici elaborati ogni dettaglio in merito.

La Cabina di Raccolta Generale sarà dotata di Quadro Generale in AT, Quadro Generale in BT, e tutti i dispositivi necessari e sufficienti alla gestione completa dell'intero impianto dal punto di vista elettrico, comprendendo anche i servizi ausiliari, gli impianti di illuminazione, telecontrollo, monitoraggio, allarme e TVcc per la sorveglianza e la sicurezza dell'impianto stesso.

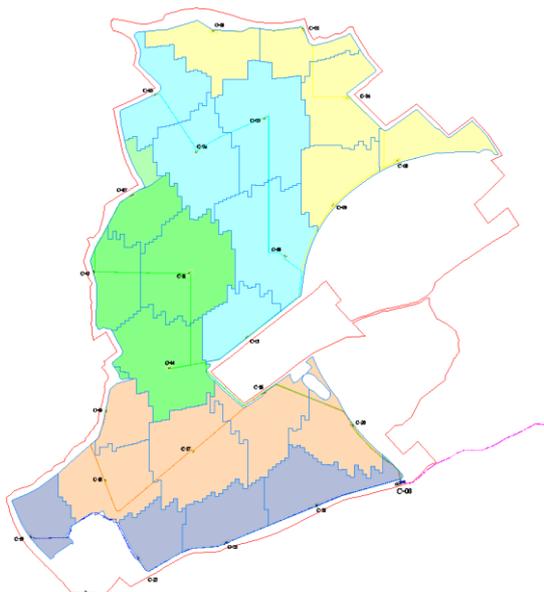
Di seguito la schematizzazione e suddivisione dell'impianto in Cabine di Area di Raccolta (da C-01 a C-23), Cabina di Raccolta Generale (C-00) e sistema di Storage con 1 gruppi di conversione e relativi Inverter, Trafo e Batterie:



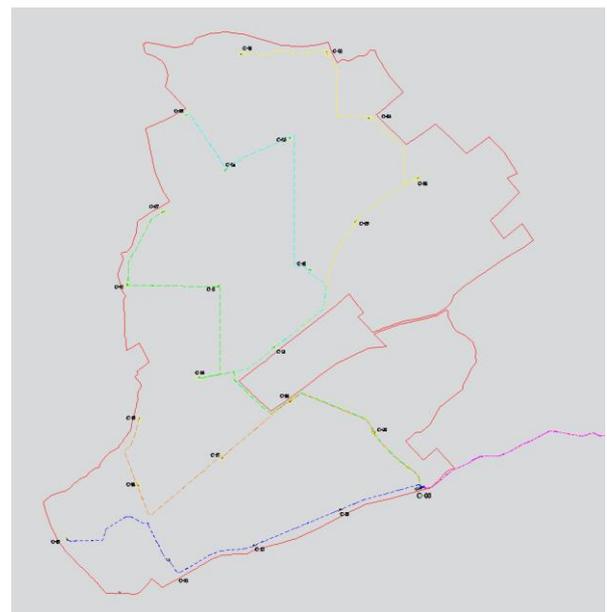
Layout Impianto FV



Area Storage e stazione step-up

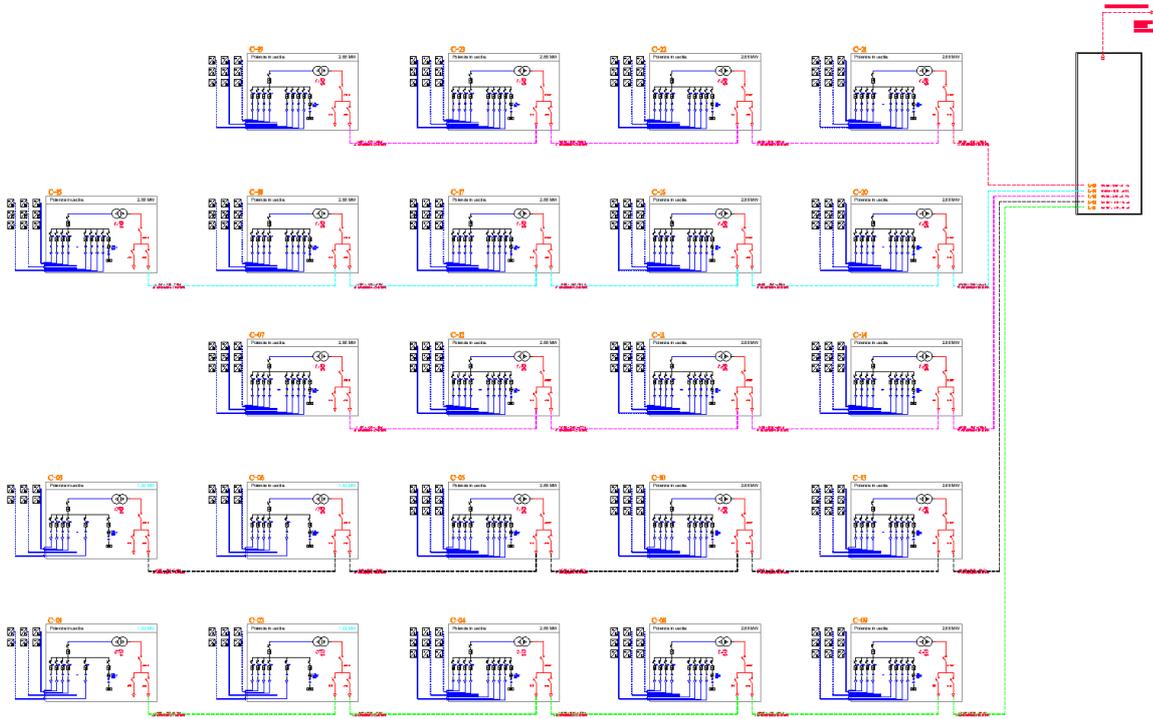


Suddivisione in Aree elettriche

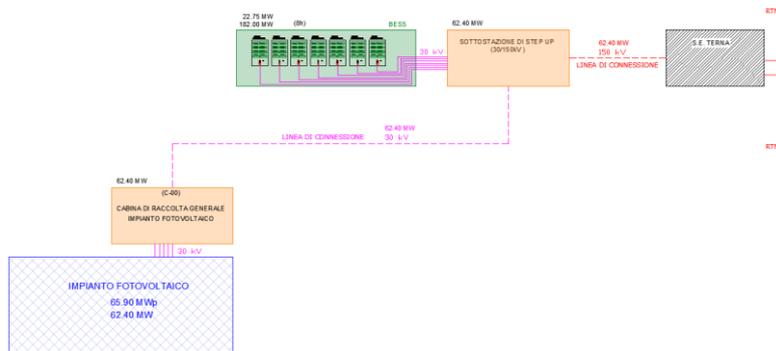


Linee MT interne e disposizione Cabine di Area

Schema a blocchi dell'impianto FV (Suddivisione in Aree elettriche e relative Cabine di Raccolta di Area)



Impianto: MOGORO Agrivoltaico - Pann/stringa		Stringhe	Pannelli	Pot. Installata TOT	P Nominale	(IN/OUT)	POI	Tensione OUT:	Corrente OUT:	Storage: 22.75 MW	## Energia: 182.00 MWh						
Pitch = 9.5 m		710	28	3'315	92'820	65'902'200	65'902'200	5.61%	62'400'000	30'000	1'264.09						
		Canadian Solar-BiHiKu 7-710 Wp 132 [2x(11x6)] celli-Bifacial Mono PERC															
Tipo A	Pannello	Pann/string P-Str	Stringhe / INV	P IN Inverter	Tipo Inverter:	P OUT Inverter:	INV/TRAFO	P IN	Vin->Vout	P OUT	Cabine:	Stringhe	Pannelli	P IN	P OUT		
	710	28	19'880	17	337'960	SG350HX	9	320'000	5.61%	3'041'640	1131.2 Va->800V~	2'880'000	19	2'907	81'396	57'791'160	54'720'000
Tipo B	Pannello	Pann/string P-Str	Stringhe / INV	P IN Inverter	Tipo Inverter:	P OUT Inverter:	INV/TRAFO	P IN	Vin->Vout	P OUT	Cabine:	Stringhe	Pannelli	P IN	P OUT		
	710	28	19'880	17	337'960	SG350HX	9	320'000	5.61%	1'013'880	1131.2 Va->800V~	960'000	4	204	5'712	4'055'520	3'840'000
	710	28	19'880	17	337'960	SG350HX	9	320'000	5.61%	1'013'880	1131.2 Va->800V~	960'000	4	204	5'712	4'055'520	3'840'000
							6	2'027'760		1'920'000	4	23	3'315	92'820	65'902'200	62'400'000	



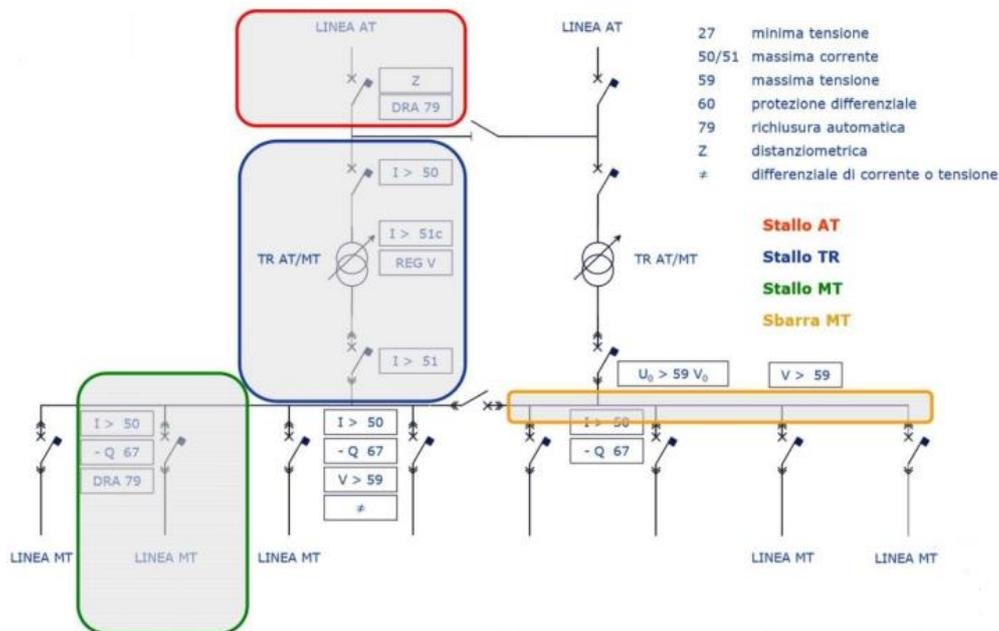
Scheda e tabelle riassuntive dei principali dati dell'impianto FV.

Totali:		
Pannelli:		92'820
Stringhe:		3'315
Cabine / Trafo		23
Inverter:		195
Pot IN		65'902'200
Pot PUT		62'400'000

Struttura D	(2x7)	72	715'680
Struttura C	(2x7)	72	715'680
Struttura Media	(2x14)	153	3'041'640
Struttura Grande	(2x28)	1'545	61'429'200
Strutture Totali:		1'842	65'902'200

SISTEMI DI PROTEZIONE GENERALE

La protezione del sistema di generazione fotovoltaico nei confronti sia della rete interna che della rete di distribuzione è realizzata in conformità alla norma CEI 11-20, con riferimento a quanto contenuto nella norma CEI 0-16 e dal codice di rete del Ente Gestore di Rete. Eventuali modifiche all'architettura finale del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate con il Gestore di Rete. L'impianto sarà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola indicativamente secondo il seguente schema:



All'interno del quale saranno presenti i seguenti dispositivi:

- dispositivo generale (DG)
- dispositivo di interfaccia (DI)
- dispositivi dei generatori (DDG)
- dispositivo di Rincalzo (eventualmente richiesti)

Dispositivo Generale [DG]

Il dispositivo generale (DG) avrà la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti dei guasti nel sistema di generazione elettrica; esso dovrà assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione. Sarà dotato di sganciatore di apertura e sezionatore equipaggiato con protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. La soluzione ottimale per la protezione del collegamento verrà comunque concordata con il gestore di rete in riferimento alle caratteristiche della RTN cui l'impianto sarà collegato.

Nell'impianto in oggetto è stata prevista la soluzione in cui il Dispositivo di Interfaccia (DDI) coincide con il Dispositivo Generale (DG), e pertanto la protezione avverrà tramite utilizzo di un unico relè che accorpa entrambe le funzioni (PG + PI). Sarà eventualmente implementabile anche il ricalzo riportando il segnale di comando di intervento della Protezione di Interfaccia ad un altro dispositivo di interruzione a monte (ad esempio l'interruttore AT presente in ciascuna cabina di Area).

Dispositivo di interfaccia [DDI]

Il dispositivo di interfaccia (DDI) determina la disconnessione dell'impianto in caso di anomalie rilevate nella rete di connessione (variazioni di frequenza e tensione oltre i parametri di qualità stabiliti), che potrebbero derivare da guasti provenienti dalla rete di distribuzione stessa o dall'impianto di produzione. Tale dispositivo avrà inoltre la funzione di impedire il funzionamento in isola dell'impianto fotovoltaico. Il DI sarà costituito da un interruttore in AT le cui caratteristiche sono illustrate nello schema unifilare allegato. La protezione di interfaccia (PI) che comanda il dispositivo di interfaccia sarà costituita da relè di massima e minima frequenza, relè di massima e minima tensione, relè di massima/minima tensione omopolare, e sarà conforme alle norme specifiche di settore nonché al codice di rete dell'Ente Distributore. Inoltre ogni inverter sarà dotato di dispositivo / protezione di interfaccia che ne impedirà il funzionamento in isola.

Dispositivi dei generatori [DDG]

Ciascuna Cabina di area sarà protetta da un interruttore automatico/sezionatore MT a 30 kV in SF6 subito a valle del trafo BT/MT 0.8/30 kV, e sarà altresì presente un altro interruttore MT, sempre in SF6, a fine linea nel quadro MT di parallelo ubicato in cabina di raccolta e delegato al sezionamento e protezione del cavo di interconnessione tra cabina di raccolta e cabina di Area. Tutti gli interruttori saranno dotati di relè per la protezione dalle sovracorrenti e dalle correnti di guasto a terra, ed eventuali protezioni distanziometriche selettive.

Servizi ausiliari

I servizi ausiliari dell'impianto fotovoltaico saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT 30/0,8 kV in derivazione dai quadri generali MT ed eventualmente da analoghi trasformatori presenti in ciascuna delle cabine di area all'interno dell'impianto fotovoltaico. Tra i servizi ausiliari sono annoverati tutti gli impianti accessori quali ad esempio eventuali sistemi di allarme, di monitoraggio remoto, i circuiti in BT per l'illuminazione delle cabine di area, ed eventuali altre utenze minori, nonché i sistemi necessari per il corretto funzionamento dei dispositivi di sezionamento e protezione nei quadri MT e BT dell'impianto fotovoltaico. Per questi ultimi, al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature dopo eventuali interruzioni e conseguente messa fuori tensione dell'impianto, è prevista l'installazione di un adeguato sistema di backup tramite ups e/o generatore ausiliario.

VERIFICHE DI PROGETTO

Data la complessità e dimensione dell'impianto in oggetto, tutte le verifiche sono state effettuate sia tramite il software PVSyst 7.2, sia tramite software e fogli di calcolo "proprietary" specificamente sviluppati, al fine di garantire i migliori risultati per il calcolo e la verifica del progetto.

Iniziando dal lato in bassa tensione, il componente principale è il pannello FV scelto:

- Canadian Solar-BiHiKu 7 -710 Wp 132 [2x(11x6)] cell-Bifacial Mono PERC,

Che è stato accoppiato con il seguente modello di inverter:

- SUNGROW-SG350HX da 320 kW

E su di essi sono state fatte le simulazioni per la scelta del numero ottimale di pannelli per stringa, e di conseguenza le seguenti verifiche:

- *Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c. (protezione inverter);*
- *Tensione minima e massima in ingresso ai circuiti di ingresso MPPT dell'inverter;*
- *Corrente minima e massima ai circuiti di ingresso MPPT dell'inverter;*
- *Potenze di stringa in ingresso all'inverter.*
- *Congruenza dei carichi e corretto "caricamento" degli inverter.*

ANALISI SU CABINA TIPO I

Definizione sistema di rete, Variante VCO: "Nuova variante di simulazione"

Sottocampo

Nome e orientamento del sub-array (sottoschieramento)
Nome: Cabina TIPO I
Orient.: Inseguitore, asse orizzontale N-S

Selezionare moduo FV
Disponibili adesso: Filtro: Tutti i moduli FV
Modulo bifacciale | Sistema a moduli bifacc
CSI Solar Co., Ltd. 710 Wp 3+V Si-mono CS7N-710TB-AG 1500V Dal 2020 Preliminary 2021 TL
Usare ottimizzatore

Dimens. tensioni: Vmpp (60°C) 35.3 V
Vca (-10°C) 52.9 V

Selezionare inverter
Tutti gli inverter: Voltaggio di uscita 800 V Tri 50Hz
Sungrow 320 kW 500 - 1500 V TL 50/60Hz SG350HX Fino a 2013
N. di inverter: 9
Usare multi-MPPT: Voltaggio di funzionamento: 500-1500 V Potenza globale inv. 2880 kWac
Tensione massima entrata: 1500 V inverter con 12 MPPT

Disegnare campo
Numero di moduli e di stringhe
Mod. in serie: 28 tra 15 e 28
N. di stringhe: 153
Perdita sovracc.: 0.0 %
Rapporto Pnom: 1.06

Cond. di funzionamento
Vmpp (60°C) 988 V
Vmp (20°C) 1149 V
Vca (-10°C) 1482 V

Irragg. piano 1000 W/m²
Impo (STC) 2709 A
Isc (STC) 2844 A
Isc (a STC) 2844 A

Il valore Isc del campo è maggiore della corrente di ingresso massima dell'inverter (ovvero (i.e. 254.0 A)entata). (Info, non significativi)

Max. dati | STC
Potenza max. in funzionamento 2784 kW (a 1000 W/m² e 50°C)

Potenza nom. campo (STC) 3042 kW

Lista dei sotto-campi

Nome	#Mod #Inv.	#Stringa #MPPT
Cabina TIPO I		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-710...	28	153
Sungrow - SG350HX	9	1

Riepilogo sistema globale

Numero di moduli	4284
Superficie modulo	13308 m²
N. di inverter	9
Potenza FV nominale	3042 kW
Potenza FV massima	kWDC
Potenza AC nominale	2880 kWAC
Rapporto Pnom	1.056

Panoramica del sistema | Schema semplificato | Annullare | OK

ANALISI SU CABINA TIPO II

Definizione sistema di rete, Variante VCD: "Nuova variante di simulazione"

Sottocampo

Nome e orientamento del sub-array (sottoschieramento)
 Nome: Cabina TIPO II
 Orient.: Inseguitore, asse orizzontale N-S

Selezione moduo FV
 Disponibili adesso: Filtro Tutti i moduli FV
 Modulo bifacciale | Sistema a moduli bifacc
 CSI Solar Co., Ltd. | 710 Wp 34W Si-mono CS7N-710TB-AG 1500V Dal 2020 Preliminary 2021 TL
 Usare ottimizzatore

Dimens. tensioni : Vmpp (60°C) 35.3 V
 Vca (-10°C) 52.9 V

Selezione inverter
 Tutti gli inverter: Voltaggio di uscita 800 V Tri 50Hz
 Sungrow | 320 kW 500 - 1500 V TL 50/60Hz SG350HX Fino a 2013
 N. di inverter: 6
 Usare multi-MPPT | Voltaggio di funzionamento: 500-1500 V Potenza globale inv. 1920 kWac
 Tensione massima entrata: 1500 V inverter con 12 MPPT

Disegnare campo
 Numero di moduli e di stringhe
 Mod. in serie: 28 tra 15 e 28
 N. di stringhe: 102
 Perdita sovracc. 0.0%
 Rapporto Pnom 1.06

Cond. di funzionamento
 Vmpp (60°C) 988 V
 Vmpp (20°C) 1149 V
 Vca (-10°C) 1482 V

Irraggi. piano 1000 W/m²
 Imp (STC) 1806 A
 Isc (STC) 1896 A
 Isc (a STC) 1896 A

Il valore Isc del campo è maggiore della corrente di ingresso massima dell'inverter (ovvero (i.e. 254.0 A/entrata)). (Info, non significativi)

Potenza max. in funzionamento 1856 kW (a 1000 W/m² e 50°C)

Potenza nom. campo (STC) 2028 kWac

Lista dei sotto-campi

Nome	#Mod #Inv.	#Stringa #MPPT
Cabina TIPO II		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-710...	28	102
Sungrow - SG350HX	6	1

Riepilogo sistema globale

Numero di moduli 2856
 Superficie modulo 8872 m²
 N. di inverter 6
 Potenza FV nominale 2028 kWac
 Potenza FV massima kWDC
 Potenza AC nominale 1920 kWAC
 Rapporto Pnom 1.056

Panoramica del sistema | Schema semplificato | Annullare | OK

ANALISI COMPLESSIVA IMPIANTO

Definizione sistema di rete, Variante VCD: "Nuova variante di simulazione"

Sottocampo

Nome e orientamento del sub-array (sottoschieramento)
 Nome: Cabina 23 Ordine 23
 Orient.: Inseguitore, asse orizzontale N-S

Selezione moduo FV
 Disponibili adesso: Filtro Tutti i moduli FV
 Modulo bifacciale | Sistema a moduli bifacc
 CSI Solar Co., Ltd. | 710 Wp 34W Si-mono CS7N-710TB-AG 1500V Dal 2020 Preliminary 2021 TL
 Usare ottimizzatore

Dimens. tensioni : Vmpp (60°C) 35.3 V
 Vca (-10°C) 52.9 V

Selezione inverter
 Tutti gli inverter: Voltaggio di uscita 800 V Tri 50Hz
 Sungrow | 320 kW 500 - 1500 V TL 50/60Hz SG350HX Fino a 2013
 N. di inverter: 6
 Usare multi-MPPT | Voltaggio di funzionamento: 500-1500 V Potenza globale inv. 1920 kWac
 Tensione massima entrata: 1500 V inverter con 12 MPPT

Disegnare campo
 Numero di moduli e di stringhe
 Mod. in serie: 28 tra 15 e 28
 N. di stringhe: 102
 Perdita sovracc. 0.0%
 Rapporto Pnom 1.06

Cond. di funzionamento
 Vmpp (60°C) 988 V
 Vmpp (20°C) 1149 V
 Vca (-10°C) 1482 V

Irraggi. piano 1000 W/m²
 Imp (STC) 1806 A
 Isc (STC) 1896 A
 Isc (a STC) 1896 A

Il valore Isc del campo è maggiore della corrente di ingresso massima dell'inverter (ovvero (i.e. 254.0 A/entrata)). (Info, non significativi)

Potenza max. in funzionamento 1856 kW (a 1000 W/m² e 50°C)

Potenza nom. campo (STC) 2028 kWac

Lista dei sotto-campi

Nome	#Mod #Inv.	#Stringa #MPPT
Sungrow - SG350HX	9	1
Cabina 15		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	153
Sungrow - SG350HX	9	1
Cabina 16		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	153
Sungrow - SG350HX	9	1
Cabina 17		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	153
Sungrow - SG350HX	9	1
Cabina 18		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	153
Sungrow - SG350HX	9	1
Cabina 19		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	153
Sungrow - SG350HX	9	1
Cabina 20		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	102
Sungrow - SG350HX	6	1
Cabina 21		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	102
Sungrow - SG350HX	6	1
Cabina 22		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	102
Sungrow - SG350HX	6	1
Cabina 23		
CSI Solar Co., Ltd. - CS7N-7...	28	102
Sungrow - SG350HX	6	1

Riepilogo sistema globale

Numero di moduli 92820
 Superficie modulo 288332 m²
 N. di inverter 195
 Potenza FV nominale 65902 kWac
 Potenza FV massima kWDC
 Potenza AC nominale 62400 kWAC
 Rapporto Pnom 1.056

Panoramica del sistema | Schema semplificato | Annullare | OK

Le verifiche hanno dato esito positivo sulla scelta di fissare la formazione della stringa a **28 pannelli in serie**, con una tensione in uscita pari a circa 1'131 V dc.

In base alle caratteristiche del territorio e alla forma delle aree è stata fatta la scelta di dimensionare le aree di raccolta in zone da **3.00 MVA** (Cabina Tipo I) o da **2.00 MVA** (Cabina Tipo II) (valore a valle degli inverter) al cui interno saranno dislocati i relativi dispositivi di sezionamento e protezione delle linee aferenti dai relativi inverter da 320 kW ciascuno. Complessivamente, vi sono 23 Power Station per una potenza totale pari a 62'400 kW.

La scelta di questa soluzione è dovuta al fatto che la conformazione dell'impianto, per alcune aree di forma notevolmente irregolare e/o distanti dagli altri pannelli rende difficoltoso posizionare cabine di potenza maggiore che siano baricentriche su aree uniformi: le asimmetrie potrebbero costringere a eccessive lunghezze dei cavi e relative sezioni. Da qui l'utilizzo di cabine di raccolta di area con minore potenza, al fine di avere una corretta raccolta delle potenze in funzione delle aree servite. Gli inverter di ciascuna Area di raccolta portano la potenza in ac alla relativa Cabina di Raccolta di Area, che al suo interno contiene i dispositivi di sezionamento e protezione delle linee in arrivo da ciascun inverter, e il trasformatore elevatore BT/MT 0.8/36 kV Dyn11 3F /50 Hz che permette all'energia raccolta di poter essere trasmessa su lunghe distanze minimizzando le perdite per trasmissione.

Dimensionamento cavi

Le condutture elettriche dell'impianto dovranno essere in grado di sopportare le severe condizioni ambientali a cui sono sottoposte (elevata temperatura, radiazione solare, pioggia, ecc..) in modo da garantire le prestazioni richieste per la durata di vita dell'impianto stesso. La connessione elettrica fra i moduli fotovoltaici avviene tramite cavi in classe di isolamento II collegati all'interno di cassette di terminazione dei moduli, oppure con connettori rapidi stagni collegati con altri già assemblati in fabbrica sulle cassette di terminazione dei moduli.

Inoltre i cavi di energia sono dimensionati in modo da limitare le cadute di tensione (indicativamente entro il 2%), ma la loro sezione è determinata anche in modo da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio. La corrente massima ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore viene calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella tabella 52D della Norma CEI 64-8/5.

Protezioni sovraccarichi e cortocircuito lato c.c.

Per i sovraccarichi dei cavi si possono applicare le direttive della Norma CEI 64-8/712 (ed.2007) la quale afferma che la protezione per i sovraccarichi può essere omessa nei seguenti casi:

- sui cavi delle stringhe e dei pannelli quando la portata sia maggiore o uguale a 1,25 volte la corrente di cortocircuito (ISC (STC)) in qualsiasi punto;
- sul cavo principale quando la portata sia maggiore o uguale a 1,25 volte la corrente di cortocircuito (ISC (STC)) del generatore;

tuttavia è presente un fusibile di protezione per ogni stringa direttamente all'ingresso dell'inverter (che li prevede costruttivamente), dimensionato calcolando la massima corrente che può circolare in ogni stringa, di tipo gG, con tensione nominale in c.c. maggiore della massima tensione del generatore PV e con $I_n \leq 2ISC$. Un fusibile protegge il cavo dal cortocircuito se interviene in un tempo tale da limitare l'energia specifica passante ad un valore sopportabile del cavo stesso; tuttavia, se il fusibile protegge il cavo dal sovraccarico, ossia se $I_n \leq 0,9 IZ$ limita sicuramente l' I^2t a valori sopportabili dal cavo per qualsiasi valore della corrente di cortocircuito.

Le correnti di cortocircuito nel lato c.c. sono di valore modesto; inoltre, dalla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici, possiamo ricavare che la corrente di corto circuito degli stessi è di poco superiore ai valori della loro corrente nominale.

Protezione sovraccarichi e cortocircuito lato c.a.

La protezione contro le sovracorrenti in ogni punto del circuito sono affidate alle apparecchiature automatiche magnetotermiche installate a monte di ogni circuito, scelte in funzione della seguente relazione come da Norma CEI 64-8:

$$I^2 t \leq K^2 s^2$$

Dove: $I^2 t$ = energia specifica lasciata passare dall'interruttore di protezione $K^2 s^2$ = energia specifica sopportata dal conduttore, dove $K = 115$ per conduttori con isolamento in PVC, 135 per conduttori con isolamento in gomma e 143 per conduttori con isolamento in butile; s è la sezione dei conduttori. Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il corto circuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno di ciascun inverter. L'interruttore magnetotermico posto a valle dell'inverter agisce da ricalzo all'azione del dispositivo di protezione interno e la protezione delle condutture contro il corto circuito sarà comunque garantita dalle apparecchiature di protezione poste a monte di ogni circuito, che possiedono un potere di interruzione nominale (P_n) superiore al valore della corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

Cadute di Tensione

Facendo riferimento alle tabelle CEI UNEL 35364, 35747 e 35756 per i cavi in rame (e le equivalenti tabelle per i cavi in alluminio), si ottengono sui circuiti di potenza cadute di tensione che anche nei casi più sfavorevoli si mantengono entro il valore del 2% totale per la sezione c.c. più quello relativo alla sezione c.a. A questi valori vanno aggiunte le cadute di tensione nelle connessioni e nel quadro c.a., comunque stimabili intorno al 0,5%.

Rete di terra

L'impianto di terra sarà dimensionato in modo da rendere le tensioni di passo e contatto, all'interno e nelle vicinanze delle aree su cui insistono gli impianti, inferiori ai valori prescritti dalle Norme. Inoltre l'impianto di terra garantirà la protezione di impianti ed apparecchiature contro l'elettricità statica. Oltre ai requisiti precedentemente indicati, sarà garantita la funzionalità delle messe a terra di funzionamento, legate ad apparecchiature o ad interventi di

manutenzione che si dovessero venire a creare. Insieme all'impianto di terra sarà dimensionato, se necessario, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche secondo quanto indicato dal CT81 del CEI e come specificato al paragrafo 3.10. L'impianto di terra e contro le scariche atmosferiche saranno dimensionati per resistere anche alle sollecitazioni meccaniche ed alla corrosione; particolare cura sarà posta nella realizzazione delle connessioni e delle saldature tra le varie parti, al fine di garantire l'adeguata continuità metallica dell'intero impianto.

Protezione contro i contatti diretti

Nella Norma CEI 82-25 viene specificato che la protezione contro i contatti diretti deve essere realizzata utilizzando componenti con livello e classe di isolamento adeguati alla specifica applicazione secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8. Anche l'installazione dei componenti e i relativi cablaggi devono essere effettuati in ottemperanza alle prescrizioni di detta norma. Le misure di protezione contro i contatti diretti, in bassa tensione, possono essere tali da evitare qualsiasi rischio elettrico (protezione totale) oppure no (protezione parziale).

Protezione contro i contatti indiretti

La Norma CEI 82-25 prescrive che le masse di tutte le apparecchiature debbano essere collegate a terra mediante il conduttore di protezione. Sul lato c.a. in bassa tensione, il sistema è protetto mediante un dispositivo di interruzione differenziale di valore adeguato ad evitare l'insorgenza di potenziali pericolosi sulle masse, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8. Si precisa che, nel caso di generatori fotovoltaici costituenti sistemi elettrici in bassa tensione con moduli dotati solo di isolamento principale, è necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici, le quali in questo caso sono da considerarsi masse. Tuttavia è da notare come tale misura sia in grado di proteggere dal contatto indiretto solo contro tali parti metalliche, ma non dà nessuna garanzia contro il contatto diretto sul retro del modulo: un punto ove è possibile avere un cedimento dell'isolamento principale. Una strada diversa e risolutiva ai fini della sicurezza contro il contatto indiretto può essere quella di introdurre involucri o barriere che impediscano contatti diretti con le parti munite solo di isolamento principale. Per questo, nel lato c.c., si installeranno solamente componenti di Classe II; in tale caso le norme prevedono che le cornici, se metalliche, non vengano messe a terra. Si deve però ricordare che tale prescrizione della Norma CEI 64-8 è destinata agli impianti utilizzatori, dove la rete equivale ad un generatore ideale di tensione. Un generatore fotovoltaico corrisponde, invece, ad un generatore ideale di corrente (corrente di corto circuito paragonabile a quella ordinaria). La tensione assunta dalle masse interconnesse in caso di doppio guasto a terra è spesso trascurabile. Ad esempio, se la resistenza del conduttore che collega tra loro le due masse con il guasto a terra è minore di 1Ω e la corrente di guasto non supera 120 A la persona è soggetta ad una tensione di 120 V. Nel caso di grandi impianti non rimane che ridurre entro limiti accettabili la probabilità che si verifichi un secondo guasto a terra, eliminando prontamente il primo guasto a terra segnalato dal dispositivo di controllo dell'isolamento interno all'inverter. Se non vengono collegate a terra le masse tale dispositivo non funziona correttamente. In conclusione, nei sistemi fotovoltaici isolati da terra, il collegamento a terra delle masse poste a monte del trasformatore e la ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra servono sia per la sicurezza delle persone, sia per il funzionamento del dispositivo di controllo dell'isolamento, tanto più quanto più esteso è l'impianto. Se i moduli e gli altri componenti dell'impianto fotovoltaico a monte del trasformatore sono in classe II, in teoria un guasto all'isolamento doppio non è ipotizzabile e non occorre il collegamento a terra. Tale scelta però inficerebbe la funzionalità del controllo d'isolamento integrato nell'inverter quindi viene effettuato il collegamento a terra di cornici e/o strutture di supporto per i moduli di classe II. Il che contrasta con la proibizione normativa di collegare a terra le cornici e/o le strutture di supporto dei moduli di classe II, ma si tratta di una

ragionevole eccezione alla regola generale giustificata da motivi funzionali. Infatti, la norma 82-27 ammette che il modulo di classe II abbia un morsetto per la messa a terra funzionale. L'equipotenzialità delle cornici dei moduli con la struttura di sostegno dei medesimi viene ottenuta mediante il normale fissaggio meccanico dei moduli sulla struttura.

Infine in merito alle protezioni contro i contatti indiretti nelle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, in ambienti ordinari in cui la resistenza della struttura verso terra ha un valore inferiore a 1000 Ω , il manufatto dovrà essere collegato al collegamento equipotenziale, a sua volta collegato a terra tramite il collettore principale di terra.

Protezione contro i fulmini

Per determinare i criteri e la tipologia di protezione da attuare ci si rifà quindi alle indicazioni presenti nella Norma CEI 82-25 e Norma CEI 81-10. Tali prescrizioni possono essere così riassunte. È utile premettere che:

- la presenza di parti metalliche sul tetto non aumenta la probabilità di fulminazione della struttura, a meno che tali parti non aumentino in modo significativo l'altezza dell'edificio;
- un impianto elettrico all'interno di un edificio in muratura è esposto agli effetti del fulmine come un impianto fotovoltaico situato all'esterno;

Perciò gli impianti fotovoltaici, essendo tipicamente dislocati all'esterno di edifici e spesso sulla loro sommità, sono soggetti a sovratensioni derivanti da scariche atmosferiche sia di tipo diretto (struttura colpita da fulmine) sia di tipo indiretto (fulmine nelle vicinanze). Normalmente la struttura di sostegno dei moduli è costituita da carpenteria metallica montata sulla copertura dell'edificio in aderenza allo stesso oppure con sopraelevazione limitata rispetto ad esso; in tale caso l'installazione dell'impianto fotovoltaico non altera significativamente l'esposizione alla fulminazione dei moduli fotovoltaici. Da sottolineare che le sovratensioni non sono solo di origine atmosferica ma possono essere causate anche dalla chiusura o dall'apertura dei contatti o dall'intervento di fusibili. Tale situazione si verifica però principalmente nella sezione c.a. del sistema fotovoltaico, mentre le scariche atmosferiche interessano sia la sezione c.c. sia la sezione c.a. Per stabilire se adottare misure di protezione contro i fulmini occorre effettuare un'analisi del rischio secondo la Norma CEI 81-10/2 nei confronti della struttura da proteggere.

Per un impianto PV ubicato a terra, la struttura è lo stesso impianto (per un impianto installato su un edificio, la struttura da considerare ai fini dell'analisi del rischio è l'intero edificio); come precedentemente affermato un fulmine può colpire direttamente la struttura (fulminazione diretta) o interessare le linee di energia e segnale entranti nella struttura, oppure cadere a terra nelle vicinanze della struttura stessa (fulminazione indiretta). I danni che un fulmine può causare sono dovuti a tre cause:

- tensioni di contatto e passo: morte di persone e animali;
- scariche pericolose: danni fisici quali incendi, esplosioni..
- sovratensioni: avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Una struttura secondo la destinazione d'uso deve essere valutata secondo i relativi rischi:

- perdita di vite umane [R1]
- perdita di servizio pubblico [R2]
- perdita di patrimonio culturale [R3]
- perdite economiche [R4]

Una struttura può essere interessata da uno o più rischi ed è compito del progettista o di un incaricato esterno la valutazione degli stessi. Solitamente i rischi che si presentano con maggiore frequenza sono R1 e R4. Mentre il secondo può essere omesso previa accettazione espressa di tale rischio da parte del committente che voglia evitare i costi delle misure di protezione, il primo deve essere valutato in qualunque caso e il progettista ha il dovere di ridurlo al di sotto di quello stabilito dalla norma, indipendentemente dall'opinione del committente.

Fulminazione diretta

Nella fulminazione diretta di un impianto a terra, il rischio di incendio è nullo e l'unico pericolo per le persone è costituito dalle tensioni di contatto e di passo. Quando la resistività superficiale del suolo supera i 5 kΩm non occorre adottare alcun provvedimento, poiché le tensioni di contatto e passo sono trascurabili. Si va inoltre a valutare la necessità di proteggere l'impianto mediante LPS o meno valutando la superficie del campo PV in funzione del suo perimetro secondo grafici presenti nelle Norme CEI 82-10/2.

Fulminazione indiretta

Un fulmine può causare danni agli impianti posti all'interno e all'esterno di una struttura anche se non colpisce la struttura stessa, tramite accoppiamento resistivo e/o induttivo; l'accoppiamento resistivo si verifica quando un fulmine colpisce una linea elettrica che entra nella struttura. Se la tensione dovuta al passaggio della corrente di fulmine supera la tensione di tenuta dei cavi o delle apparecchiature si determina una scarica che può determinare un incendio. L'accoppiamento induttivo avviene, invece, a causa della natura impulsiva del fulmine. Quando abbiamo una scarica è associato ad essa un notevole campo elettromagnetico variabile che genera delle tensioni indotte sui circuiti, sia tra conduttori attivi che tra qualsiasi conduttore attivo e terra. Le protezioni contro le sovratensioni servono ad evitare l'avaria delle apparecchiature per il cedimento dell'isolamento verso massa.

Negli impianti fotovoltaici nel caso di una sovratensione possiamo avere solamente rischio R4. Il rischio economico riguarda il danno all'inverter e la mancata produzione di energia in caso di guasto. Il costo delle misure di protezione contro le sovratensioni (SPD) è talmente basso rispetto al costo delle apparecchiature **che viene sempre installato**, con installazione diretta. Inoltre viene valutata di volta in volta la necessità di installare SPD nel lato c.a.

Quadro di parallelo

Il quadro di parallelo ha la funzione di realizzare il parallelo elettrico a valle degli inverter. Realizza inoltre la funzione di protezione e sezionamento elettrico degli inverter dall'impianto. Il dispositivo di generatore è integrato nel generatore (inverter), scelto secondo le prescrizioni della CEI 11-20 par.5.6.4 e quindi atto a soddisfare i requisiti sul sezionamento della Norma CEI 64-8.

SCHEDE DI CALCOLO PER IL DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEI CAVI

A seguire, una serie di schede riassuntive tratte dai fogli di calcolo utilizzati per il dimensionamento delle principali linee elettriche dell'impianto fotovoltaico in progetto, suddivise in linee in MT, linee in BT in ac (dagli inverter alle cabine di raccolta di area), linee in BT in dc (dalle stringhe agli inverter).

SUDDIVISIONE DELLE AREE DI IMPIANTO E DELLE LINEE DI TRASPORTO IN MT

Cabina N°	P out:	Tipo	Linea-1	Linea-2	Linea-3	Linea-4	Linea-5
Cabina-01	1'920'000	2	x 1'920'000				
Cabina-02	1'920'000	2	x 1'920'000				
Cabina-03	1'920'000	2	x	x 1'920'000			
Cabina-04	2'880'000	1	x 2'880'000				
Cabina-05	2'880'000	1	x	x 2'880'000			
Cabina-06	1'920'000	2	x	x 1'920'000			
Cabina-07	2'880'000	1			x 2'880'000		
Cabina-08	2'880'000	1	x 2'880'000				
Cabina-09	2'880'000	1	x 2'880'000				
Cabina-10	2'880'000	1	x	x 2'880'000			
Cabina-11	2'880'000	1			x 2'880'000		
Cabina-12	2'880'000	1			x 2'880'000		
Cabina-13	2'880'000	1	x	x 2'880'000			
Cabina-14	2'880'000	1			x 2'880'000		
Cabina-15	2'880'000	1				x 2'880'000	
Cabina-16	2'880'000	1				x 2'880'000	
Cabina-17	2'880'000	1				x 2'880'000	
Cabina-18	2'880'000	1				x 2'880'000	
Cabina-19	2'880'000	1					x 2'880'000
Cabina-20	2'880'000	1			x 2'880'000		
Cabina-21	2'880'000	1					x 2'880'000
Cabina-22	2'880'000	1					x 2'880'000
Cabina-23	2'880'000	1					x 2'880'000
POI:	62'400'000		12'480'000	12'480'000	11'520'000	14'400'000	11'520'000
Lungh. Scavi (m):	7'198.20		1'970.10	1'725.10	1'353.50	1'132.50	1'017.00
Lungh. Linee (m):	7'330.10		2'017.00	1'734.60	1'409.50	1'144.00	1'025.00
Tensione:			30 kV				
Potenza:			12.48 MW	12.48 MW	11.52 MW	14.4 MW	11.52 MW
Corrente:			252.82 A	252.82 A	233.37 A	291.71 A	233.37 A

Schema delle linee interne per la connessione delle Cabine di Raccolta di Area e il trasporto dell'energia prodotta verso la Cabina di Raccolta Generale (C00) posta a bordo lotto.



SCELTA DELLE SEZIONI SULLE LINEE IN MT E VERIFICHE

LINEE ELETTRICHE INTERNE IN MT		307000 [V]																
Nome della Linea	Tratto: Da a	Lunghezza Tratto		Potenza in transito Potenza [MW] Corrente [kA] Costi [€]	Sezione [mm ²]	Porosità [μ]	Circuiti Raggi [mm]	Fattori di riduzione		Porosità Effettiva [μ]	Controllo porosità	Resist. Conduttori Linea Resistenza [Ohm/km]	Caduta di tensione Linea (Delta V) Assoluta [V] Percent. [%]	Tempo Inerz. Prot. [s]	Icc (Alu-92) [kA]	Controllo sulla Icc [s]		
		Prof. [k2]	Prof. [k3]															
Linea L1 (L=2017 m)	C01	10	216.10	216.10	38.90	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	0.20	0.120	5.201271	0.02%	0.5	12.36	OK
	C02	10	249.80	259.80	1.92	38.90	0.95	95	7	0.84	0.95	1.00	1.00	176.36	0.04%	0.5	12.36	OK
	C03	10	243.10	253.10	2.88	58.34	0.95	95	7	0.84	0.95	1.00	1.00	176.36	0.03%	0.5	12.36	OK
	C04	10	187.40	197.40	2.88	58.34	0.95	95	7	0.84	0.95	1.00	1.00	176.36	0.05%	0.5	12.36	OK
	C05	10	1120.60	1130.60	2.88	58.34	0.95	95	7	0.67	0.95	1.00	1.00	140.67	0.13%	0.5	12.36	OK
	C06	10	1469.60	179.60	1.92	38.90	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.04%	0.5	12.36	OK
	C07	10	182.00	192.00	1.92	38.90	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.03%	0.5	12.36	OK
	C08	10	375.50	385.50	2.88	58.34	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.04%	0.5	12.36	OK
	C09	10	271.00	281.00	2.88	58.34	0.95	95	7	0.67	0.95	1.00	1.00	140.67	0.11%	0.5	12.36	OK
Linea L2 (L=1734.6 m)	C10	10	736.50	746.50	2.88	58.34	0.95	95	7	0.67	0.95	1.00	1.00	140.67	0.09%	0.5	12.36	OK
	C11	10	213.00	223.00	3.88	58.34	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.03%	0.5	12.36	OK
	C12	10	215.00	225.00	3.88	58.34	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.03%	0.5	12.36	OK
	C13	10	245.00	255.00	2.88	58.34	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.03%	0.5	12.36	OK
	C14	10	267.00	277.00	2.88	58.34	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.03%	0.5	12.36	OK
	C15	10	704.50	714.50	2.88	58.34	0.95	95	7	0.60	0.95	1.00	1.00	135.97	0.08%	0.5	12.36	OK
	C16	10	185.00	195.00	2.88	58.34	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.02%	0.5	12.36	OK
	C17	10	310.00	320.00	2.88	58.34	0.95	95	7	1.00	0.95	1.00	1.00	209.95	0.04%	0.5	12.36	OK
	C18	10	221.50	231.50	2.88	58.34	0.95	95	7	0.67	0.95	1.00	1.00	140.67	0.09%	0.5	12.36	OK
Linea L3 (L=1409.5 m)	C19	10	181.00	191.00	2.88	58.34	0.95	95	7	0.67	0.95	1.00	1.00	140.67	0.12%	0.5	12.36	OK
	C20	10	340.50	350.50	2.88	58.34	0.95	95	7	0.67	0.95	1.00	1.00	140.67	0.04%	0.5	12.36	OK
	C21	10	241.00	251.00	2.88	58.34	0.95	95	7	0.74	0.95	1.00	1.00	155.36	0.04%	0.5	12.36	OK
	C22	10	233.00	243.00	2.88	58.34	0.95	95	7	0.74	0.95	1.00	1.00	155.36	0.03%	0.5	12.36	OK
	C23	10	210.50	220.50	2.88	58.34	0.95	95	7	0.74	0.95	1.00	1.00	155.36	0.03%	0.5	12.36	OK
	C24	10	665.00	675.00	16.50	334.26	0.95	500	7	0.74	0.95	1.00	1.00	386.65	0.11%	0.5	65.05	OK
	C25	10	665.00	675.00	16.50	334.26	0.95	500	7	0.74	0.95	1.00	1.00	386.65	0.11%	0.5	65.05	OK
	C26	10	665.00	675.00	16.50	334.26	0.95	500	7	0.74	0.95	1.00	1.00	386.65	0.11%	0.5	65.05	OK
	C27	10	665.00	675.00	16.50	334.26	0.95	500	7	0.74	0.95	1.00	1.00	386.65	0.11%	0.5	65.05	OK

ARP1H5(AR)EX *P-Laser* **AIR BAG™**
CABLE SYSTEM

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)EX

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria	posa interrata	
		p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
conductor cross-section	open air installation	underground installation	
(mm ²)	(A)	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	3180	800
70	9,7	25,1	38	3340	800
95	11,4	26,0	39	3610	820
120	12,9	26,9	40	3900	840
150	14,0	27,6	41	4180	870
185	15,8	29,0	42	4620	890
240	18,2	31,4	45	5380	950
300	20,8	34,6	49	6500	1030

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	194	173	133
70	240	212	163
95	293	254	195
120	338	290	223
150	382	325	250
185	439	369	283
240	519	429	325
300	599	486	373

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE /
MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
Mescola estrusa
Isolante
Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)
Semiconduttivo esterno
Mescola estrusa
Rivestimento protettivo
Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (R_{max} 3Ω/Km)
Protezione meccanica
Materiale Polimerico (Air Bag)
Guaina
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)
Marcatura
PRYSMIAN (**) ARP1H5(AR)EX <tensione>
<sezione> <fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140°C
Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K=100
N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core
Compact stranded aluminium conductor
Inner semi-conducting layer
Extruded compound
Insulation
Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)
Outer semi-conducting layer
Extruded compound
Protective layer
Semiconductive watertight tape
Screen
Aluminium tape longitudinally applied (R_{max} 3Ω/Km)
Mechanical protection
Polymeric material (Air Bag)
Sheath
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)
Marking
PRYSMIAN (**) ARP1H5(AR)EX <rated voltage>
<cross-section> <phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications

Overload maximum temperature 140°C
K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100
N.B. According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO / OPERATION TEMPERATURE	TEMPERATURA CORTO CIRCUITO / SHORT CIRCUIT TEMPERATURE	RIGIDO / RIGID
105°C	300°C	

Coefficienti di correzione delle portate di corrente

TABELLA 1

Sezione [mmq]	Sezione Condutt. [mm]	Est. max [mm]	Portata Interrato		Resistenza (20°C)		Reattanza di fase	
			trifoglio [A]	piano [A]	trifoglio [Ohm/km]	piano [Ohm/km]	trifoglio [Ohm/km]	piano [Ohm/km]
50			152	157	0.6410		0.14	
70			186	192	0.4430		0.13	
95			221	229	0.3200		0.12	
120			252	260	0.2530		0.12	
150			281	288	0.2060		0.11	
185			317	324	0.1640		0.11	
240			367	373	0.1250		0.11	
300			414	419	0.1000		0.1	
400			470	466	0.0778		0.101	
500			550	540	0.0605		0.097	
630			710	700	0.0469		0.094	

Sezione [mmq]	Sezione Condutt. [mm]	Est. max [mm]	Portata Interrato		Resistenza (20°C)		Reattanza di fase	
			trifoglio [A]	piano [A]	trifoglio [Ohm/km]	piano [Ohm/km]	trifoglio [Ohm/km]	piano [Ohm/km]
			221		0.32		0.12	
95			221		0.32		0.12	
300			414		0.1		0.1	
240			367		0.125		0.11	
630			710		0.0469		0.094	

TABELLA 2 Numero Circuiti in piano

Distanza tra cavi (cm)	Numero di sistemi orizzontali:				
	1	2	3	4	6
7	1	0.84	0.74	0.67	0.6
25	1	0.86	0.78	0.74	0.69

CONDIZIONI DI PORTATA DEI CAVI				
Fattore di carico (%)	Temperatura aria (°C)	Temperatura terreno (°C)	Resistività terreno (°C cmW)	Profondità posa (cm)
100	30	20	100	80

COEFFICIENTE DI CORREZIONE PER LA POSA IN ARIA A TEMPERATURA DIVERSA DA 30°C										
Temperatura ambiente (°C)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Coefficiente di correzione	1,09	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,79	0,74	0,67	0,60

COEFFICIENTE DI CORREZIONE PER LA POSA IN TERRENO A TEMPERATURA DIVERSA DA 20°C							
Temperatura terreno (°C)	15	20	25	30	35	40	45
Coefficiente di correzione	1,05	1,00	0,95	0,92	0,88	0,84	0,80

COEFFICIENTE DI CORREZIONE PER LA POSA IN TERRENO CON RESISTIVITÀ DIVERSA DA 100°C cmW					
Tipo del terreno	Scorie di riporto asciutte	Sabbia asciutta	Terreno compatto umidità normale	Terreno umido	Terreno e sabbia bagnati
Resistività sabbica	500	300	100	80	70
Coefficiente di correzione	0,56	0,67	1,00	1,11	1,16

COEFFICIENTE DI CORREZIONE PER LA POSA IN TERRENO CON PROFONDITÀ DIVERSA DA 80 cm						
Profondità posa (cm)	80	100	125	150	175	200
Coefficiente di correzione	1,00	0,98	0,96	0,95	0,94	0,92

A.15.1.4 Portata dei cavi in regime permanente

La *corrente massima* (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore è calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8.

Le *portate dei cavi* in regime permanente relative alle condutture da installare sono verificate secondo le tabelle CEI-UNEL 35024, applicando ai valori individuati, dei coefficienti di riduzione che dipendono dalle specifiche condizioni di posa e dalla temperatura ambiente. Nei casi di cavi con diverse modalità di posa, è effettuata la verifica per la condizione di posa più gravosa.

Le sezioni dei cavi sono verificate anche dal punto di vista della caduta di tensione alla corrente di normale utilizzo, secondo quanto riportato nelle Norme CEI 64-8. Le verifiche in oggetto sono effettuate mediante l'uso delle tabelle CEI-UNEL 35023.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando la relazione:

$$I_e \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_e \leq 1,45 I_z$$

dove:

- **IB** = corrente di impiego del circuito calcolata come massimo carico alimentabile dal cavo sotto esame;
- **IZ** = portata in regime permanente del conduttore (portata del conduttore calcolata in base alla norma CEI UNEL 35024/1);
- **IN** = corrente nominale del dispositivo di protezione (nel caso in cui il dispositivo di protezione è regolabile, in viene stata assunta pari alla corrente di regolazione, come da CEI 64-8);
- **If** = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite. Secondo la norma CEI EN 60947-2, "lo sganciatore deve causare lo sgancio dell'interruttore con una precisione del ±10 % del valore della corrente di intervento per tutti i valori della corrente regolata dello sganciatore di sovraccarico".

RIASSUNTIVO LUNGHEZZA CAVI PER SEZIONE E LINEA				SEZIONE CAVI (mmq)									
Tratto (da - a)		Lunghezza T		Sezione		95	120	150	185	240	300	400	500
Linea L1	C01	C02	1.92	226.10	0.31	95.00	226	0	0	0	0	0	0
	C02	C04	1.92	259.80	0.31	95.00	260	0	0	0	0	0	0
	C04	C08	2.88	253.10	0.31	95.00	253	0	0	0	0	0	0
	C08	C09	2.88	197.40	0.31	95.00	197	0	0	0	0	0	0
	C09	C00	2.88	1'130.60	0.31	95.00	1'131	0	0	0	0	0	0
				0.31	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE PER LINEA [m]:						1'785	0						
Linea L2	C03	C06	1.92	179.60	0.31	95.00	180	0	0	0	0	0	0
	C06	C05	1.92	192.00	0.31	95.00	192	0	0	0	0	0	0
	C05	C10	2.88	385.50	0.31	95.00	386	0	0	0	0	0	0
	C10	C13	2.88	281.00	0.31	95.00	281	0	0	0	0	0	0
				0.31	95.00	747	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE PER LINEA [m]:						1'785	0						
Linea L3	C07	C12	2.88	223.00	0.31	95.00	223	0	0	0	0	0	0
	C12	C11	2.88	235.00	0.31	95.00	235	0	0	0	0	0	0
	C11	C14	2.88	277.00	0.31	95.00	277	0	0	0	0	0	0
				0.31	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE PER LINEA [m]:						1'450	0						
Linea L4	C15	C18	2.88	193.00	0.31	95.00	193	0	0	0	0	0	0
	C18	C17	2.88	320.00	0.31	95.00	320	0	0	0	0	0	0
	C17	C16	2.88	231.50	0.31	95.00	232	0	0	0	0	0	0
	C20	C00	2.88	191.00	0.31	95.00	191	0	0	0	0	0	0
					0.31	0.00	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE PER LINEA [m]:						1'194	0						
Linea L5	C19	C23	2.88	350.50	0.31	95.00	351	0	0	0	0	0	0
	C21	C00	2.88	220.50	0.31	95.00	221	0	0	0	0	0	0
					0.31	0.00	0	0	0	0	0	0	0
					0.31	0.00	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE PER LINEA [m]:						1'065	0						
Bess-2	C-00	16.50	673	0.31225	500	0	0	0	0	0	0	0	673
Bess-3	C-00			0.31225	120	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE PER LINEA [m]:						0	0	0	0	0	0	0	1'346
LUNGHEZZE TOTALI DEI CAVI, TRIPOLARI, PER CIASCUNA DELLE SEZIONI UTILIZZABILI:						[95 mmq]	[120 mmq]	[150 mmq]	[185 mmq]	[240 mmq]	[300 mmq]	[400 mmq]	[500 mmq]
TOTALI COMPLESSIVI [m]:						7'560	0	0	0	0	0	0	1'346

Caduta Massima di tensione imposta:
1% imposta sui cavi di stringa:

										Sezione di calcolo				Sez. Commerc.				Portata		Controllo			
INVERTER 01	Presenz. Stringa:			Lungh.:		Pannello	pannelli	Pot. Stringa	Tens	Corrente	Tipo	Delta V	Sezione		Normaliz.	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Portata	Controllo				
320'000 [W]				[m]	[W]	[W]	per stringa	[V]	[V]	[A]		imposta	cont.parc	cont.parc	[mmq]	[mmq]	[A]	[A]	[A]				
1	1	STR.1.1	19.70	27.70	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.7427	1.86E-08	1.3784	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
2	1	STR.1.2	19.70	27.70	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.7427	1.86E-08	1.3784	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
3	1	STR.1.3	2150	29.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.791	1.86E-08	1.4679	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
4	1	STR.1.4	2150	29.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.791	1.86E-08	1.4679	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
5	1	STR.1.5	17.30	25.30	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6784	1.86E-08	1.2589	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
6	1	STR.1.6	17.30	25.30	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6784	1.86E-08	1.2589	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
7	1	STR.1.7	2150	29.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.791	1.86E-08	1.4679	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
8	1	STR.1.8	2150	29.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.791	1.86E-08	1.4679	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
9	1	STR.1.9	48.50	56.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.5149	1.86E-08	2.8115	2.81	2	2.5	2	3	4	44	OK
10	1	STR.1.10	48.50	56.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.5149	1.86E-08	2.8115	2.81	2	2.5	2	3	4	44	OK
11	1	STR.1.11	16.50	24.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6569	1.86E-08	1.2191	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
12	1	STR.1.12	16.50	24.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6569	1.86E-08	1.2191	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
13	1	STR.1.13	53.00	61.00	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.6356	1.86E-08	3.0354	3.04	2	2.5	2	3	4	44	OK
14	1	STR.1.14	75.00	83.00	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.2254	1.86E-08	4.1301	4.13	3	4	3	4	6	57	OK
15	1	STR.1.15	73.00	81.00	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.1718	1.86E-08	4.0306	4.03	3	4	3	4	6	57	OK
16	1	STR.1.16	64.00	72.00	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.9305	1.86E-08	3.5828	3.58	2	2.5	2	3	4	44	OK
17	1	STR.1.17	62.00	70.00	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.8769	1.86E-08	3.4832	3.48	2	2.5	2	3	4	44	OK
18	0	STR.1.18	87.00	0.00	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
19	0	STR.1.19	81.00	0.00	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
20	0	STR.1.20	0.00	0.00	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1.5	24	OK	
SOMME:			17	785	753		337'960																

										Sezione di calcolo				Sez. Commerc.				Portata		Controllo			
INVERTER 02	Presenz. Stringa:			Lungh.:		Pot.	Tens	Corrente	Tipo	Delta V	Sezione		Normaliz.	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Portata	Controllo						
320'000 [W]				[m]	[W]	[W]	[V]	[A]		imposta	cont.parc	cont.parc	[mmq]	[mmq]	[A]	[A]							
1	1	STR.2.1	34.800	42.800	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1476	1.86E-08	2.1238	2.13	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
2	1	STR.2.2	34.800	42.800	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1476	1.86E-08	2.1238	2.13	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
3	1	STR.2.3	32.300	40.300	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0805	1.86E-08	2.0054	2.01	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
4	1	STR.2.4	32.300	40.300	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0805	1.86E-08	2.0054	2.01	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
5	1	STR.2.5	5.000	13.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3486	1.86E-08	0.6469	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
6	1	STR.2.6	5.000	13.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3486	1.86E-08	0.6469	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
7	1	STR.2.7	32.800	40.800	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0939	1.86E-08	2.0302	2.03	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
8	1	STR.2.8	32.800	40.800	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0939	1.86E-08	2.0302	2.03	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
9	1	STR.2.9	13.000	21.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5631	1.86E-08	1.0450	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
10	1	STR.2.10	13.000	21.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5631	1.86E-08	1.0450	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
11	1	STR.2.11	1.000	9.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2413	1.86E-08	0.4478	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
12	1	STR.2.12	1.000	9.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2413	1.86E-08	0.4478	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
13	1	STR.2.13	36.200	44.200	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1851	1.86E-08	2.1994	2.20	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
14	1	STR.2.14	75.000	83.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.2254	1.86E-08	4.1301	4.13	3	4	3	4	6	57	OK
15	1	STR.2.15	73.000	81.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.1718	1.86E-08	4.0306	4.03	3	4	3	4	6	57	OK
16	1	STR.2.16	64.000	72.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.9305	1.86E-08	3.5828	3.58	2	2.5	2	3	4	44	OK
17	1	STR.2.17	62.000	70.000	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.8769	1.86E-08	3.4832	3.48	2	2.5	2	3	4	44	OK
18	0	STR.2.18	87.000	0.000	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
19	0	STR.2.19	81.000	0.000	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
20	0	STR.2.20	0.000	0.000	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
SOMME:			17	716	684		337'960																

										Sezione di calcolo				Sez. Commerc.				Portata		Controllo			
INVERTER 03	Presenz. Stringa:			Lungh.:		Pot.	Tens	Corrente	Tipo	Delta V	Sezione		Normaliz.	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Portata	Controllo						
320'000 [W]				[m]	[W]	[W]	[V]	[A]		imposta	cont.parc	cont.parc	[mmq]	[mmq]	[A]	[A]							
1	1	STR.3.1	36	44	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1797	1.86E-08	2.1695	2.19	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
2	1	STR.3.2	68	76	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.0377	1.86E-08	3.7818	3.78	2	2.5	2	3	4	44	OK
3	1	STR.3.3	68	76	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.0377	1.86E-08	3.7818	3.78	2	2.5	2	3	4	44	OK
4	1	STR.3.4	22	30	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8044	1.86E-08	1.4928	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
5	1	STR.3.5	22	30	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8044	1.86E-08	1.4928	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
6	1	STR.3.6	2	10	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2681	1.86E-08	0.4976	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
7	1	STR.3.7	2	10	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2681	1.86E-08	0.4976	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
8	1	STR.3.8	4.5	12.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3352	1.86E-08	0.6220	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
9	1	STR.3.9	4.5	12.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3352	1.86E-08	0.6220	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
10	1	STR.3.10	24.8	32.8	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8794	1.86E-08	1.6321	1.63	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
11	1	STR.3.11	24.8	32.8	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8794	1.86E-08	1.6321	1.63	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
12	1	STR.3.12	28	36	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.9652	1.86E-08	1.7914	1.79	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
13	1	STR.3.13	28	36	710	28	19'880	1218.84	16.34														

INVERTER 04		Presenz:	Stringa:	Lungh.:	Pot.	Tens	Corrente	Tipo	Delta V	Sezione			Sezione di calcolo			FINALE									
320'000 [w]				[m]	[w]	[V]	[A]		imposta	cont.parc	cont.parc	Normaliz	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Portata	Controllo								
				[w]					[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[A]	[A]	lz>145lb							
1	1	1	STR.4.1	37	45	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.2066	1.86E-08	2.2392	2.24	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
2	1	1	STR.4.2	19	27	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.7239	1.86E-08	1.3435	1.50	1	1.5	1	1	1	1.5	24	OK
3	1	1	STR.4.3	19	27	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.7239	1.86E-08	1.3435	1.50	1	1.5	1	1	1	1.5	24	OK
4	1	1	STR.4.4	24.5	32.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8714	1.86E-08	1.6172	1.62	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
5	1	1	STR.4.5	24.5	32.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8714	1.86E-08	1.6172	1.62	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
6	1	1	STR.4.6	2.5	10.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2815	1.86E-08	0.5225	1.50	1	1.5	1	1	1	1.5	24	OK
7	1	1	STR.4.7	2.5	10.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2815	1.86E-08	0.5225	1.50	1	1.5	1	1	1	1.5	24	OK
8	1	1	STR.4.8	5.5	13.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.362	1.86E-08	0.6718	1.50	1	1.5	1	1	1	1.5	24	OK
9	1	1	STR.4.9	5.5	13.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.362	1.86E-08	0.6718	1.50	1	1.5	1	1	1	1.5	24	OK
10	1	1	STR.4.10	30	38	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0189	1.86E-08	1.8909	1.89	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
11	1	1	STR.4.11	30	38	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0189	1.86E-08	1.8909	1.89	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
12	1	1	STR.4.12	25.5	33.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6362	1.86E-08	1.6670	1.67	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
13	1	1	STR.4.13	25.5	33.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6362	1.86E-08	1.6670	1.67	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
14	1	1	STR.4.14	75	83	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.2254	1.86E-08	4.1301	4.13	3	4	3	4	6	57	OK	
15	1	1	STR.4.15	73	81	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.1718	1.86E-08	4.0306	4.03	3	4	3	4	6	57	OK	
16	1	1	STR.4.16	64	72	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.9305	1.86E-08	3.5828	3.58	2	2.5	2	3	4	44	OK	
17	1	1	STR.4.17	62	70	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.8769	1.86E-08	3.4832	3.48	2	2.5	2	3	4	44	OK	
18	0	0	STR.4.18	87	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
19	0	0	STR.4.19	81	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
20	0	0	STR.4.20	0	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
SOMME:		17		633	661			337'960																	

INVERTER 05		Presenz:	Stringa:	Lungh.:	Pot.	Tens	Corrente	Tipo	Delta V	Sezione			Sezione di calcolo			FINALE									
320'000 [w]				[m]	[w]	[V]	[A]		imposta	cont.parc	cont.parc	Normaliz	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Portata	Controllo								
				[w]					[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[A]	[A]	lz>145lb							
1	1	1	STR.5.1	45	53	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.4211	1.86E-08	2.6373	2.64	2	2.5	2	3	4	44	OK	
2	1	1	STR.5.2	24	32	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.858	1.86E-08	1.5923	1.59	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
3	1	1	STR.5.3	24	32	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.858	1.86E-08	1.5923	1.59	1	1.5	1	2	2.5	33	OK	
4	1	1	STR.5.4	18	26	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6971	1.86E-08	1.2938	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
5	1	1	STR.5.5	18	26	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6971	1.86E-08	1.2938	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
6	1	1	STR.5.6	3.5	11.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3083	1.86E-08	0.5722	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
7	1	1	STR.5.7	3.5	11.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3083	1.86E-08	0.5722	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
8	1	1	STR.5.8	5.5	13.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.362	1.86E-08	0.6718	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
9	1	1	STR.5.9	5.5	13.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.362	1.86E-08	0.6718	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
10	1	1	STR.5.10	11	19	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5094	1.86E-08	0.9455	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
11	1	1	STR.5.11	11	19	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5094	1.86E-08	0.9455	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
12	1	1	STR.5.12	15.5	23.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6301	1.86E-08	1.1694	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
13	1	1	STR.5.13	15.5	23.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6301	1.86E-08	1.1694	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
14	1	1	STR.5.14	75	83	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.2254	1.86E-08	4.1301	4.13	3	4	3	4	6	57	OK	
15	1	1	STR.5.15	73	81	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.1718	1.86E-08	4.0306	4.03	3	4	3	4	6	57	OK	
16	1	1	STR.5.16	64	72	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.9305	1.86E-08	3.5828	3.58	2	2.5	2	3	4	44	OK	
17	1	1	STR.5.17	62	70	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.8769	1.86E-08	3.4832	3.48	2	2.5	2	3	4	44	OK	
18	0	0	STR.5.18	87	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
19	0	0	STR.5.19	81	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
20	0	0	STR.5.20	0	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK	
SOMME:		17		642	610			337'960																	

INVERTER 06		Presenz:	Stringa:	Lungh.:	Pot.	Tens	Corrente	Tipo	Delta V	Sezione			Sezione di calcolo			FINALE								
320'000 [w]				[m]	[w]	[V]	[A]		imposta	cont.parc	cont.parc	Normaliz	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Sez. Commerc.	Portata	Controllo							
				[w]					[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[mmq]	[A]	[A]	lz>145lb						
1	1	1	STR.6.1	40	48	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.287	1.86E-08	2.3885	2.39	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
2	1	1	STR.6.2	2.6	10.6	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2842	1.86E-08	0.5275	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
3	1	1	STR.6.3	2.6	10.6	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2842	1.86E-08	0.5275	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
4	1	1	STR.6.4	4.7	12.7	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3405	1.86E-08	0.6320	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
5	1	1	STR.6.5	4.7	12.7	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3405	1.86E-08	0.6320	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
6	1	1	STR.6.6	36	44	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1737	1.86E-08	2.1695	2.19	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
7	1	1	STR.6.7	36	44	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1737	1.86E-08	2.1695	2.19	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
8	1	1	STR.6.8	31	39	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0457	1.86E-08	1.9407	1.94	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
9	1	1	STR.6.9	31	39	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0457	1.86E-08	1.9407	1.94	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
10	1	1	STR.6.10	35	43	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1529	1.86E-08	2.1397	2.14	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
11	1	1	STR.6.11	35	43	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1529	1.86E-08	2.1397	2.14	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
12	1	1	STR.6.12	30	38	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0189	1.86E-08	1.8909	1.89	1	1.5	1	2	2.5	33	OK

INVERTER 07	Presenz.	Stringa:	Lungh.: [m]	[W]	Pot. [W]	Tens [V]	Corrente [A]	Tipo	Delta V imposta	Sezione cont.paz cont.paz	Normalizz.		Sez. Commerc. [mmq]	Sez. Commerc.	Portata [A]	Controllo Iz>1.45lb							
											[mmq]	[mmq]											
320'000 [w]																							
1	1	STR.7.1	38.5	46.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.2468	1.86E-08	2.3139	2.31	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
2	1	STR.7.2	40	48	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.287	1.86E-08	2.3885	2.39	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
3	1	STR.7.3	3	11	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2949	1.86E-08	0.5474	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
4	1	STR.7.4	3	11	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.2949	1.86E-08	0.5474	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
5	1	STR.7.5	5	13	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3486	1.86E-08	0.6469	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
6	1	STR.7.6	5	13	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.3486	1.86E-08	0.6469	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
7	1	STR.7.7	40	48	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.287	1.86E-08	2.3885	2.39	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
8	1	STR.7.8	40	48	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.287	1.86E-08	2.3885	2.39	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
9	1	STR.7.9	27	35	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.9384	1.86E-08	1.7416	1.74	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
10	1	STR.7.10	27	35	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.9384	1.86E-08	1.7416	1.74	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
11	1	STR.7.11	31	39	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0457	1.86E-08	1.9407	1.94	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
12	1	STR.7.12	31	39	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.0457	1.86E-08	1.9407	1.94	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
13	1	STR.7.13	38.5	44.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.1932	1.86E-08	2.2143	2.21	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
14	1	STR.7.14	75	83	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.2254	1.86E-08	4.1301	4.13	3	4	3	4	6	57	OK
15	1	STR.7.15	73	81	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.1718	1.86E-08	4.0306	4.03	3	4	3	4	6	57	OK
16	1	STR.7.16	64	72	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.9305	1.86E-08	3.5828	3.58	2	2.5	2	3	4	44	OK
17	1	STR.7.17	62	70	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.8769	1.86E-08	3.4832	3.48	2	2.5	2	3	4	44	OK
18	0	STR.7.18	87	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
19	0	STR.7.19	81	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
20	0	STR.7.20	0	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
SUMME	17		769	737			337'960																

INVERTER 08	Presenz.	Stringa:	Lungh.: [m]	[W]	Pot. [W]	Tens [V]	Corrente [A]	Tipo	Delta V imposta	Sezione cont.paz cont.paz	Normalizz.		Sez. Commerc. [mmq]	Sez. Commerc.	Portata [A]	Controllo Iz>1.45lb							
											[mmq]	[mmq]											
320'000 [w]																							
1	1	STR.8.1	24	32	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.858	1.86E-08	1.5323	1.53	1	1.5	1	2	2.5	33	OK
2	1	STR.8.2	20	28	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.7507	1.86E-08	1.3933	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
3	1	STR.8.3	20	28	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.7507	1.86E-08	1.3933	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
4	1	STR.8.4	12	20	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5362	1.86E-08	0.9952	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
5	1	STR.8.5	12	20	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5362	1.86E-08	0.9952	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
6	1	STR.8.6	16.5	24.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6563	1.86E-08	1.2191	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
7	1	STR.8.7	16.5	24.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6563	1.86E-08	1.2191	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
8	1	STR.8.8	11.5	19.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5228	1.86E-08	0.9703	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
9	1	STR.8.9	11.5	19.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5228	1.86E-08	0.9703	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
10	1	STR.8.10	16	24	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6435	1.86E-08	1.1943	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
11	1	STR.8.11	16	24	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6435	1.86E-08	1.1943	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
12	1	STR.8.12	21.5	29.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.791	1.86E-08	1.4679	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
13	1	STR.8.13	21.5	29.5	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.791	1.86E-08	1.4679	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
14	1	STR.8.14	75	83	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.2254	1.86E-08	4.1301	4.13	3	4	3	4	6	57	OK
15	1	STR.8.15	73	81	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	2.1718	1.86E-08	4.0306	4.03	3	4	3	4	6	57	OK
16	1	STR.8.16	64	72	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.9305	1.86E-08	3.5828	3.58	2	2.5	2	3	4	44	OK
17	1	STR.8.17	62	70	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	1.8769	1.86E-08	3.4832	3.48	2	2.5	2	3	4	44	OK
18	0	STR.8.18	87	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
19	0	STR.8.19	81	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
20	0	STR.8.20	0	0	710	28	0	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0	1.86E-08	0.0000	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
SUMME	17		661	629			337'960																

INVERTER 09	Presenz.	Stringa:	Lungh.: [m]	[W]	Pot. [W]	Tens [V]	Corrente [A]	Tipo	Delta V imposta	Sezione cont.paz cont.paz	Normalizz.		Sez. Commerc. [mmq]	Sez. Commerc.	Portata [A]	Controllo Iz>1.45lb							
											[mmq]	[mmq]											
320'000 [w]																							
1	1	STR.9.1	5.50	13.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.362	1.86E-08	0.6718	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
2	1	STR.9.2	5.50	13.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.362	1.86E-08	0.6718	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
3	1	STR.9.3	12.50	20.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5497	1.86E-08	1.0201	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
4	1	STR.9.4	12.50	20.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.5497	1.86E-08	1.0201	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
5	1	STR.9.5	17.50	25.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6837	1.86E-08	1.2689	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
6	1	STR.9.6	17.50	25.50	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.6837	1.86E-08	1.2689	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
7	1	STR.9.7	22.00	30.00	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8044	1.86E-08	1.4928	1.50	1	1.5	1	1	1.5	24	OK
8	1	STR.9.8	22.00	30.00	710	28	19'880	1218.84	16.34	DC	2	1.00	0.8044	1.86E-08	1.4928	1.50	1	1.5	1	1			

CAVI DI STRINGA IN C.C.

INVERT-01				INVERT-02				INVERT-03				INVERT-04				INVERT-05				INVERT-06				INVERT-07				INVERT-08				INVERT-09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)		Lungh. 8	Lungh.2 [m]	Sez. (mm)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1 STR.1.1	19.70	27.70	150	1 STR.2.1	34.80	42.80	150	1 STR.3.1	36.00	44.00	250	1 STR.4.1	37.00	45.00	150	1 STR.5.1	45.00	53.00	400	1 STR.6.1	40.00	48.00	150	1 STR.7.1	38.50	46.50	150	1 STR.8.1	24.00	32.00	150	1 STR.9.1	5.50	13.50	150	1 STR.1.2	19.70	27.70	150	1 STR.2.2	34.80	42.80	150	1 STR.3.2	68.00	76.00	400	1 STR.4.2	19.00	27.00	150	1 STR.5.2	24.00	32.00	250	1 STR.6.2	2.60	10.60	150	1 STR.7.2	40.00	48.00	150	1 STR.8.2	20.00	28.00	150	1 STR.9.2	5.50	13.50	150	1 STR.1.3	21.50	29.50	150	1 STR.2.3	32.30	40.30	150	1 STR.3.3	68.00	76.00	400	1 STR.4.3	19.00	27.00	150	1 STR.5.3	24.00	32.00	250	1 STR.6.3	2.60	10.60	150	1 STR.7.3	3.00	11.00	150	1 STR.8.3	20.00	28.00	150	1 STR.9.3	12.50	20.50	150	1 STR.1.4	21.50	29.50	150	1 STR.2.4	32.30	40.30	150	1 STR.3.4	22.00	30.00	150	1 STR.4.4	24.50	32.50	150	1 STR.5.4	18.00	26.00	150	1 STR.6.4	4.70	12.70	150	1 STR.7.4	3.00	11.00	150	1 STR.8.4	12.00	20.00	150	1 STR.9.4	12.50	20.50	150	1 STR.1.5	17.30	25.30	150	1 STR.2.5	5.00	13.00	150	1 STR.3.5	22.00	30.00	150	1 STR.4.5	24.50	32.50	150	1 STR.5.5	18.00	26.00	150	1 STR.6.5	4.70	12.70	150	1 STR.7.5	5.00	13.00	150	1 STR.8.5	12.00	20.00	150	1 STR.9.5	17.50	25.50	150	1 STR.1.6	17.30	25.30	150	1 STR.2.6	5.00	13.00	150	1 STR.3.6	2.00	10.00	150	1 STR.4.6	2.50	10.50	150	1 STR.5.6	3.50	11.50	150	1 STR.6.6	36.00	44.00	150	1 STR.7.6	5.00	13.00	150	1 STR.8.6	16.50	24.50	150	1 STR.9.6	17.50	25.50	150	1 STR.1.7	21.50	29.50	150	1 STR.2.7	32.80	40.80	150	1 STR.3.7	2.00	10.00	150	1 STR.4.7	2.50	10.50	150	1 STR.5.7	3.50	11.50	150	1 STR.6.7	36.00	44.00	150	1 STR.7.7	40.00	48.00	150	1 STR.8.7	16.50	24.50	150	1 STR.9.7	22.00	30.00	150	1 STR.1.8	21.50	29.50	150	1 STR.2.8	32.80	40.80	150	1 STR.3.8	4.50	12.50	150	1 STR.4.8	5.50	13.50	150	1 STR.5.8	5.50	13.50	150	1 STR.6.8	31.00	39.00	150	1 STR.7.8	40.00	48.00	150	1 STR.8.8	11.50	19.50	150	1 STR.9.8	22.00	30.00	150	1 STR.1.9	48.50	56.50	250	1 STR.2.9	13.00	21.00	150	1 STR.3.9	4.50	12.50	150	1 STR.4.9	5.50	13.50	150	1 STR.5.9	5.50	13.50	150	1 STR.6.9	31.00	39.00	150	1 STR.7.9	27.00	35.00	150	1 STR.8.9	11.50	19.50	150	1 STR.9.9	24.50	32.50	250	1 STR.1.10	48.50	56.50	250	1 STR.2.10	13.00	21.00	150	1 STR.3.10	24.80	32.80	250	1 STR.4.10	30.00	38.00	150	1 STR.5.10	11.00	19.00	150	1 STR.6.10	35.00	43.00	150	1 STR.7.10	27.00	35.00	150	1 STR.8.10	16.00	24.00	150	1 STR.9.10	24.50	32.50	250	1 STR.1.11	16.50	24.50	150	1 STR.2.11	1.00	9.00	150	1 STR.3.11	24.80	32.80	250	1 STR.4.11	30.00	38.00	150	1 STR.5.11	11.00	19.00	150	1 STR.6.11	35.00	43.00	150	1 STR.7.11	31.00	39.00	150	1 STR.8.11	16.00	24.00	150	1 STR.9.11	37.00	45.00	250	1 STR.1.12	16.50	24.50	150	1 STR.2.12	1.00	9.00	150	1 STR.3.12	28.00	36.00	250	1 STR.4.12	25.50	33.50	150	1 STR.5.12	15.50	23.50	150	1 STR.6.12	30.00	38.00	150	1 STR.7.12	31.00	39.00	150	1 STR.8.12	21.50	29.50	150	1 STR.9.12	18.50	26.50	150	1 STR.1.13	53.00	61.00	250	1 STR.2.13	36.20	44.20	150	1 STR.3.13	28.00	36.00	250	1 STR.4.13	25.50	33.50	150	1 STR.5.13	15.50	23.50	150	1 STR.6.13	30.00	38.00	150	1 STR.7.13	36.50	44.50	150	1 STR.8.13	21.50	29.50	150	1 STR.9.13	18.50	26.50	150	1 STR.1.14	75.00	83.00	400	1 STR.2.14	75.00	83.00	400	1 STR.3.14	75.00	83.00	400	1 STR.4.14	75.00	83.00	400	1 STR.5.14	75.00	83.00	600	1 STR.6.14	75.00	83.00	400	1 STR.7.14	75.00	83.00	400	1 STR.8.14	75.00	83.00	400	1 STR.9.14	75.00	83.00	600	1 STR.1.15	73.00	81.00	400	1 STR.2.15	73.00	81.00	400	1 STR.3.15	73.00	81.00	400	1 STR.4.15	73.00	81.00	400	1 STR.5.15	73.00	81.00	600	1 STR.6.15	73.00	81.00	400	1 STR.7.15	73.00	81.00	400	1 STR.8.15	73.00	81.00	400	1 STR.9.15	73.00	81.00	600	1 STR.1.16	64.00	72.00	250	1 STR.2.16	64.00	72.00	250	1 STR.3.16	64.00	72.00	250	1 STR.4.16	64.00	72.00	250	1 STR.5.16	64.00	72.00	400	1 STR.6.16	64.00	72.00	250	1 STR.7.16	64.00	72.00	250	1 STR.8.16	64.00	72.00	250	1 STR.9.16	64.00	72.00	400	1 STR.1.17	62.00	70.00	250	1 STR.2.17	62.00	70.00	250	1 STR.3.17	62.00	70.00	400	1 STR.4.17	62.00	70.00	250	1 STR.5.17	62.00	70.00	400	1 STR.6.17	62.00	70.00	250	1 STR.7.17	62.00	70.00	250	1 STR.8.17	62.00	70.00	250	1 STR.9.17	62.00	70.00	400	0 STR.1.18	87.00	0.00	150	0 STR.2.18	87.00	0.00	150	0 STR.3.18	87.00	0.00	150	0 STR.4.18	87.00	0.00	150	0 STR.5.18	87.00	0.00	150	0 STR.6.18	87.00	0.00	150	0 STR.7.18	87.00	0.00	150	0 STR.8.18	87.00	0.00	150	0 STR.9.18	87.00	0.00	150	0 STR.1.19	81.00	0.00	150	0 STR.2.19	81.00	0.00	150	0 STR.3.19	81.00	0.00	150	0 STR.4.19	81.00	0.00	150	0 STR.5.19	81.00	0.00	150	0 STR.6.19	81.00	0.00	150	0 STR.7.19	81.00	0.00	150	0 STR.8.19	81.00	0.00	150	0 STR.9.19	81.00	0.00	150	0 STR.1.20	0.00	0.00	150	0 STR.2.20	0.00	0.00	150	0 STR.3.20	0.00	0.00	150	0 STR.4.20	0.00	0.00	150	0 STR.5.20	0.00	0.00	150	0 STR.6.20	0.00	0.00	150	0 STR.7.20	0.00	0.00	150	0 STR.8.20	0.00	0.00	150	0 STR.9.20	0.00	0.00	150

8	3.3	N° Stringhe	Potenza Raccolta: [W]	USCITA INVERTER: Potenza [W]	Tensione [V]	SOMMA LUNGHI CAVI DC Ltot1 [m]	Ltot2 [m]	CAVI AC Ltot1 [m]	Ltot2 [m]	Sezione: Cavi ac INV [mm²]	1F/3F	Tipocavo Unipol/M	Caduta Tensione Imposta %	Coeff Corr. Portata K1	K2	K3	Corrente In [A]	cos fi	sin fi	Resist [Ohm/km]	Reatt [Ohm/km]	Delta V [V]	VERIFICA sulla c.d.t.	Portata cavo: IZ [A]	RZ [A]	VERIFICA IZ	VERIFICA RZ	VERIFICA Icc	Tempo Int. [s]	Icc max cavo [A]	Verifica Icc	VERIFICA COMPLESSIVA SUL CAVO			
1	143	17	337960	320000	800.00	785.00	753.00	103	111	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	5.707	0.71	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	716.00	684.00	117	125	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	6.427	0.80	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	776.60	744.60	131	139	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	7.147	0.89	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	693.00	661.00	145	153	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	7.867	0.98	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	642.00	610.00	56	64	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	3.291	0.41	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	760.60	728.60	118	126	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	6.478	0.81	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	769.00	737.00	106	114	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	5.861	0.73	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	661.00	629.00	20	28	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	1.440	0.18	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO
1	1	17	337960	320000	800.00	680.00	648.00	90	98	240	3F	u	4	3.5	1	1	0.7	243.09	0.95	0.31225	1.7	0.0960	0.099	5.039	0.63	OK	530	371.0	0.70	OK	6.0	0.5	48.5358095	OK	VERIFICATO