

COMUNI DI
TORRE SANTA SUSANNA-MESAGNE-ERCHIE
PROVINCIA DI BRINDISI



PROGETTO

Ingveprogetti s.r.l.s.

via Geofilo n.7-72023, Mesagne (BR)

email: info@ingveprogetti.it

RESPONSABILE DEL PROGETTO

Ing. Giorgio Vece

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DENOMINATO "SPARPAGLIATA", DELLE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, SITO NEI COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA, MESAGNE ED ERCHIE (BR), CON POTENZA NOMINALE PARI A 30.000,000 KWn E POTENZA DI PICCO PARI A 33.888,78 KWp.

Oggetto: Calcoli preliminari impianti del progetto definitivo

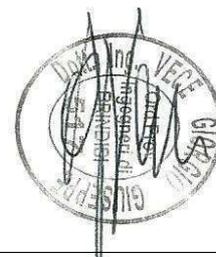
ELABORATO:

C9DVVB4_CalcoliPrelImpi
a nti_01_Rev2

PROGETTISTA:

Ing. Giorgio Vece

TIMBRO E FIRMA



STATO DEL PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER V.I.A.

N.	DATA	DESCRIZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
00	AGOSTO 2020	Prima emissione	Ing. Giorgio Vece	
01	DICEMBRE 2020	INTEGRAZIONE	Ing. Giorgio Vece	
02	FEBBRAIO 2020	INTEGRAZIONE	Ing. Giorgio Vece	

Power**tis**

Luminora Sparpagliata S.r.l
Via Venti Settembre 1, 00187 Roma
C.F. e P.IVA 15954411003

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	--

Sommario

1.Premessa	4
1.2. Norme di riferimento.....	4
2. Descrizione delle opere in progetto	5
3.1.1 Impianto elettrico	6
3.1.2 Impianto di messa a terra	7
3.1.3 Quadri di campo	8
3.1.4 Quadri di parallelo	9
3.1.5 Inverter.....	9
3.1.6 Quadro parallelo Trafo e connessione direte	10
3.2 Elettrodotta interrato.....	10
3.2.1 Dimensionamento dei cavi	11
3.1 Stazione di elevazione 150/30 kV.....	12
3.1.1 Descrizione opere elettriche	13
4. Protezioni elettriche	17
4.1 4.2 Protezione da corto circuiti sul lato c.c.dell'impianto	17
4.1 Protezione da contatti accidentali lato c.c.....	17
4.2 Protezione verso corti circuiti lato c.a.	17
4.3 Protezione dalle dispersioni verso terra	17
4.4 Protezioni di interfaccia	17
4.5 Protezione generale (Dispositivo generale(DG))	18
4.6 Dispositivo di generatore(DDG)	18
4.7 Sistemi di rinalzo	19
5. Impianti illuminazione e ausiliari	19
6.1 Impianto di terra	19
6.1.1 Impianto di terra Impianti fotovoltaici	19
6.1.2 Impianto di terra Stazione di elevazione.....	21
6.2 Impianti BT	21
6.3 Illuminazione esterna	21
6.4 Palo di sostegno illuminazione.....	22
6.5 Posa dei cavi illuminazione	22
6.6 Protezione dalle fulminazioni	22

INGVEPROGETT s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
--	---	--

6. Calcoli preliminari impianto BT	23
7.1 Calcolo della sezione della rete di messa a terra	23
7.2 Impianto di videosorveglianza	25
7.3 Calcolo impianto di illuminazione.....	26
7.3.2 Dimensionamento plinto di fondazione dei pali di illuminazione.....	27
7.3.2.1 Verifica a Ribaltamento sostegno.....	28

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

1.Premessa

La presente relazione descrive l'impianto elettrico, quello di illuminazione e di videosorveglianza del progetto integrato di un impianto (agrovoltaico) di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e di un impianto di produzione agricola denominato "Sparpagliata" che si realizzerà su aree agricole entro i territori dei comuni di Torre Santa Susanna, Mesagne e Erchie (BR). L'impianto si sviluppa su una superficie di circa mq 580.591,00.

Il Cluster Sparpagliata è un impianto fotovoltaico articolato in cinque lotti di impianto, denominati "lotto SP_1,lotto SP_2, lotto SP_3, lotto SP_4, lotto SP_5" ognuno dei quali converge in un'unica linea di connessione alla RTN. Il "CLUSTER SPARPAGLIATA" sarà connesso alla RTN a mezzo di nuova cabina primaria 150/30 KVA al futuro ampliamento della SE di Erchie, giusto il preventivo di connessione del Gestore di Rete di cui al codice di rintracciabilità n. 202000548.

La presente relazione riguarda le opere relative alle aree di impianto e alla Stazione di elevazione.

1.2. Norme di riferimento

- Norma CEI 17.5 parte 2
 - Norma CEI 17.11 parte 3
 - Norma CEI 17.13/1/2/3
 - Norma CEI 23-51
 - Norma CEI 20-20
 - Norma CEI 20-22
 - Norma CEI 23-8
 - Norma CEI 64-8
 - Norma CEI 64-7
- Uni 10439
- D.Lgs. n° 81/2008
 - Legge 10 Marzo 1968 n° 186
 - D.P.R. 24 Luglio 1996 n° 503
 - DM n° 37/2008 (ex L. n° 46/90)
 - DPR 462/01 del 23/01/2001

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

2. Descrizione delle opere in progetto

Le rispettive potenze AC e DC dei singoli lotti di impianto si articolano come rappresentato nella tabella seguente:

Lotto d' impianto	Potenza elettrica DC	Potenza elettrica AC
Lotto sp_ 1	11 . 727 , 18	10 . 350 , 00
Lotto sp_ 2	2 . 277 , 72	2 . 050 , 00
Lotto sp_ 3	4 . 124 , 52	3 . 600 , 00
Lotto sp_ 4	1 . 138 , 86	1 . 000 , 00
Lotto sp_ 5	14 . 620 , 50	13 . 000 , 00
Totali	33 . 888 , 78	30 . 000 , 00

Le opere dell'impianto fotovoltaico, denominato “SPARPAGLIATA” sono sintetizzabili in:

1. Opera di rete
2. Opere di utente

Le opera di rete sono:

- ✓ Lo stallo nel futuro ampliamento della SE di Trasformazione della RTN 380/150 kV di Erchie

Le opera di utente sono:

- ✓ Generatori fotovoltaici (SP_1,SP_2, SP_3, SP_4, SP_5)
- ✓ Cavidotto interrato di connessione dei generatori fotovoltaici alla stazione di elevazione MT/AT della lunghezza di 14.138,47 mt.
- ✓ Stazione di elevazione MT/AT
- ✓ Linea di connessione in AT alla SE Erchie

Più in dettaglio le principali opere per I generatori fotovoltaici sono:

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	-------------------------------------

Generatore Fotovoltaico	n. strutture di sostegno (tracker)	n. pannelli	n. cabine prefabbricate
Lotto di impianto SP_1	381	20.574	11
Lotto di impianto SP_2	74	3.996	4
Lotto di impianto SP_3	134	7.236	5
Lotto di impianto SP_4	37	1.998	4
Lotto di impianto SP_5	475	25.650	11

Per le opere di connessione dei generatori fotovoltaici alla stazione di elevazione MT/AT le opere principali sono:

- ✓ Cavidotto interrato di linea MT 30 kV con rispettive cabine di consegna e partenza;
- ✓ Stazione di elevazione 150/30 kV con trafo 40 MVA ed elettromeccanici isolate ad aria;
- ✓ Sostegno a traliccio e linea AT per il collegamento allo stallo del futuro ampliamento della SE di Trasformazione della RTN 380/150 kV di Erchie

la descrizione tecnica del cavidotto di connessione è riportato nell'elaborato "CalcoliPreliminariImpianto_02"; la descrizione dell'impianto elettrico della Stazione di elevazione è trattato anche nella Relazione tecnica delle opere da benestariare da parte di Terna

3. Descrizione Impianto elettrico

3.1 Impianto fotovoltaico

3.1.1 Impianto elettrico

L'intero impianto sia sul lato c.c. che sul lato a.c., avendo il sistema di neutro fluttuante è stato pensato come sistema con il neutro isolato in modo da non risentire delle eventuali fluttuazioni del neutro, per le linee ausiliarie di alimentazione dei quadri e delle altre utenze sarà invece utilizzato un classico sistema di collegamento a terra del nodo equipotenziale, di seguito si riportano le prescrizioni necessarie per la seconda ipotesi.

Tutti gli interruttori di protezione delle condutture sono scelti in modo da ottemperare le disposizioni del capitolo 43 delle norme CEI 64.8 riguardanti le protezioni contro i sovraccarichi e le correnti di corto circuito, nonché per la protezione contro i contatti indiretti. Ogni apparecchiatura installata all'interno dei quadri di distribuzione avrà idonea targhetta serigrafata riportante la funzione svolta. La distribuzione sarà realizzata a vista adoperando conduttori flessibili solari per i cavi posati a vista o con isolamento in Etilene propilene del

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

tipo FG7OR del tipo multipolare o unipolare, a norme CEI 20-22 e CEI 20-37, per posa direttamente interrata o in aria libera, con protezione meccanica aggiuntiva da adoperare per gli attraversamenti. La sezione dei conduttori dovrà rispettare i seguenti valori minimi ammessi, salvo dove diversamente indicato, così come menzionato dall'art. 433.2 delle norme CEI 64.8 quarta edizione 1998, e tale da verificare le seguenti relazioni

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Dove:

I_B = corrente di impiego del circuito

I_N = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_Z = portata in regime permanente della conduttura

I_F = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

Le singole linee di alimentazione di utenza calcolate come sopra descritto, sono riportate sugli elaborati grafici di progetto.

La sezione dei conduttori di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei rispettivi conduttori di fase per valori di sezioni uguali o inferiori a 16 mmq. La sezione dei conduttori di protezione non dovrà essere ugualmente inferiore a quella del conduttore di fase se inferiore a 16 mmq e infilato nello stesso tubo protettivo. Se il conduttore di protezione è posato in canalizzazione diversa dovrà avere sezione comunque non inferiore a quella del conduttore di fase convalori

3.1.2 Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra sarà costituito da spandenti in acciaio zincato a croce 50x50x5 mm di lunghezza 1,5 m collegati attraverso una corda di rame nudo posata ad intimo contatto con il terreno. Allo stesso impianto faranno capo il conduttore di terra, il conduttore equipotenziale principale e i conduttori di protezione dell'intero impianto. Questi ultimi saranno del tipo a semplice isolamento in pvc del tipo N07V-K, di sezione uguale al

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

corrispondente conduttore di fase.

Poiché la protezione contro i contatti indiretti è attuata mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione,

in base al collegamento all'impianto di terra del tipo TT, l'art. 413.1.4.2 delle norme CEI 64.8 prescrive che debba essere verificata la condizione seguente:

$$\mathbf{RA \times Ia \leq 50 \text{ V}}$$

Dove:

- ✓ **RA** è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse
- ✓ **Ia** è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione.

Avendo previsto per tutte le linee di alimentazione un interruttore automatico magnetotermico, la resistenza dell'impianto di terra dovrà assumere un valore tale da soddisfare la seguente relazione:

$$RA \leq 50/0,03 = 1666,7 \Omega.$$

Poiché l'impianto, per ogni lotto, sarà costituito da n. 8 dispersori a croce in acciaio zincato delle dimensioni di 50x50x5 mm di lunghezza 1,5 m, considerando terreno omogeneo con una resistività pari a 300 Ω m, , si desume che l'impianto di terra così progettato, avrà una resistenza pari a:

$$\mathbf{Ra = 300 \Omega.}$$

Notevolmente inferiore al limite massimo imposto come precedentemente riportato, norme pari a 1666,7 Ω .

3.1.3 Quadri di campo

Nell'ottica di una sensibile diminuzione dei costi si è optato per una soluzione integrata capace di effettuare allo stesso tempo, il parallelo tra le diverse stringhe, la verifica delle singole tensioni e correnti di stringa e la verifica di presenza stringa con un sistema che ne verifica l'impedenza 24h su 24h e trasmette tramite una linea seriale i dati alle diverse

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

postazioni, inoltre il sistema sarà integrato con una centralina di allarme ed in caso di manomissione genererà un segnale inviato sia alla locale stazione di sorveglianza che alla stazione centrale.

I quadri di campo saranno allocati nelle in campo nei singoli sottocampi elettricamente tracciati.

Il dimensionamento dei cavi di collegamento delle stringhe sarà stato effettuato sulla base delle prescrizioni della norma tecnica CEI-UNEL 35024/1 e s.m. ed i. con una corrente di impiego inferiore a 1500 V c.c. posati in tubo incassato in parete isolante, con un fattore di correzione dipendente dal numero di circuiti posati nello stesso cavidotto.

3.1.4 Quadri di parallelo

I suddetti quadri servono al collegamento delle diverse linee di potenza in c.c. con l'inverter. Ci saranno di conseguenza tanti quadri di parallelo quanti inverter.

Ad ogni quadro di parallelo saranno collegate le linee in parallelo provenienti dai quadri di sottocampo; i quadri di parallelo saranno collegati al sistema di tele-controllo che sarà capace di verificare l'intero funzionamento dei campi ed in funzione della potenza sarà capace di attivare i diversi inverter

Ogni collegamento delle linee di potenza dal campo sarà protetto da un sezionatore a fusibile opportunamente tarato; inoltre tutte le linee di partenza saranno opportunamente protette secondo le prescrizioni espresse nei precedenti paragrafi.

3.1.5 Inverter

Il sistema di inverter è stato dimensionato in modo tale da consentire il massimo rendimento, semplificare il montaggio e le manutenzioni, e garantire la durabilità nel tempo.

Il campo fotovoltaico è stato idealmente diviso in sottocampi formati da stringhe. Con tale dato si è proceduto alla scelta dell'inverter.

Per effettuare una scelta idonea dell'inverter si è ipotizzato di essere nelle condizioni ottimali di produttività del campo fotovoltaico in modo da selezionare un inverter che anche nelle condizioni migliori in assoluto possa erogare in rete tutta l'energia producibile dal campo, in modo da sfruttare al meglio il campo; nelle condizioni non ottimali avendo una minore produzione di energia sicuramente l'inverter riuscirà ad erogare tutta l'energia producibile.

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

Le condizioni ottimali possiamo averle in primavera con una temperatura ambiente di 17°C ,considerando un NOCT di 47°C (valore dichiarato dal produttore del modulo), una efficienza del campo escluse le perdite per temperatura pari a 0,95 ed una perdita di potenza percentuale in funzione della temperatura pari a 0,45 si ottiene una efficienza FV dell'82,55%.

3.1.6 Quadro parallelo Trafo e connessione di rete

All'uscita dal sistema degli inverter l'energia elettrica in corrente alternata sarà consegnata al trafo BT/MT mediante un quadro di parallelo.

Per effettuare il parallelo con la rete MT il trasformatore ad olio sarà collegato con il quadro di parallelo opportunamente dimensionato e fornito comprensivo di tutte le protezioni di rete previste dalle norme tecniche di connessione emanate dalla società gestore della rete di distribuzione, con un controllo della tensione e della frequenza in ingresso lato rete. I componenti principali quali pannello, inverter e trasformatore ad olio, potranno essere comunque sostituiti con componenti di similari caratteristiche tecniche disponibili sul mercato, ogni eventuale variazione sarà comunicata in fase di consegna di progetto esecutivo Elettrodotto

L'elettrodotto di collegamento alla C.P. Erchie è interrato.

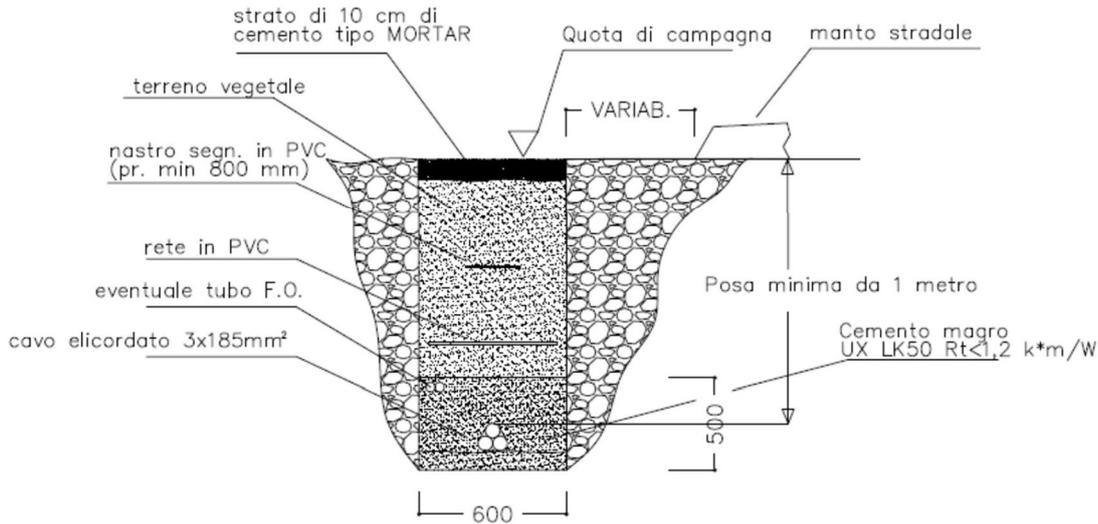
3.2 Elettrodotto interrato

Per cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media e/o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls.) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc.).

La profondità minima di posa dei tubi sarà tale da garantire almeno 1,0 m, misurata dall'estradosso superiore del tubo (Fig. 14). Va tenuto conto che detta profondità di posa minima sarà osservata, in riferimento alla strada, tanto nella posa longitudinale che in quella trasversale fin anche nei raccordi ai pozzetti. In merito al fondo dello scavo, ci si assicurerà che lo stesso sia piatto e privo di asperità che possano danneggiare le tubazioni stesse.

Al di sopra dei cavidotti ad almeno 0,2 m dall'estradosso del tubo stesso, dovrà essere collocato il nastro monitore con la scritta ENEL CAVI ELETTRICI

TIPICO POSA LATO STRADE



Il cavidotto interrato sarà eseguito in scavo a sezione ristretta della larghezza di 80 cm.

I cavi MT saranno del tipo cordato ad elica visibile per la distribuzione interrata a tensione $U_0/U=18/30$ kV, con isolamento ridotto e schermo in tubo di alluminio:

- Formazione 3 x 1x40mm² con conduttori in Al (ARE4H1RX 18/30KV).



3.2.1 Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} a) \quad & I_b \leq I_n \leq I_z \\ b) \quad & I_f \leq 1.45 \cdot I_z \end{aligned}$$

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi.

Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- ❖ IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- ❖ IEC 60364-5-52 (Mineral);
- ❖ CEI-UNEL 35024/1;
- ❖ CEI-UNEL 35024/2;
- ❖ CEI-UNEL 35026;
- ❖ CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- ❖ CEI 11-17;
- ❖ CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- ❖ EC 60502-2 (6-30kV)
- ❖ IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{\min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- ❖ tipo di materiale conduttore;
- ❖ tipo di isolamento del cavo;
- ❖ numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- ❖ eventuale declassamento deciso dall'utente

3.1 Stazione di elevazione 150/30 kV

La sottostazione di trasformazione 150/30 kV di nuova realizzazione avrà una potenza nominale di 30 MVA, è sarà collocata nell'area corrispondente alla particella 121 foglio 33 del Comune di Erchie (BR). La connessione allo stallo produttore della stazione RTN 380/150 kV di Erchie, individuato nella planimetria elettromeccanica, avverrà mediante condivisione dello stesso tra più Società condividenti riportate di seguito:

- LUMINORA SPARPAGLIATA s.r.l., codice pratica: 202000548;
- LUMINORA SPARPAGLIATA s.r.l., codice pratica: 202000514.

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

Pertanto è stata prevista la realizzazione di un sistema di connessione comune che permette di collegare le stazioni di utenza degli impianti fotovoltaici in oggetto e la stazione di elevazione relativa ad altro produttore di energia elettrica. Detto sistema di connessione condiviso, composto principalmente dal sistema sbarre con tensione 150 kV e relativi dispositivi di protezione, permetterà di ottenere il trasferimento dell'energia prodotta dagli impianti alla sezione a 150 kV della stazione elettrica RTN mediante inserimento in antenna.

3.1.1 Descrizione opere elettriche

La stazione AT/MT sarà costituita da:

- n.2 stalli di trasformazione 150/30 kV per la connessione degli impianti fotovoltaici in oggetto di proprietà LUMINORA SPARPAGLIATA s.r.l., codici pratica: 202000548 e 202000514;
- stallo in condivisione composto da sistema sbarre e n. 2 moduli GIS, uno per l'arrivo linea dall'impianto di trasformazione della società Yellow Energy s.r.l., codice pratica 201900953, l'altro per la partenza verso lo stallo produttore della stazione RTN; le apparecchiature dello stallo in condivisione saranno ubicate in corrispondenza delle stazioni di trasformazione AT/MT di proprietà LUMINORA SPARPAGLIATA s.r.l..
- cavidotto 150 kV con lunghezza di 370 m.

Gli impianti sono provvisti di sezionatori con lame di terra, trasformatori di tensione e corrente, interruttori e scaricatori di tensione.

SEZIONE 30 kV

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 30 kV costituito da celle del tipo protetto con interruttori di protezione e sezionatori a vuoto isolati in esafluoro di zolfo SF6, ad alto potere di interruzione. La derivazione verso il trasformatore sarà prelevata a valle del sezionatore, protetto con fusibili, con cavi MT aventi terminali opportunamente isolati. Al fine di impedire manovre errate, tutti i quadri saranno equipaggiati con dispositivo di interblocco elettrico con i corrispondenti interruttori generali oltre a dispositivi di interblocco meccanico.

SEZIONE 150 kV

L'avvolgimento secondario del trasformatore di potenza MT/AT è collegato mediante la sezione MT ai sistemi di produzione, la sezione in alta tensione delle stazioni elettriche di elevazione si compone dei seguenti apparati:

- n. 1 trasformatore 150/30 kV;
- n. 3 scaricatori di sovratensione.

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

- n. 3 trasformatori di corrente (fiscale e protezione);
- n. 1 interruttore automatico tripolare, isolato in SF6 con comando unipolare;
- n. 3 trasformatori di tensione (fatturazione e protezione);
- n. 1 sezionatore di isolamento rotativo tripolare;

Il sistema di sbarre verrà connesso allo stallo produttore della SE RTN mediante linea in cavo interrato con tensione di 150 kV, la connessione verrà realizzata attraverso il sistema GIS comprendente le apparecchiature isolate in gas SF6, quali interruttori automatici, sezionatori, trasformatori di corrente e tensione.

CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

L'inserimento dell'impianto alla rete di distribuzione sarà:

- di tipo in antenna su Stazione Elettrica connessa alla linea AT;
- con sistema a semplice sbarra;
- con interruttori utilizzati come organi di manovra e interruzione (soluzione normale). L'interruttore generale automatico (lato 150 kV) sarà asservito ad un sistema di protezione in grado di selezionare i guasti che avvengono a valle dell'interruttore stesso.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (99-2) e specifiche.

Interruttori tripolari in SF6:

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;
- corrente nominale: 1250 A;
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori orizzontali con lame di messa a terra:

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 315 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;
- corrente nominale: 1250 A;
- corrente di breve durata: 31,5 kA.

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

Trasformatori di corrente:

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;
- rapporto di trasformazione nominale: 400-1250/5 A/A;
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale;
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

- tensione massima: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 325 kV;
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV;
- rapporto di trasformazione nominale: 150.000/1.73/100/1.73 V/V;
- classe di precisione: 0,2-0,5-3P;
- fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5;
- salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m³): da 14 a 56;

Scaricatori di tensione 150 Kv:

- frequenza: 50 Hz;
- salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m³): da 14 a 56;
- tensione residua con impulsi atmosferici alla corrente nominale (8/20 μs): 396 kV;
- tensione residua con impulsi di corrente a fronte rapido (10 kA fronte 1 μs): 455 kV;
- tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A 30/60 μs): 318 kV;
- corrente nominale di scarica: 10 kA;
- valore di cresta degli impulsi di forte corrente: 100 kA.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Sistema GIS

- Frequenza nominale 50/60 Hz
- tensione nominale 170 kV
- corrente nominale 2000 A
- max. tensione di prova tra fase e terra;
- tensione di tenuta nominale a frequenza di esercizio 1 min. 325 kV;
- Impulso con onda 1,2/50 ms 650 kV 750 kV

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

- max. tensione di prova sulla distanza di sezionamento;
- tensione di tenuta nominale a frequenza di esercizio 1 min. 375 kV;
- Impulso con onda 1,2/50 ms 650 kV 860 kV
- corrente di breve durata 40 kA
- corrente nominale di picco 100 kA
- perdita annua gas SF6 < 1%
- temperatura ambiente: min / max -25°C / +55°C

Trasformatore trifase in olio minerale

- tensione massima 170 kV
- frequenza 50 Hz
- rapporto di trasformazione 150+-10x1,25%/30 kV/30 kV
- livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 650 kV
- livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- tensione di corto circuito 11 %
- collegamento avvolgimento Primario Stella
- collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- potenza in servizio continuo (ONAN) 20 MVA e 30 MVA

Caratteristiche di massima dei componenti MT

- tensione di esercizio nominale Vn 30 kV
- tensione di isolamento nominale 36 kV
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV
- tensione di tenuta ad impulso 170 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo In 1250 A
- corrente ammissibile di breve durata IK 25 kA
- corrente di cresta IP 2,5x· IK
- temperatura di esercizio -5 ÷ +40 °C

Il centro stella dei trasformatori di elevazione 30/150 kV sarà messo a terra dal lato AT e compensato lato MT mediante connessione a terra con bobina di Petersen.

I trasformatori saranno conformi alle Prescrizioni delle Norme CEI 14-4, il nucleo sarà di tipo a tre colonne, gli avvolgimenti saranno realizzati in Rame elettrolitico, con spire isolate con carta di pura cellulosa, la regolazione di tensione avverrà tramite prese sull'avvolgimento AT, mediante commutatore sotto carico.

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

I quadri elettrici con livello di tensione di 150 kV saranno completi di idonei isolatori portanti in porcellana per esterno, per tensione nominale di 170 kV e con tenuta ad impulso pari a 650 kV e della carpenteria metallica in acciaio zincato per il sostegno di: scaricatori AT, sezionatori AT, interruttori AT, TA e TV, isolatori portanti

4. Protezioni elettriche

4.14.2 Protezione da corto circuiti sul lato c.c.dell’impianto

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell’impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

4.1 Protezione da contatti accidentali lato c.c.

Il contatto accidentale con una tensione di oltre 500 V. c.c., valore certamente superato dalle stringhe, può essere molto pericoloso con anche pericolo di vita.

La protezione per i contatti accidentali lato c.c. è presente a bordo degli inverter che ne provoca l’immediato spegnimento.

4.2 Protezione verso corti circuiti lato c.a.

L’interruttore MT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

4.3 Protezione dalle dispersioni verso terra

All’interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra a cui sono collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

L’impianto di terra è dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni ENEL.

4.4 Protezioni di interfaccia

L’interfaccia (DDI) è un dispositivo di protezione della rete che interviene in caso di anomalie della rete stessa. L’interfaccia di rete inibisce l’immissione di corrente elettrica dell’impianto fotovoltaico nella rete, nel caso in cui venga a mancare la tensione sulla rete elettrica nazionale

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

o nel caso in cui i parametri della rete risultino “fuori standard”

Il DDI ha lo scopo di evitare che:

4.4.1 in caso di mancanza dell'alimentazione sulla rete, l'Utente possa alimentare la rete stessa;

4.4.2 in caso di guasto o di valori anomali di tensione e frequenza sulla rete BT cui è connesso l'Utente attivo, l'Utente stesso possa continuare ad alimentare il guasto o la rete;

4.4.3 in caso di richiuse automatiche/manuali di interruttori sulla rete del

Distributore, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete con possibilità di danneggiamento;

4.5 Protezione generale (Dispositivo generale(DG))

Il Dispositivo Generale unico separa l'intero impianto Utente dalla rete BT del Distributore in caso di guasto a valle del punto di connessione (guasto interno); esso ha le caratteristiche come da CEI 0-21.

È consentito installare fino al massimo di 3 (tre) DGL.

Il DG:

- non deve aprirsi per guasti a monte dell'impianto dell'Utente;
- deve aprirsi per guasti sull'impianto dell'Utente.

4.6 Dispositivo di generatore(DDG)

Dispositivo di Generatore (DDG) separa il generatore dall'impianto, assicurando:

- l'avviamento, l'esercizio e l'arresto dell'impianto di produzione in condizioni ordinarie cioè in assenza di guasti o di funzionamenti anomali del sistema di produzione;
- la protezione dell'impianto di produzione, quando si manifesti un guasto o un funzionamento anomalo dell'impianto di produzione;
- l'intervento coordinato del dispositivo del generatore e dei dispositivi di protezione dei carichi privilegiati (qualora presenti) per guasti dell'impianto durante il funzionamento in isola;
- l'intervento coordinato del dispositivo di generatore, di quello di interfaccia e del dispositivo generale in caso di guasti sulla rete del Distributore. In particolare, in questi casi, il dispositivo di generatore può intervenire o solo come ricalzo del dispositivo di interfaccia per generatori di qualsivoglia tipologia connessi alla rete mediante

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

interposizione di sistemi di raddrizzamento/inversione (generatori statici); o per salvaguardare l'integrità del generatore sincro/asincro direttamente connesso alla rete (generatori tradizionali).

4.7 Sistemi di ricalzo

Per potenze superiori a 20 kW deve essere previsto un dispositivo di ricalzo al DDI. La funzione di ricalzo al dispositivo di interfaccia è realizzata tramite l'invio, temporizzato al massimo di 0,5 s, del comando di apertura mediante bobina a mancanza di tensione, bobina a lancio di corrente o altro mezzo equivalente al fine di garantire la sicurezza sull'apertura della protezione di interfaccia ad un altro dispositivo (di ricalzo) in grado di separare il/i generatore/i dalla rete in caso di mancata apertura del dispositivo di interfaccia. Il ripristino del dispositivo di ricalzo deve avvenire solo manualmente. Per impianti di produzione con potenza unitaria o complessiva superiore a 20 kW, devono sempre essere presenti almeno due dispositivi tra il generatore e la rete, asserviti alla protezione di interfaccia di cui:

- 4.7.1 uno assolva la funzione di DDI,
- 4.7.2 l'altro assolva la funzione di ricalzo al DDI.

L'azione combinata dei due dispositivi separa pertanto in maniera affidabile i generatori dalla rete del Distributore.

5. Impianti illuminazione e ausiliari

Per l'impianto di illuminazione e dei servizi ausiliari, tanto per gli impianti fotovoltaici che per la stazione di elevazione, la fornitura dell'energia elettrica è prevista in bassa tensione, trifase 400/230 V, tramite quadro di distribuzione. Nei quadri sono previsti interruttori magnetotermici differenziali con valori di corrente e tensione nominale e di caratteristiche tali da risultare adeguati per la sezione dei cavi protetti e per i carichi presenti. I quadri saranno conformi alla Norma CEI 17- 13/1; conterranno i contattori azionati da orologi, interruttori e relè crepuscolare.

Le condutture elettriche saranno costituite da cavi multipolari con isolamenti in Gomma EPR FG7 OM1 non propagante incendio, con neutro di colore azzurro, posati in cavidotti in PVC interrati a circa 80 - 100 cm di profondità.

Idonei pozzetti con chiusino assicureranno la necessaria sfilabilità dei cavi.

6.1 Impianto di terra

6.1.1 Impianto di terra Impianti fotovoltaici

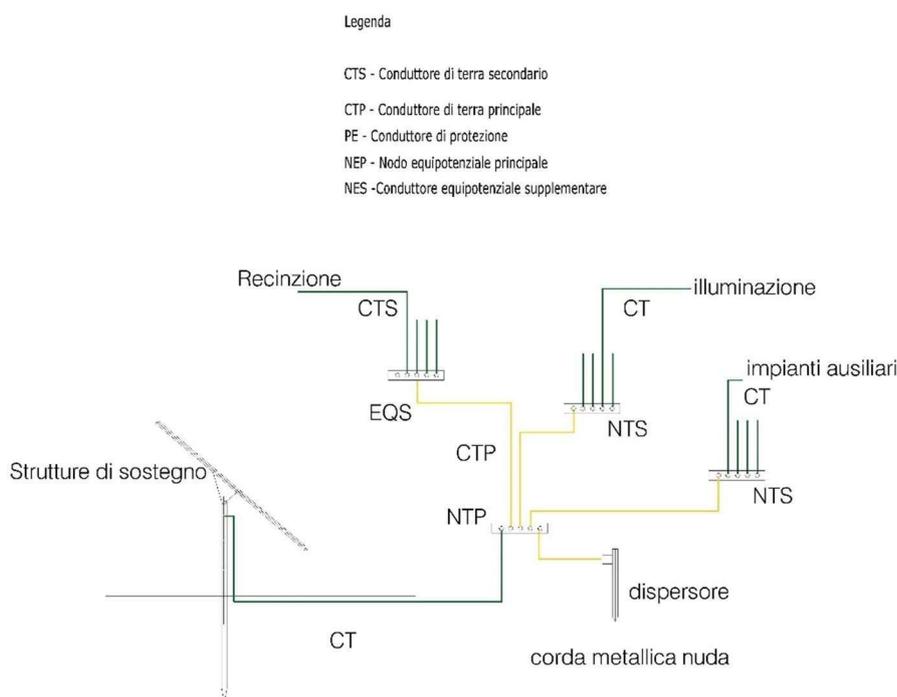
L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI 99-3 ed alle

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	--

prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 35/50 mm², interrati ad una profondità di almeno 0,5 m.

Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 35/50 mm². Sarà posata nello scavo degli elettrodotti una corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 35/50 mm² per collegare l'impianto di terra delle cabine di sezionamento con gli impianti di terra delle cabine di conversione e trasformazione.

Le strutture metalliche (tracker, recinzione, e illuminazione) saranno tutte collegate a terra tra di loro e collegati ai nodi equipotenziali secondo lo schema di seguito riportato.



Il sistema di protezione adottato è quello dell'interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto a terra pericoloso, attraverso un idoneo impianto di terra coordinato con differenziali.

Essendo la fornitura dell'energia in bassa tensione (400/230 V), si è in presenza di un sistema TT. Tutti i sostegni devono essere collegati al dispersore in prossimità della loro base, tramite un conduttore di protezione, costituito da un tratto della stessa corda del dispersore, derivato dal dispersore con morsetto a compressione protetto dalla corrosione.

Il sistema dispersore sarà costituito da picchetti in acciaio zincato a caldo profilati a croce (50x50x5x1500) infissi verticalmente nel terreno in prossimità dei pali dell'impianto di illuminazione nel numero di 1 ogni palo entro un pozzetto ispezionabile posto alla base del sostegno e corde di rame nuda interrata.

Occorre considerare che i quadri di distribuzione sono di materiale isolante e che quindi non rappresentano delle masse e non vanno collegati a terra. Gli apparecchi di illuminazione sono di classe II per cui per essi non occorre il collegamento a terra, tuttavia saranno collegati a terra i sostegni

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

6.1.2 Impianto di terra Stazione di elevazione

La stazione di consegna e connessione sarà dotata di un apposito impianto di terra, realizzato mediante un sistema dispersore con stesura di una rete di terra in corda di rame nudo al di sotto dell'intero piazzale e dell'edificio in muratura e complementata da dispersori a picchetto infissi al fondo di pozzetti di ispezione con chiusino in cemento, che servirà, fra l'altro, a collegare le masse di tutte le apparecchiature.

Al fine di evitare il trasferimento di tensioni tra impianti di terra indipendenti:

- per alimentazione di emergenza in MT, dovranno essere previsti giunti di isolamento sulle guaine dei cavi;
- per alimentazione di emergenza in BT, dovrà essere previsto un trasformatore di isolamento;
- l'eventuale alimentazione ausiliaria avrà il neutro connesso allo stesso impianto di terra della stazione di consegna e connessione.

6.2 Impianti BT

Ciascuno dei fabbricati, tanto degli impianti fotovoltaici che della Stazione di elevazione; (cabine di consegna, cabina di campo, cabine di impianto, fabbricato di controllo) sarà dotato di impianto elettrico in bassa tensione.

Per tale impianto sarà richiesta una fornitura separata in BT al Gestore locale, che alimenterà anche i servizi ausiliari delle cabine di trasformazione interne al campo. Le utenze da alimentare saranno:

- Illuminazione
- Impianto di videosorveglianza.

L'illuminazione interna dei locali deve garantire all'interno un illuminamento medio di 100 lux con organi di comando indipendenti per singoli locali.

Tutte queste utenze saranno alimentate da una linea derivata dal quadro BT dei servizi ausiliari della sottostazione.

6.3 Illuminazione esterna

L'impianto di illuminazione esterno degli impianti fotovoltaici e della Stazione di elevazione sarà realizzato con corpi illuminanti opportunamente distanziati tra loro per non generare

inquinamento luminoso. I proiettori saranno del tipo con corpo di alluminio, a tenuta stagna, grado di protezione IP65, con lampade a led e verranno montati su pali in vetroresina di altezza pari a 6 mt, aventi alla base una cassetta di derivazione. Il valore medio di illuminamento

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

minimo in prossimità delle apparecchiature AT sarà di 30 lux.

6.4 Palo di sostegno illuminazione

Palo di sostegno laminato conico, tipo SIDERPALI CDI 7800/4, con le seguenti caratteristiche:

- altezza totale H = 6,8 mm;
- altezza punto luce H = 6.000 mm;
- spessore 4 mm;
- zincato a caldo e verniciato a polveri in colore RAL;
- asola ingresso cavi 46x186 mm., taschina di messa a terra e asola per morsettiera 46x186 mm.;
- guaina termorestringente di protezione applicata alla base del palo in polietilene lunghezza L = 400 mm. spessore 4 mm.;

6.5 Posa dei cavi illuminazione

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per le linee BT;
- 0,8 m per i cavi MT (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m)

Le sezioni di scavo includono oltre ai cavi a BT, anche MT anche altre tubazioni per il passaggio di cavi a BT o di segnale e la corda di terra.

6.6 Protezione dalle fulminazioni

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

6. Calcoli preliminari impianto BT

7.1 Calcolo della sezione della rete di messa a terra

Il calcolo della sezione della corda di rame è stato effettuato in accordo alla norma CEI 64.8 par.5.3.1, per la quale la sezione delle corde della rete di messa terra si calcola mediante la formula

$$S_E = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K^c}$$

- ✓ S_E è la sezione minima del conduttore di terra in mm²;
- ✓ I è la corrente di guasto in A che percorre il conduttore di terra per un guasto franco a massa;
- ✓ t è il tempo di intervento in secondi del dispositivo di protezione;
- ✓ K^c è un coefficiente che tiene conto delle caratteristiche del materiale e della temperatura iniziale e finale che assume il conduttore. Riportiamo di seguito alcune tabelle attinenti al calcolo dei coefficienti sopra esposti:

Tabella di calcolo del parametro K^c

<i>Valori del coefficiente K^c per conduttori costituiti da cavo unipolare o da un conduttore nudo in contatto con il rivestimento esterno dei cavi.</i>				
<i>Tipo conduttore</i>		<i>Tipo isolante</i>		
		PVC $\vartheta_0=30$ $\vartheta_f=160$	G2 $\vartheta_0=30$ $\vartheta_f=250$	EPR/XLPE $\vartheta_0=30$ $\vartheta_f=220$
<i>Cavo unipolare</i>	Cu	143	166	176
	Al	95	110	116
<i>Cavo nudo a contatto con rivestimento esterno di cavi isolati</i>	Cu	143	166	176
	Al	95	110	116
	Fe	52	60	64

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei parametri per il calcolo della sezione del conduttore:

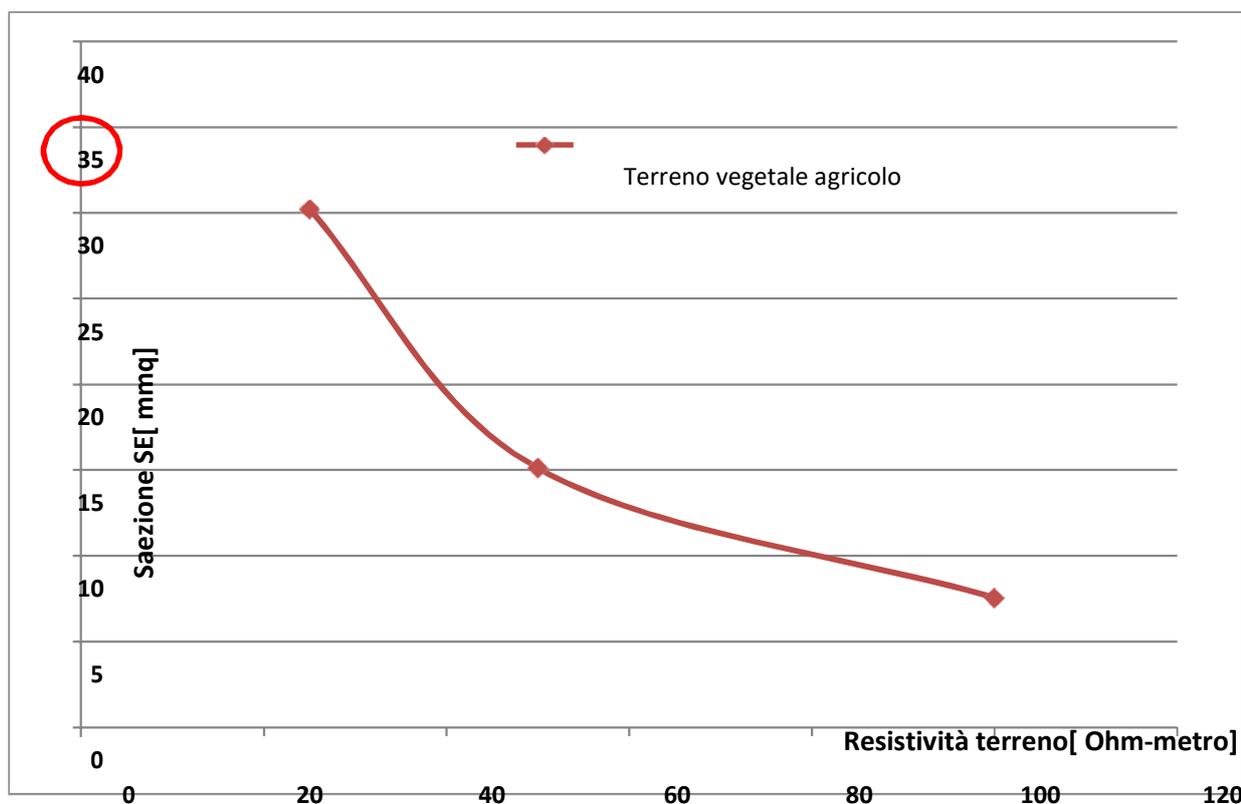
INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	--

$\frac{P}{a}$	V_{aor}
Resistività terreno agricolo umido ρ_1 [Ohm-metro]	25
Resistività terreno agricolo normale ρ_2 [Ohm-metro]	50
Resistività terreno agricolo secco ρ_3 [Ohm-metro]	100
Tensione U_0 di ingresso inverter [V]	1500
a [m] (lato nord del perimetro)	430
b [m] (lato est del perimetro)	290
Kc (cavo unipolare in PVC in Cu)	143
t [sec.]	0.01
$R_{E1} = \rho_1 / (a+b)$ [Ohm]	0,035
$R_{E2} = \rho_2 / (a+b)$ [Ohm]	0,07
$R_{E3} = \rho_3 / (a+b)$ [Ohm]	0,14
$I(\rho_1) = U_0 / R_{E1}$ [A]	43200
$I(\rho_2) = U_0 / R_{E2}$ [A]	21600
$I(\rho_3) = U_0 / R_{E3}$ [A]	10800

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

Il grafico seguente riporta il calcolo della sezione in funzione della resistività del terreno (caso normale, umido e secco).

La sezione di 35 mmq risulta essere sufficiente.



7.2 Impianto di videosorveglianza

L'impianto di videosorveglianza attiva 24h su 24h, è dimensionato per coprire l'intera area interna alle recinzioni. Utilizzando le telecamere installate è possibile rilevare le seguenti situazioni:

- Sottrazione di oggetti
- Passaggio di persone
- Scavalco o intrusione in aree definite
- Segnalazione di perdita segnale video, oscuramento, sfocatura e perdita di inquadratura.

L'impianto di videosorveglianza è composto telecamere e da un apparecchio registratore ad otto canali (DVR 8CH), alloggiato all'interno di apposito quadro. Le unità di video sorveglianza previste

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

sono formate ognuna da una Telecamera IP a colori del tipo Day & Night con ottica fissa da 3.6 mm e risoluzione in HD (720p) 30 ips sistemata in un contenitore waterproof con protezione IP66 e per il loro funzionamento sono previsti, per ogni camera di manovra, anche illuminatori ad infrarosso con portata di 30 metri. Il videoregistratore previsto è del tipo digitale AHD stand-alone con 4 ingressi in HD (720p) e/o TVI e/o analogici 960H e/o IP completo di collegamento ad internet per la visualizzazione delle riprese da remoto.

Le immagini riprese inoltre non saranno in alcun modo diffuse all'esterno, tranne per la necessità di tempestiva consegna all'Autorità giudiziaria competente qualora si verificasse un evento delittuoso. L'impianto registrerà solo le immagini indispensabili e le telecamere saranno orientate verso le aree maggiormente esposte a rischi di furto e danneggiamento

7.3 Calcolo impianto di illuminazione

In corrispondenza dei singoli centri luminosi di pali e lampioni e apparecchi di illuminazione incassati saranno effettuate le derivazioni tramite giunti a muffola a resina colata. I giunti saranno effettuati in pozzetti in calcestruzzo con coperchio sottoposto alla rete stradale, così da assicurare un sicuro intervento nella futura manutenzione.

È stato evitato il metodo di connessione entra esci, con morsettiere e portelli sui pali, allo scopo di non consentire la facile manomissione delle connessioni di questo tipo, soprattutto considerando che si tratta di zone abbastanza decentrate.

Le derivazioni lungo i pali per i singoli centri luminosi saranno effettuate con cavo multipolare N1VV-K, protetto nel tratto di ingresso nel palo con tubo in PVC pieghevole, avente sezione dei conduttori $2 \times 2,5 + 2,5 \text{ PE mm}^2$ quando la derivazione è effettuata al piede dei pali stessi e $2 \times 4 + 4 \text{ PE mm}^2$ per le derivazioni fatte in corrispondenza del palo più vicino. Ogni apparecchio di illuminazione contiene un fusibile di protezione.

7.3.1 Dimensionamento cavi e interruttori di protezione

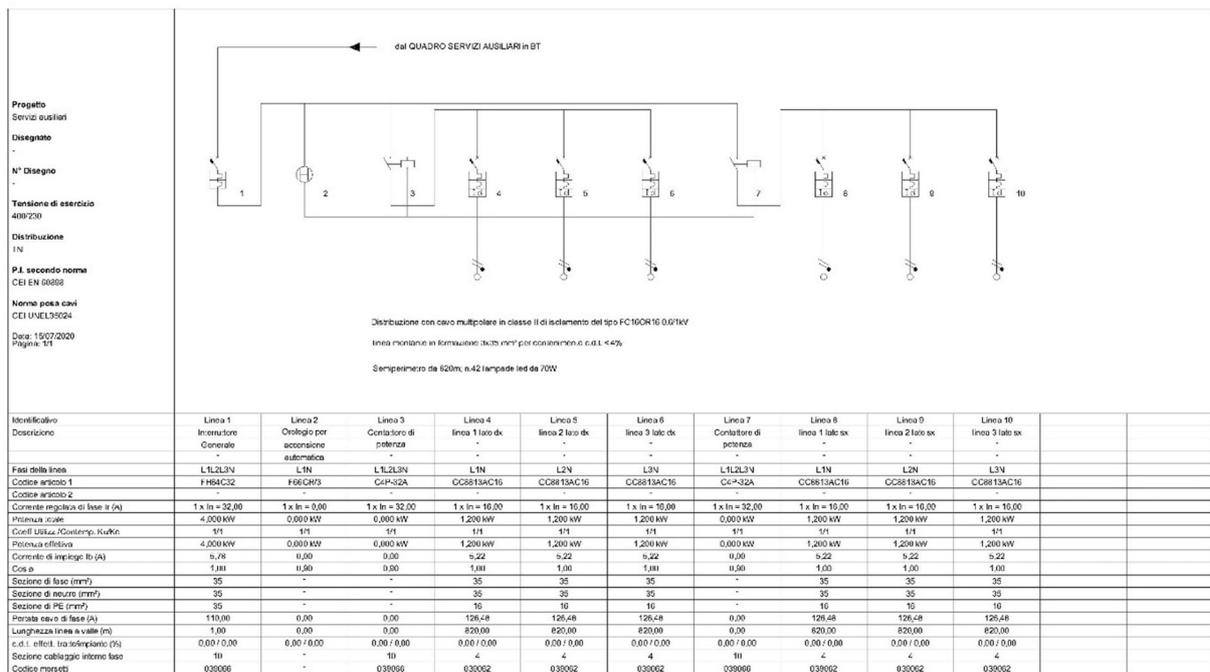
Il dimensionamento dei cavi tiene conto della portata degli stessi (I_z), la corrente di impiego (I_b), il tipo di posa, il tipo di cavo, la caduta di tensione (inferiore in tutti i casi al 4%), il valore di corrente nominale degli interruttori (I_n), la corrente di cortocircuito. Ai fini della protezione dei cavi dalle sovracorrenti (Norme CEI 64-8 e 11-17), per essi basterebbe la sola protezione dai cortocircuiti, trattandosi di circuiti di illuminazione.

Tuttavia, la sezione adottata per i cavi ($S = 4/10 \text{ mm}^2$), a cui corrisponde una portata $I_z = 30 \text{ A}$, tra l'altro uguale per tutti i circuiti per motivi di uniformità, consente di verificare anche la condizione di protezione contro i sovraccarichi:

$I_b \leq I_n \leq I_z$ $I_f \leq 1,45 I_z$ Conseguentemente, senza bisogno di ulteriori verifiche, è sempre soddisfatta la protezione dai cortocircuiti per guasto con valore minimo della corrente di cortocircuito nella parte terminale delle linee.

L'impianto luce sarà diviso in tre zone per il lato sinistro e tre zona per il lato destro per rendere più agevole la gestione, la distribuzione dei carichi elettrici e la ricerca guasti .

Di seguito si riporta il dimensionamento degli interruttori di sicurezza e dei cavi.



7.3.2 Dimensionamento plinto di fondazione dei pali di illuminazione

Si tratta della fondazione che ha lo scopo di sostenere i pali d'illuminazione. Tale fondazione è realizzata tramite un blocco unico di calcestruzzo di forma parallelepipedica (vedi elaborati grafici).

Il plinto di fondazione verrà realizzato con i seguenti materiali:

Calcestruzzo

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

Classe di resistenza Rck 25 N/mm²

Composizione della miscela idonea all'impiego per conglomerato cementizio armato normale, con classe di esposizione 2a (ambiente umido senzagelo)

Massima dimensione nominale inerte: 25 mm

Acciaio Fe B 44 k

La Normativa di riferimento è la seguente:

- 21/03/1988: Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne
- D.M. 16/01/1996: Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, ed istruzioni relative ai carichi e ai sovraccarichi.
- Norma UNI 9858 (maggio 1991): Calcestruzzo: Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.
- D.M. 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- CIRC. 04/07/1996 N.156AA.GG./STC: Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al decreto ministeriale del 16 gennaio 1996.

7.3.2.1 Verifica a Ribaltamento sostegno

Il dimensionamento dei blocchi è stato condotto ipotizzando delle dimensioni e verificandone successivamente l'idoneità statica.

La verifica viene condotta secondo quanto riportato nella citata normativa (D.M.21/03/1988) per il caso di fondazioni a blocco unico di forma parallelepipedica.

Trascurando il contributo laterale alla resistenza deve essere:

$$M_r \leq P S \cdot b \cdot c^3 + 0,85 \cdot P \cdot A / 2$$

dove:

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO “SPARPAGLIATA”-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---------------------------------

Mr: Momento Ribaltante rispetto al piano di appoggio della fondazione di tutte le forze applicate al sostegno, espresso in $N*m$;

P: Peso del blocco e della struttura che insiste su di esso, espressa in N ;

A: Lato della base del blocco di fondazione, espresso in m ;

c: Profondità d'interramento del blocco di fondazione;

b: Lato della base del blocco di fondazione, espresso in m ;

PS :17000 N/m³

Il momento ribaltante Mr è valutato in funzione delle forze orizzontali che agiscono sul palo, costituite unicamente dall'azione del vento.

Pressione cinetica del vento

Dalla citata normativa si ricava:

$$Q = q_{ref} \times C_e \times C_p \times C_d$$

$q_{ref} = V_{ref}^2 / 1.6 =$ Pressione cinetica di riferimento;

$V_{ref} =$ Velocità di riferimento del vento = 27 m/s

$C_e =$ Coefficiente di esposizione = 2.2;

$C_p =$ Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento e vale:

$C_d =$ Coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

Si ottiene

$$Q = 1052$$

Nota la pressione cinetica si valuta l'azione d'insieme (N) del vento sul palo.

Si tratta di un corpo cilindrico avente diametro “ d ” e altezza fuori terra “ L ”, perciò l'azione d'insieme è data da:

$$N = Q * d * L = 947N$$

Per la valutazione del Momento Ribaltante tale azione si considera applicata alla mezzzeria del palo.

Per $H = 6.0$ mt ; $d = 0.15$; $L = 6$

Si ha

$Mr = 2,42$ KNm (Momento ribaltante)

$Ms = 8,50$ KNm (momentostabilizzante)

INGVEPROGETTIs.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO FOTOVOLTAICO "SPARPAGLIATA"-Mesagne, Torre Santa Susanna, Erchie (BR)- Calcoli Preliminari impianti progetto definitivo	LUMINORA SPARPAGLIATA S.R.L.
---	---	---

La verifica è soddisfatta

Mesagne 20-12-2020

Il tecnico