

COMUNE DI

CARPI (MO)

PROGETTO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,40 MW, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE



ELABORATO

PTO Opere ConneSSIONe Impianto: Relazione Tecnica

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

LIV. PROG.	TIPO DOC.	COD. CART.	CODICE PRATICA	CODICE ELABORATO	DATA	SCALA
PTO	REL	AU_02; ASS_VIA2	202202382	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT	12/23	-

REVISIONI

REV	DATA	AUTORE	DESCRIZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
01	12/23	ILIOS	Relazione Tecnica	IVC	IVC

PROGETTAZIONE

ILIOS

ILIOS S.r.l.

Via Montenapoleone 8, 20121, Milano (MI)
T: +39 080 8937976 - E: info@iliositalia.com
C.F. e P.IVA 12427580969

GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Vito Calio

S.C. Boschetto 27, 70017, Putignano (BA)
E: v.calio@iliositalia.com
M: +39 328 4819015



SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI


(TIMBRO E FIRMA PER BENESTARE)

RICHIEDENTE




Sonnedix Leonardo S.r.l.

Corso Buenos Aires n.54, 20124, Milano (MI), Italy
C.F:12857360965
E: sxleonardo.pec@maildoc.it


Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	2 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
2. DATI PROPONENTE	5
3. LOCALIZZAZIONE SITO	6
4. LEGISLAZIONE E NORME APPLICABILI	7
4.1 LEGISLAZIONE VIGENTE IN MATERIA DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	7
4.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
4.3 PRESCRIZIONI TECNICHE DIVERSE	8
5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	9
5.1 ARCHITETTURA ELETTRICA DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO	9
5.2 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI DELLA SEZIONE DI PRODUZIONE DELL'IMPIANTO FV	10
5.2.1 Moduli e inverter	10
5.2.2 Trasformatori.....	11
5.3 CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE	12
5.4 SERVIZI AUSILIARI.....	12
5.5 QUADRO DI PARALLELO CA	13
5.6 QUADRO SERVIZI AUSILIARI	13
5.7 DISPOSITIVI DI MISURA	13
5.8 ELETTRODOTTI INTERNI ALL'IMPIANTO (DISTRIBUZIONE PRIMARIA AT 36 kV)	13
5.9 ELETTRODOTTI INTERNI ALL'IMPIANTO (DISTRIBUZIONE SECONDARIA BT – DC/AC)	14
5.9.1 Conduttori DC (lato BT).....	14
5.9.2 Conduttori AC (lato BT).....	14
5.9.3 Modalità di posa degli elettrodotti interni.....	15
6. IMPIANTO DI TERRA.....	17
6.1 IMPIANTO DI TERRA DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	17
6.2 IMPIANTO DI TERRA SKIDS E STAZIONE UTENTE	17
7. SISTEMI DI PROTEZIONE ELETTRICA.....	18
7.1 PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO	18
7.1.1 Sezione dei conduttori di protezione.....	18
7.1.2 Misure di protezione contro i contatti diretti.....	18
7.1.3 Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata e continua.....	18
7.1.4 Misure di protezione totale.....	18
7.1.5 Misure di protezione parziale	18
7.1.6 Misura di protezione addizionale mediante interruttori differenziali	19
7.1.7 Protezione contro i contatti indiretti.....	19
7.1.8 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata	19
7.1.9 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua	20
7.1.10 Protezione delle condutture elettriche	20
7.1.11 Messa a terra dell'impianto	20
7.1.12 Dispositivo del generatore.....	21
7.1.13 Dispositivo di interfaccia	21
7.1.14 Dispositivo generale	21
7.2 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	21
7.2.1 Fulminazione diretta	21
7.2.2 Fulminazione indiretta	21
7.2.3 Precauzioni per ridurre la propagazione dell'incendio.....	21
7.2.4 Prevenzione incendi e sgancio di emergenza.....	21

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	3 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

8.	IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	23
8.1	DESCRIZIONE DELLE UNITA' DI IMPIANTO	23
8.2	STALLO AT (36 kV) INTERNO ALL'AMPLIAMENTO DELLA STAZIONE ELETTRICA DELLA RTN	23
8.3	ELETTRODOTTO INTERRATO AT	23
8.3.1	Realizzazione delle linee elettriche	24
8.4	CAVO AT	25
8.4.1	Dimensionamento e caduta di tensione	27
8.5	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI	27
8.5.1	Protezione contro il sovraccarico	27
8.5.2	Protezione contro il cortocircuito	27
9.	SISTEMI DI MONITORAGGIO – SCADA	29
10.	CONFIGURAZIONE ELETTRICA.....	30
10.1	MODALITA' DI CALCOLO	30
10.2	RISULTATI DI CALCOLO	31
11.	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	33
12.	TERRE E ROCCE DA SCAVO	34
13.	INDICE DELLE FIGURE	35
14.	INDICE DELLE TABELLE.....	36

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	4 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

1. PREMESSA

Lo scopo della presente relazione è di fornire una descrizione tecnica dei criteri e delle scelte progettuali relative alla scelta e dimensionamento della componentistica elettrica dell'impianto agrivoltaico denominato **"CASCINETTO"**, con particolare riferimento alla sezione di trasporto della energia elettrica in AT (36 kV) dal sistema di distribuzione posto sul perimetro dell'area di impianto allo stallo AT dell'ampliamento 36 kV della Stazione Elettrica a 380/132 kV denominata **"Carpi Fossoli"**.

L'impianto agrivoltaico è destinato alla produzione di energia elettrica da fonte solare tramite l'impiego di moduli fotovoltaici, avente potenza nominale pari a **18,97 MWp** e in immissione pari a **17,4 MW**, ed è sito nel Comune di **Carpi (MO)**, in località Fossoli.

Si precisa che, come indicato nel Preventivo di connessione (Codice Pratica: **202202382**), il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione. In ogni caso, vista la sua dimensione e la sua funzione, nella presente relazione sarà comunque fornita una descrizione dell'elettrodotto, nonostante non sia tecnicamente un'opera di connessione di rete.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brianza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	5 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

2. DATI PROPONENTE

La società proponente è **Sonnedit Leonardo S.r.l.** con sede legale a **Milano (MI)** in Corso Buenos Aires, 54 CAP 20124, - iscritta presso la CCIAA di Milano Monza Brianza Lodi al REA **MI-2688819**, codice fiscale e partita iva **12857360965** nella persona del suo rappresentante legale Sig.ra **Silvia Cazzola**, risulta soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un progetto Agrivoltaico denominato "**CASCINETTO**".

La società ha per oggetto le seguenti attività:

- costruzione di impianti per la produzione di energia elettrica (escluse le attività di installazione);
- la produzione, l'importazione, l'esportazione, l'acquisto e la vendita di energia elettrica da fonti rinnovabili di ogni tipo, la costruzione e la gestione di impianti per la produzione di energia elettrica, il trasporto, la trasformazione e la distribuzione di energia elettrica.

La società può compiere tutte le operazioni commerciali, immobiliari e finanziarie che saranno ritenute utili dagli amministratori per il conseguimento dell'oggetto sociale, con esclusione di attività finanziarie riservate. la società potrà accedere ad ogni incentivo ed agevolazione dell'Unione Europea, nazionale, territoriale o comunque disponibile.

L'impianto di produzione sarà collegato in antenna a 36 kV su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Carpi-Fossoli".

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brianza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	6 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

3. LOCALIZZAZIONE SITO

L'intervento in oggetto (vedi Elaborato ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_CTRC "PTO Opere Connessione Impianto: Inquadramento delle opere su CTR") prevede la costruzione di un cavidotto in AT di collegamento dal sistema di distribuzione 36 kV all'ampliamento della stazione Terna esistente con realizzazione della sezione a 36 kV (incluse le relative opere accessorie) collegata direttamente alle sbarre 380 kV.

Il percorso del cavidotto interrato di collegamento AT all'ampliamento 36 kV della Stazione Elettrica "Carpi Fossoli", si provvederà a sottoporre, a seconda dei casi, le ditte catastali a procedure di esproprio di servitù, di concessione o accordi bonari.


Di seguito, si riporta l'elenco di tutte le particelle interessate dall'elettrodotta.

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto		
Ampliamento 36 kV della Stazione Elettrica a 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli" (Opera 3)		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLA
Carpi (MO)	21	111

Tabella 1: Dati catastali (Ampliamento 36 kV della SE "Carpi-Fossoli")

Gli interventi interessano il Comune di Carpi (MO) nelle stesse aree già di proprietà TERNA; non sono previste modifiche agli accessi (viabilità, cancelli, ecc.) e alle opere perimetrali esistenti in quanto perfettamente funzionali alle opere di ampliamento previste.

L'area di proprietà TERNA ove è ubicata l'attuale stazione si trova alla quota di 19 m s.l.m. e confina a Est con la Cabina Primaria ENEL DISTRIBUZIONE (lato SS 413 "Romana Nord") collegata alla sezione 132 kV della SE TERNA.

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	7 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

4. LEGISLAZIONE E NORME APPLICABILI

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

4.1 Legislazione vigente in materia di impianti fotovoltaici

Dovranno essere rispettate le prescrizioni imposte dal DPR 380/2001 "Testo unico per l'edilizia – Capo V: Norme per la sicurezza degli impianti"

Dovranno essere altresì rispettate le prescrizioni dettate dalle seguenti disposizioni legislative:

- Legge n. 186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- Legge n. 1086/81: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge n. 64/74: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- DM 14/9/2005: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.L. n. 626/1994: "Attuazione delle direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D. Lgs. 19/03/96 n°242: "Modificazioni ed integrazioni al decreto legislativo 19/09/94 n°626 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"
- DPR 27/04/55 n°547: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Legge 791/77: "attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione";
- DM 16/02/82: "Elenco delle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco";
- DM 08/03/85: "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n°818";
- Decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626: "Attuazione della direttiva 93/68 CEE -Marcatura CE del materiale elettrico";
- D.Lgs. 31/09/97 n°277 "Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";
- DM 19/02/07: "Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387".
- AEEG Delibera n. 88/07 "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione".
- AEEG Delibera n. 89/07 "Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV".
- AEEG Delibera n. 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".
- DL 24/01/2012 n.1: "Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività".

4.2 Normative di riferimento

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20 e varianti: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso=16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori per sovratensioni;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brienza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	8 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			


Oltre alle sopracitate Norme, visto l'interfacciamento diretto con la RTN, bisogna porre particolare attenzione anche agli standard del GRTN riportati nella documentazione da esso prodotta, con particolare riferimento a:

- Doc. INSIX1016 Criteri per il coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
- Doc. INEPI01003 Caratteristiche tecniche interruttori in SF6 ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01004 Prove e collaudi interruttori in SF6 ad Alta Tensione;
- Doc. INEP IO1005 Caratteristiche tecniche sezionatori ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01006 Prove e collaudi sezionatori ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01031 Caratteristiche tecniche isolatori passanti ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01016 Prove e collaudi isolatori passanti ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01007 Caratteristiche tecniche trasformatori di corrente ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01008 Prove e collaudi trasformatori di corrente ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01009 Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione capacitivi ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01010 Prove e collaudi trasformatori di tensione capacitivi ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01011 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi trasformatori di tensione induttivi ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01017 Caratteristiche tecniche scaricatori ad ossido di zinco metallico senza spinterometri ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01018 Prove e collaudi scaricatori ad ossido di zinco metallico senza spinterometri ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01021 Caratteristiche tecniche- Prove e collaudi morsetteria di stazione ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01024 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi fondazioni per sostegni di linee elettriche aeree ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01025 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi sostegni per linee elettriche aeree ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01026 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi isolatori per linee elettriche aeree ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01020 Caratteristiche tecniche- Prove e collaudi morsetteria per linee elettriche aeree ad Alta Tensione;
- Doc. INEPI01022 Caratteristiche tecniche – Prove e collaudi conduttori in alluminio, lega di alluminio, alluminio e funi di guardia in acciaio zincato;
- Doc. INSTX1003 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120kV;
- Doc. INSPX01097 Rete elettrica nazionale criteri di automazione delle stazioni a tensioni uguali o superiori a 120 kV;
- Doc. INSTX1011 Monitoraggio del sistema elettrico;
- Doc. REIP02020 Prescrizioni tecnico funzionali impianto rilevazione incendio, temperatura e gas idrogeno;
- Doc. INETIO1030 Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN;
- Doc. INETIO3017 Composizione, requisiti e caratteristiche funzionali dei servizi ausiliari in c.a. e c.c. delle stazioni elettriche di smistamento a 150 kV della RTN;

4.3 Prescrizioni tecniche diverse

- TERNA – Linee elettriche A.T. – Progetto unificato;
- TERNA – Stazioni elettriche A.T. – Progetto unificato.

Per quanto non espressamente citato si rimanda alla normativa di legge vigente in materia, ove applicabile.

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	9 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

5.1 Architettura elettrica dell'impianto agrivoltaico

Nel presente paragrafo si espone l'organizzazione del sistema elettrico del generatore fotovoltaico, ossia le parti principali dell'impianto (layout d'impianto) ed i collegamenti tra le parti stesse.

Per il suddetto impianto è previsto un determinato numero di moduli, suddivisi in stringhe, e di sotto-campi, di cui di seguito vengono riportate le definizioni:

Per "**stringa fotovoltaica**" s'intende un insieme di moduli collegati tra loro in serie: la tensione resa disponibile dalla singola stringa è data dalla somma delle tensioni fornite dai singoli moduli che compongono la stringa.

Per definire il "**sotto-campo fotovoltaico**" va considerato un insieme di più stringhe connesse in parallelo: la corrente erogata sarà la somma delle correnti che fluiscono in ogni stringa. Tale corrente sarà gestita dagli inverter. Più inverter confluiscono nel relativo trasformatore AT/BT e, successivamente, più trasformatori sono collegati alla cabina utente.

Sul lato in corrente continua (DC), ciascun inverter verrà collegato in parallelo a un certo numero di stringhe; le uscite in corrente alternata (AC) di tali inverter, a loro volta, verranno poste in parallelo tra loro all'interno di un quadro principale in corrente alternata (QP) situato all'interno di dedicati locali tecnici di campo (skid di campo AT/BT) posti, per quanto possibile, in posizione baricentrica rispetto al sotto-campo fotovoltaico ad essa asservito; all'interno di tali quadri QP saranno alloggiati interruttori quadripolari magnetotermici differenziali al fine di proteggere le linee relative ai sotto-campi da sovracorrenti, cortocircuiti e/o perdite di isolamento.

La disposizione dei moduli fotovoltaici è tale da permettere di ottimizzare il rendimento dell'impianto contenendo la caduta di tensione, tra la stringa più lontana e il relativo circuito d'ingresso dell'inverter ad esso associato, entro il 2%, in condizioni ordinarie di esercizio e relativamente alla corrente corrispondente al punto di massima potenza.

Il valore dell'escursione angolare così come la reciproca distanza (pitch) dei tracker su cui sono fissati i moduli fotovoltaici è il risultato del compromesso tra l'energia captata dalla superficie attiva del campo durante l'intero anno, la superficie occupata dal generatore fotovoltaico e l'ombreggiamento reciproco tra le file.

La scelta riguardo la configurazione elettrica dei moduli fotovoltaici ha tenuto conto di numerosi fattori tra cui la sicurezza elettrica, le caratteristiche d'ingresso dell'inverter, il costo dei cablaggi e l'efficienza del sistema.

Si sottolinea che, in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potranno essere scelte differenti soluzioni riguardo la componentistica d'impianto. Tali scelte saranno comunque effettuate tenendo conto della potenza massima installabile prevista in fase di progettazione ed in modo che siano garantite ottime prestazioni di durata e di producibilità.

Il tipo di convertitore statico (inverter) utilizzato nel presente progetto è in grado di seguire il punto di massima potenza di una coppia di stringhe fotovoltaiche sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruisce l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori ammissibili. Le uscite AC degli inverter confluiscono verso un quadro elettrico generale di bassa tensione (QP); da tale quadro di bassa tensione (QP), per mezzo di un ulteriore collegamento AC, la tensione viene elevata a 36 kV per di trasformatori di potenza.

In seguito l'energia viene immessa nella rete di distribuzione tramite l'elettrodotto AT.

Il collegamento di parallelo delle stringhe verrà realizzato con cavi preconfezionati, del tipo resistente ai raggi UV e riportato, attraverso cavi dello stesso tipo, presso gli inverter distribuiti nei vari campi fotovoltaici costituenti l'impianto.


La struttura portante dei moduli sarà costituita da supporti di tipo mobile (tracker a singolo asse in direzione nord-sud) posti a distanza pari a **9 metri** e in grado di seguire il percorso del sole nell'arco della giornata. La struttura dei tracker sarà realizzata in acciaio zincato con traversi in alluminio anodizzato, con inclinazione massima consentita pari a **±55°**, a seconda delle attività colturali previste sotto i moduli.

Su ognuna di tale struttura saranno fissate, a seconda del "modulo base dell'inseguitore" una o due stringhe, costituite da moduli collegati in serie (in un numero tale che la potenza della stringa non ecceda la massima consentita per ogni ingresso dell'inverter così come la tensione di lavoro e la tensione a vuoto, entrambi fortemente dipendenti dalla temperatura del luogo di installazione).

I collegamenti in corrente continua delle stringhe avverranno prevalentemente con cavi posati e fascettati (ed opportunamente protetti dagli agenti atmosferici) direttamente sulle strutture di sostegno dei moduli; laddove vi dovessero essere degli attraversamenti per giungere agli inverter di competenza, i percorsi dovranno seguire il più possibile la viabilità interna ed essere direttamente interrati, secondo la vigente normativa.

I collegamenti in corrente alternata (ed in bassa tensione) tra i quadri di parallelo e gli inverter dovranno essere direttamente interrati ed i percorsi seguiranno il più possibile la viabilità interna, secondo la vigente normativa.

I collegamenti in corrente alternata tra i trasformatori AT/BT ubicati in skids di campo e la cabina utente dovranno essere direttamente interrati con nastro monitore e protetti da tegoli di cemento; anche per tali tipi di cavi i percorsi dovranno seguire il più possibile la viabilità interna.

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	10 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- **Opere civili:** abbattimento di eventuali fabbricati collabenti, sistemazione dell'area di installazione previa estirpazione della vegetazione esistente e successivo livellamento e compattamento del terreno; posa in opera dei pali a vite; realizzazione delle piazzole temporanee per lo stoccaggio ed il montaggio delle strutture metalliche; ampliamento ed adeguamento della viabilità esistente nonché realizzazione della viabilità di servizio all'impianto; realizzazione del punto di consegna dell'energia elettrica, costituito da una cabina di consegna di distribuzione primaria a 36 kV; preparazione del sito di installazione e posa degli skids di trasformazione prefabbricati con relative fondazioni. Inoltre, sono da prevedersi la realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici.
- **Opere impiantistiche:** installazione dei pannelli fotovoltaici; esecuzione dei collegamenti elettrici; installazioni, prove e collaudi delle apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche (quadri, interruttori, trasformatori, inverter ecc.); realizzazione degli impianti di terra dei pannelli fotovoltaici e delle cabine di trasformazione e realizzazione degli impianti relativi ai servizi ausiliari e ai servizi generali.

5.2 Caratteristiche dei componenti della sezione di produzione dell'impianto FV

5.2.1 Moduli e inverter

Il modulo selezionato è di prima marca e ultima generazione, tipologia a silicio cristallino a **144** celle, della potenza di **580 Wp**, marca **Astronergy** e modello **Astro N5 CHSM72N(DG)/F-BH Bifacial Series – 580 Wp**. Ogni stringa è formata da n. **26** moduli connessi in serie.

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) effettua la conversione della forma d'onda elettrica, da continua in alternata, trasferendo la potenza del generatore fotovoltaico alla rete del distributore.

L'apparecchiatura selezionata sarà un inverter trifase da **300 kVA** nominali, di marca **HUAWEI** modello **SUN2000-330KTL-H1** o similare. Gli inverter verranno posizionati sulle strutture in maniera tale da ridurre le perdite e le sezioni dei cavi nei tratti in continua.

L'inverter sarà dotato di un sistema multi MPPT per un complessivo di **6**.

I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli dei rispettivi campi fotovoltaici.

La potenza in uscita dall'inverter si riduce lievemente fino ad arrivare a 50°C, grazie al sovradimensionamento degli IGBT, al disegno meccanico e al sistema di ventilazione. A partire da 50 °C si ha un "derating".

La gestione e il supporto di rete è un'altra funzione molto importante di cui è dotato l'inverter. Per questo è dotato di interfaccia di controllo di potenza (PCI) capace di seguire le istruzioni che provengono dall'operatore di rete.

L'inverter è capace di regolare la potenza attiva in funzione della frequenza di rete, in conformità con la normativa vigente. In caso di buchi di tensione o guasti in rete, l'inverter avrà la possibilità di immettere potenza reattiva per contribuire alla stabilità della rete stessa.

In ogni caso in progetto potrà essere prevista l'installazione di reattanze shunt, nel caso in cui ad impianto fermo, in corrispondenza della potenza attiva $P=0$, la potenza reattiva immessa risulti superiore a 0,5 MVar o nel caso in cui la capacità del collegamento in cavo risulti superiore a 4,4 μF , così come descritto dal paragrafo 6.1.2. dell'allegato A.68 del CdR.

La parte elettronica dell'inverter rimarrà completamente isolata dall'esterno, realizzando così una protezione massima senza l'ausilio di filtri antipolvere.

Gli inverter di marca **HUAWEI** modello **SUN2000-330KTL-H1** hanno la peculiarità di essere predisposti per il funzionamento senza la necessità di utilizzare a monte dei quadri di stringa. Questo è possibile in quanto Huawei ha disegnato un inverter che prevede l'ingresso di stringhe dirette disposte per 6 MPPT.


A protezione delle stringhe sono previsti 2 Switch che costituiscono parte del sistema di protezione SSLD (Smart String Level Disconnect). Il sistema SSLD rileva in tempo reale la presenza di un cortocircuito aprendo il circuito tramite lo Switch.

Il sistema rispetta le norme IEC 62548 e IEC 60947-2.

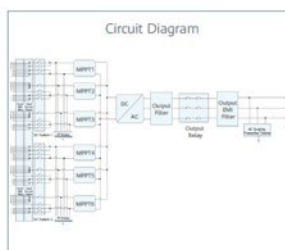
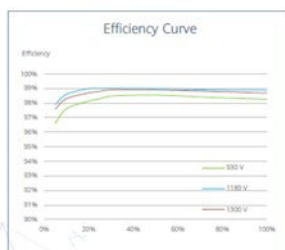
La protezione per le sovratensioni è garantita sia lato DC che lato AC grazie alla presenza di 14 DC SPD e 4 AC SPD entrambi con corrente nominale In di 20 kA.

Di seguito sono riportate le caratteristiche dell'inverter selezionato:



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	11 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

SUN2000-330KTL-H1
Smart PV Controller
For APAC, LATAM & EUROPE



SOLAR HUAWEI.COM

SOLAR HUAWEI.COM

SUN2000-330KTL-H1
Technical Specifications

Efficiency		
Max. Efficiency		≥ 99.0%
European Efficiency		≥ 98.8%
Input		
Max. Input Voltage		1,500 V
Number of MPP Trackers		6
Max. Current per MPPT		65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		115 A
Max. PV Inputs per MPPT		4/5/5/4/5/5
Start Voltage		550 V
MPPT Operating Voltage Range		500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage		1,080 V
Output		
Nominal AC Active Power		300,000 W
Max. AC Apparent Power		330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		330,000 W
Nominal Output Voltage		800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current		216.6 A
Max. Output Current		238.2 A
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ~ 0.8 LD
Total Harmonic Distortion		THD, < 1% (Rated)
Protection		
Smart String-level Disconnection (SSLD)		Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Detection		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Detection Unit		Yes
Communication		
Display		LED Indicators, WLAN + APP
USB		Yes
MBUS		Yes
RS485		Yes
General		
Dimensions (W x H x D)		1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)		≤ 112 kg
Operating Temperature Range		-25°C ~ 60°C
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating		4,000 m
Relative Humidity		0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector		HH45MM4TMS/PA / HH45FM4TMS/PA
AC Connector		Support OT / DT Terminal (Max. 400 mm²)
Protection Degree		IP 66
Anti-corrosion Protection		CS-Medium
Topology		Transformerless
Standards Compliance		
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.		

Figura 1: Inverter SUN2000-330KTL-H1

5.2.2 Trasformatori

Il trasformatore è quel dispositivo statico che porta la tensione della corrente in uscita ai valori opportuni per la connessione alla rete. Nel caso specifico del progetto in esame, è prevista l'installazione di trasformatori in olio con tensione massima di isolamento fino a 40,5 kV.

I trasformatori saranno collegati ad una centrale di distribuzione primaria interna (che può essere definita come la "Stazione Utenza 36 kV"), che ospiterà i quadri elettrici AT, i dispositivi di manovra e di sicurezza, UPS, ecc., in conformità ai requisiti ed agli standard tecnici del Codice di Rete (TERNA), che costituirà l'interfaccia Utente rispetto al punto di connessione alla RTN.

In particolare, l'insieme del quadro di ingresso linee inverter, del trasformatore e delle apparecchiature di sezionamento e protezione saranno installati in cabine di campo, possibilmente in skid aperti.

In progetto sono previsti (7) trasformatori in olio di taglia pari a 2.760 kVA;

I dati tecnici dei trasformatori previsti in progetto sono di seguito riportati:

Frequenza nominale:	50 Hz
Potenza nominale:	2.760 kVA
Tensione nominale avvolgimento primario:	36 kV
Tensione nominale avvolgimento secondario:	800 V
Classe ambientale:	E1 (Bassa formazione di condensa e basso inquinamento)
Classe climatica:	C2 (possono essere alimentati, stoccati e trasportati in condizioni climatiche fino a -25°C)
Classe di comportamento al fuoco:	F1 (trasformatore soggetto a rischio di incendio ed è richiesta un'inflammabilità ridotta. L'incendio al trasformatore deve essere estinto in un lasso di tempo specifico)

Tabella 2: Caratteristiche dei trasformatori

La figura sottostante rappresenta gli elementi principali che compongono il trasformatore.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brienza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	12 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

MV POWER STATION
2660-S2 / 2800-S2 / 2930-S2 / 3060-S2



Figura 2: Trasformatore selezionato

Si specifica che, per quanto riguarda le opere di distribuzione elettrica primaria a 36 kV (Stazione Utente 36 kV interna), in fase esecutiva, le opportunità di mercato potranno portare a scegliere differenti soluzioni tecniche e tecnologiche, in particolare potrà essere valutato anche l'utilizzo di soluzioni "plug-&-play", come ad esempio unità container e/o chioschi compatti, conformi al Codice di Rete, pre-assemblati, di idoneo grado di protezione, tali da facilitare le operazioni di installazione e cablaggio, una più agevole manutenzione e, non per ultimo, una più semplice dismissione.

5.3 Cabine elettriche di trasformazione e distribuzione

I trasformatori BT/AT saranno disposti in skids aperti, aventi indicativamente dimensioni pari a 6058x2896x2483 mm (WxHxD) uno per ogni sottocampo presente nell'impianto.

Gli skid saranno quindi collegati alla centrale di distribuzione primaria (che può essere definita come la "Stazione Utenza 36 kV"), le cui dimensioni saranno conformi agli standard tecnici con caratteristiche desumibili dagli elaborati allegati.

Si prevede che le pareti della Stazione Utenza, sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm mentre il tetto, di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi, complete di botola di accesso al vano cavi. L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie.

I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti.

In ogni caso il manufatto dovrà presentare una notevole rigidità strutturale ed una grande resistenza agli agenti esterni atmosferici che lo renderanno adatto all'uso anche in ambienti con atmosfera inquinata ed aggressiva.

5.4 Servizi ausiliari

L'impianto sarà munito di servizi ausiliari composti essenzialmente dalle apparecchiature elettriche interne alle cabine e da quelle necessarie ai fini della sorveglianza e al monitoraggio del parco.

Le principali apparecchiature da alimentare nelle cabine sono: illuminazione, monitoraggio impianto, ventilazione trasformatori, UPS, servizi inverter, telecamera per TVCC, sensori antifumo, antiallagamento e anti-intrusione.

Per quanto riguarda la sorveglianza, potranno essere installate diverse telecamere fisse in grado di sorvegliare il perimetro dell'impianto; su ogni telecamera potrà essere installato un faro nella direzione della stessa in grado di illuminare l'area esclusivamente in presenza di un allarme.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brienza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	13 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

Inoltre, si valuterà l'ipotesi di installare telecamere di tipo DOM a sorveglianza dell'intero impianto. La protezione perimetrale include anche sistema antintrusione con sensori a micro-onde e infrarosso (opzionale) o eventuali altri sistemi con tecnologie diverse.

Verranno valutate eventuali installazioni di stazioni meteo, composte da: un taco-anemometro (misura della velocità del vento), un gonio-anemometro (misura la direzione e velocità del vento), un barometro elettronico, un sensore temperatura-umidità, due piranometri di classe "secondary standard" in piano, un piranometro inclinato, un sensore di radiazione diffusa secondary standard in piano, due celle di riferimento, un data-logger.

5.5 Quadro di parallelo CA

L'uscita di ogni inverter sarà connessa ai quadri di parallelo, integrati sugli skids di trasformazione. La protezione di ogni cavo in uscita dall'inverter è affidata ad un interruttore automatico con corrente nominale In di 400 A, potere di interruzione Ics di 35 kA e potere di interruzione estremo di 50 kA.

A salvaguardia del trasformatore è presente interruttore automatico che lo protegge da eventuali cortocircuiti e sovracorrenti. La corrente nominale In dell'interruttore è di 2900 A e il potere di interruzione Ics = Icu di 50 kA.

A protezione del trasformatore rispetto alle sovratensioni è presente uno scaricatore con corrente nominale In di 20 kA.

5.6 Quadro servizi ausiliari

Il quadro di gestione dei servizi ausiliari ha il compito di gestire la protezione ed il sezionamento di tutti i servizi di supporto alla sezione di produzione del campo quali:

- sistema antintrusione e video controllo;
- gruppo di continuità per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia SPI e SPG;
- sistema di monitoraggio della produzione;
- illuminazione notturna

Ogni skid di sottocampo sarà corredato di n.1 quadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

5.7 Dispositivi di misura

Un impianto agrivoltaico collegato deve avere uno o più gruppi di misura per contabilizzare l'energia scambiata (sia prelevata, sia immessa) con la rete del Distributore.

In particolare, in parallelo alla rete è necessario misurare l'energia fotovoltaica immessa in rete, mentre a discrezione del produttore è possibile inserire dei gruppi di misura per la rilevazione dell'energia prodotta dall'impianto o per l'energia necessaria ai vari servizi ausiliari del campo fotovoltaico, in base alle esigenze di monitoraggio e controllo dell'impianto stesso.

Pertanto, al fine del rilevamento dell'energia prodotta dall'impianto e della ulteriore valorizzazione, relativa alla vendita, saranno installati dei misuratori in grado di rilevare tali grandezze all'interno della cabina di raccolta.

Ulteriori gruppi di misura potranno essere inseriti a discrezione del produttore.

Nella cabina suddetta verrà installato un gruppo di misura di classe 0,2 per la misura dell'energia prodotta dall'intero impianto, oltre che i contatori UTF per il controllo del consumo del trasformatore dei servizi ausiliari.

5.8 Elettrodotti interni all'impianto (distribuzione primaria AT 36 kV)


5.8.1.1 Conduttori/Elettrodotti AT 36 kV interni

Tutti gli skid di trasformazione BT/AT saranno collegati alla stazione di distribuzione primaria a 36 kV dell'impianto, posta in prossimità della SS Romana Nord a Nord dell'impianto agrivoltaico, mediante un elettrodotto alla tensione di esercizio di 36 kV.

Il cavidotto esterno, invece, verrà realizzato per connettere la stazione di distribuzione al futuro ampliamento a 36 kV della SE Terna "Carpì-Fossoli". Tale linea, a 36 kV, seguirà l'andamento descritto dalle tavole allegate.

Le linee AT, per i collegamenti interni tra trasformatori e la Stazione Utente 36 kV, saranno realizzate con cavi unipolari in alluminio, direttamente interrati. Considerato che TERNA ha introdotto solo recentemente lo "standard" 36 kV per le connessioni attive (TICA), in attesa che i maggiori produttori di apparecchiature elettriche e cavi immettano sul mercato prodotti conformi ai requisiti previsti dal CDR (aggiornato ai sistemi AT 36 kV), nella scelta circa i cavi AT 36 kV da impiegare per il progetto in esame, si è deciso di optare per cavi di tipo **A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV)** conforme allo standard IEC 60840.



Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	14 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

I cavi saranno interrati direttamente con profondità di interramento non inferiore a 1 m. Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa prevista dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria.

I cavi avranno sezione opportuna di modo che la portata nominale (nelle condizioni di posa previste) sia sufficiente a trasportare la corrente in condizioni di normale funzionamento.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici sarà utilizzata per l'interramento (in tubazione) di eventuali cavi di controllo e comunicazione, utilizzati per la trasmissione di dati.

5.9 Elettrodotti interni all'impianto (distribuzione secondaria BT – DC/AC)

5.9.1 Conduttori DC (lato BT)

I collegamenti tra pannelli e gli inverter di stringa dovranno essere realizzati con conduttore con guaina isolante resistente ai raggi UV, al fine di garantire le prestazioni di durata richieste. La sezione sarà tale da garantire una caduta di tensione minima.

Il cavo solare da utilizzare dovrà essere del tipo **H1Z2Z2-K** da 35 mm² utilizzabile per impianti fino a 1500 V c.c., conformemente ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11).

I cavi **H1Z2Z2-K** utilizzati per l'interconnessione dei moduli fotovoltaici devono essere fascettati (per mezzo di fascette resistenti ai raggi UV, ossia con alto contenuto di grafite) alle strutture di sostegno degli stessi, mentre i cavi di prolungamento di ognuna delle stringhe confluiscono verso gli inverter con percorso prima libero (eventualmente su passerelle porta-cavi, posizionate sulle stesse strutture di sostegno) e poi in cavidotti di protezione in PVC del tipo corrugato interrato.

I cavi impiegati per il collegamento tra i moduli di stringa, posati nella parte posteriore dei moduli stessi, tengono conto che la temperatura del cavo può raggiungere anche 70 °C. Tali cavi verranno quindi raccolti nei quadri di parallelo stringa posizionati in prossimità delle strutture in posizione baricentrica o, come nel caso dell'inverter selezionato, inglobati all'interno dell'inverter stesso.



Figura 3: Conduttori DC (lato BT)

5.9.2 Conduttori AC (lato BT)

I cavi che realizzano il collegamento tra gli inverter ed i quadri di parallelo AC (QP), inglobati sugli skid di trasformazione, saranno in alluminio e dimensionati in modo da supportare le correnti previste nelle rispettive condizioni di posa e conformi alle norme CEI 20-13, CEI 20-22 II e CEI 0-37 I. con marchiatura IMQ, colorazione delle anime secondo norme UNEL, e grado d'isolamento di 24 kV; tali cavi saranno direttamente interrati e del tipo **ARG16R16 Unipolari – 0,6/1 kV** di sezione 185 mm².

Tale tipologia di cavo risulta adatto per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale con installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili.


Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	15 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			



Figura 4: Conduttori CA (lato BT)

5.9.3 Modalità di posa degli elettrodotti interni

Il cavidotto sia interno che esterno sia in Bassa che in Alta Tensione viene dimensionato nel rispetto della norma CEI 11-17 e seguirà tipologie di posa diverse, a seconda della destinazione.

Il cavidotto interno in AT sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati con protezione meccanica supplementare, in grado di sopportare, in relazione alla profondità di posa, le sollecitazioni derivanti dai carichi statici, dal traffico veicolari o da attrezzi manuali di scavo.

La posa verrà eseguita in uno scavo di profondità 1,60 m e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti.

Durante l'esecuzione degli scavi si provvederà ove necessario alla messa in opera di idonee casse-formi onde evitare franamenti e danni.

La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- strato di sabbia vagliata di 5-10 cm;
- cavi posati a trifoglio direttamente sullo strato di sabbia;
- posa coppella protettiva;
- strato di sabbia;
- posa del tubo corrugato del diametro di 5 cm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione;
- strato di sabbia non vagliata di 10 cm;
- riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 20 cm;
- nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale (bynder e tappetino di usura) ove necessario.

Le strade attraversate saranno ripristinate come ante operam e, in particolare:


- per eventuali strade sterrate si provvederà al rinterro con materiale di scavo e alla compattazione del terreno;
- per le strade bitumate si provvederà al rinterro con misto granulometrico selezionato e ripristino della pavimentazione stradale.

Durante le operazioni di ripristino verranno posti in opera i segna-cavi in ghisa in modo tale da permettere l'individuazione del tracciato delle linee.

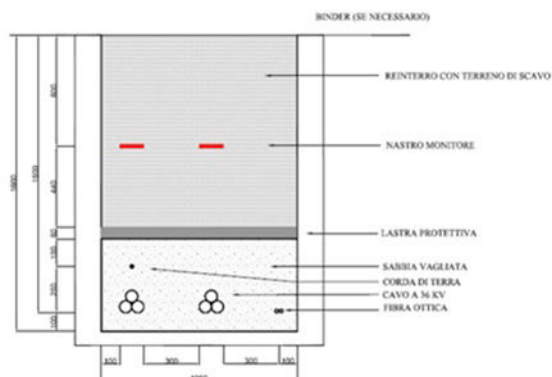
L'energia prodotta da ciascun generatore fotovoltaico viene trasformata in alta tensione per mezzo dei trasformatori in appositi skid aperti e quindi trasferita ai quadri di alta tensione a **36 kV**.

I cavi elettrici saranno posati in cavidotti interrati il cui scavo avrà profondità di 1,6 m ed una larghezza variabile in funzione del numero di terne. La larghezza complessiva dello scavo sarà pari, indicativamente, a:

- 0,47 m nel caso di una singola terna di cavi;
- 0,79 m nel caso di due terne di cavi;
- 1,10 m nel caso di tre terne di cavi;
- 1,75 m nel caso di cinque terne di cavi.

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	16 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO A 36 KV SU STRADA STERRATA
2 TERNE



SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO A 36 KV SU STRADA ASFALTATA
2 TERNE

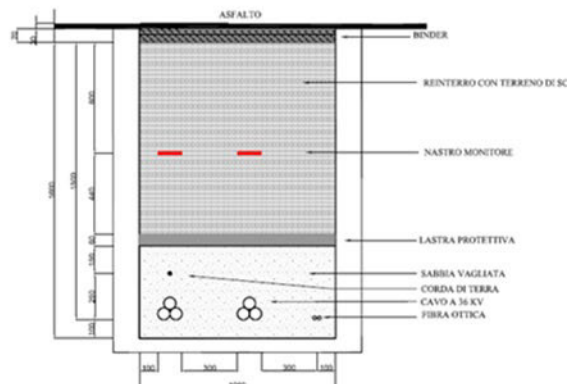



Figura 5: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (2 terne di cavi) elettrodotti interni

All'interno dello stesso scavo verranno posate la corda di terra (in rame nudo), il nastro segnalatore ed il cavo di trasmissione dati.

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	17 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

6. IMPIANTO DI TERRA

Si possono individuare diversi impianti di terra e precisamente:

- impianto di terra per l'impianto agrivoltaico;
- impianto di terra per gli skids;
- impianto di terra per la Stazione Utente.

6.1 Impianto di terra dell'impianto agrivoltaico

L'impianto elettrico è del tipo TN-S con centro stella del trasformatore collegato a terra e conduttore di protezione separato dal conduttore di neutro.

I pannelli fotovoltaici, essendo in classe di isolamento II, non saranno collegati all'impianto di messa a terra. Gli inverter e i trasformatori saranno tutti dotati di scaricatori di sovratensione, coordinati con il sistema di alimentazione e la protezione da realizzare.

Tutti gli elementi dell'impianto di terra sono interconnessi tra loro in modo da formare un impianto di terra unico.

Nodi di terra

Saranno costituiti da bandelle di rame forate per il collegamento a morsetti imbullonati, installati in apposite cassette opportunamente segnalate.

Conduttore di protezione

Il conduttore PE tra il collettore di terra principale e il quadro generale seguirà lo stesso percorso dei cavi di energia.

Il collettore principale di terra sarà posto in corrispondenza del quadro generale e ad esso faranno capo i conduttori di protezione principali.

Per i rimanenti circuiti si adotteranno conduttori PE della stessa sezione dei conduttori di fase. Nel caso in cui il conduttore di protezione sia comune a più circuiti la sezione sarà pari a quella del conduttore di fase di sezione maggiore fino a 16 mm².

I conduttori di protezione saranno costituiti da corda di rame isolata in PVC colore giallo-verde tipo N07V-K.

Collegamenti equipotenziali


Gli eventuali collegamenti equipotenziali delle masse metalliche saranno eseguiti mediante corda di rame isolata in PVC tipo N07V-K, sezione minima 6 mm², posata in tubazione in PVC in vista o in canalina metallica.

6.2 Impianto di terra skids e Stazione Utente

L'impianto di terra interno della cabina, costituito internamente da una bandella di rame 30x3 mm e da un collettore 50x10 mm, viene realizzato mediante la messa a terra di tutte le incastellature metalliche con cavo N07V-K e morsetti capicorda a compressione di materiale adeguato.

L'impianto di terra esterno è costituito da:

- un dispersore in grado di realizzare un anello in corda di rame nudo da 50 mm² (ETP UNI 5649-71), posato ad una profondità di 0.5÷0.8 m e completo di morsetti per il collegamento tra rame e rame.
- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori trasversali alla maglia principale;
- n. 4 dispersori verticali in acciaio zincato (o ramato) H=2m;
- morsetti in rame stagnato o ottone per il collegamento ai dispersori in acciaio;
- n. 4 pozzetti in calcestruzzo armato vibrato di tipo carrabile completi di chiusino.

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	18 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

7. SISTEMI DI PROTEZIONE ELETTRICA

7.1 Protezione contro il cortocircuito

La protezione contro il cortocircuito, lato corrente continua, è garantita dal sistema SSLD dell'inverter in grado di rilevare in tempo reale la presenza di un cortocircuito aprendo il circuito tramite lo Switch.

Nel circuito in corrente alternata la protezione relativa ai cortocircuiti è garantita dall'interruttore automatico posto nel quadro di bassa tensione relativo agli skids di trasformazione. A valle degli interruttori, per ogni ingresso, è posto l'interruttore generale che protegge il trasformatore.

7.1.1 Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione, collegato alle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, avrà una sezione pari a 6 mm². A valle degli scaricatori di sovratensione, invece, la sezione del conduttore di protezione sarà di 16 mm², per poter assicurare un corretto funzionamento dei dispositivi collegati.

7.1.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

Si ha un contatto diretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione (conduttori, morsetti, ecc.).

La protezione delle persone contro i contatti diretti con parti attive in tensione sarà assicurata tramite isolamento delle parti medesime. Tale isolamento dovrà essere in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V in c.a. per un minuto, così come certificato da istituto di controllo o dichiarato dal costruttore stesso.

Per quanto riguarda l'isolamento da garantire durante l'installazione, si farà uso di nastri isolanti a marchio imq in quantità e nel modo più opportuno a conservare le caratteristiche di isolamento dei materiali costruiti in fabbrica.

Tutte le parti in tensione dovranno essere contenute entro involucri aventi grado di protezione minimo IPXXB (norma CEI 70-1) e apribili solo mediante attrezzo.

7.1.3 Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata e continua

La protezione può essere parziale o totale: la scelta dipende dalle condizioni d'uso e d'esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate).

La norma CEI 64-8 prevede inoltre quale misura addizionale di protezione contro i contatti diretti l'impiego di dispositivi a corrente differenziale.

7.1.4 Misure di protezione totale

Sono destinate alla protezione di personale non addestrato e si ottengono mediante:

- Isolamento delle parti attive;
- Involucri o barriere.

Per quanto riguarda l'isolamento delle parti attive, è necessario che siano rispettate le seguenti prescrizioni:

- Le parti attive devono essere ricoperte completamente con isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione;
- Gli altri componenti elettrici devono essere provvisti di isolamento volto a resistere alle azioni meccaniche, chimiche, termiche riscontrabili durante l'esercizio.

Se la protezione è garantita mediante involucri o barriere, è necessario che siano rispettate le seguenti prescrizioni:

- Le parti attive devono essere contenute entro involucri o trovarsi dietro barriere con grado di protezione minimo IP2X o IPXXB;
- Le superfici orizzontali di barriere e involucri devono avere grado di protezione minimo IP4X o IPXXD;
- Involucri e barriere devono essere saldamente fissati in modo da garantire la protezione nel tempo;
- Involucri e barriere devono poter essere aperti o rimossi solo mediante l'utilizzo di una chiave o di un attrezzo speciale;
- Il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura degli involucri e delle barriere.

7.1.5 Misure di protezione parziale

Sono destinate alla protezione di personale addestrato e si ottengono mediante:

- Ostacoli;

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brienza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	19 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

- Distanziamento.

Per quanto riguarda l'utilizzo di ostacoli, è necessario che sia impedito l'avvicinamento non intenzionale con le parti attive. Gli ostacoli possono essere rimossi senza una chiave o un attrezzo speciale ma devono essere fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale.

Il distanziamento deve essere tale che le parti simultaneamente accessibili non risultino a portata di mano.

7.1.6 Misura di protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali

La protezione con interruttori differenziali pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuta quale elemento unico di protezione completa e richiede comunque l'abbinamento con una delle misure di protezione di cui ai precedenti paragrafi.

7.1.7 Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori che normalmente non si trovano in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione.


L'impianto in oggetto si configura come sistema TN-S, ovvero sistemi che presentano il neutro collegato direttamente a terra e tutte le masse dell'impianto collegate a terra per mezzo del conduttore di protezione. Pertanto, per la protezione contro i contatti indiretti, si farà ricorso ad una delle misure di seguito indicate, da scegliere in funzione delle caratteristiche del circuito:

- Protezione mediante doppio isolamento: la protezione sarà assicurata con l'utilizzo di apparecchi e componenti aventi doppio isolamento delle parti attive (componenti in Classe II). Detti apparecchi saranno contrassegnati dal doppio quadrato concentrico e non dovranno avere nessuna loro parte collegata all'impianto di terra;
- Interruzione automatica dell'alimentazione: tale protezione prevede che a valle di ogni singolo inverter venga installato un interruttore automatico in grado di interrompere il parallelo dell'inverter con la rete in caso di cedimento dell'isolamento nella sezione in corrente continua;
- Realizzazione dell'impianto di messa a terra: l'intero campo dovrà essere dotato di un impianto di terra al quale saranno collegate tutte le masse metalliche e le masse estranee. Tale impianto dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti Norme CEI 64-8 e CEI 11-1 e dovrà essere realizzato in maniera da permettere le verifiche periodiche di efficienza;
- Equipotenzialità delle masse estranee: tutte le masse estranee che possono introdurre o trasportare il potenziale di terra, entranti e/o presenti all'interno dell'impianto, dovranno essere elettricamente collegate all'impianto di messa a terra generale. Il conduttore equipotenziale principale che collega le tubazioni suddette deve avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata presente nell'impianto, con un minimo di 6 mm².

7.1.8 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata

Per la protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata potranno essere adottate le seguenti misure:

- 1- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Tale protezione prevede l'utilizzo di interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra in modo da garantire una tensione di contatto non superiore a 50 V per gli ambienti ordinari e 25 V per gli ambienti speciali.
Inoltre deve essere soddisfatta la relazione $R_a \cdot I_a < 50 \text{ V}$ dove:
 - i) R_a = resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione;
 - ii) I_a = corrente che provoca il funzionamento automatico dei dispositivi di protezione;
- 2- Protezione mediante l'impiego di apparecchiature aventi componenti di classe II o isolamento equivalente. Il doppio isolamento che determina la classificazione in classe II deve essere garantito aggiungendo, all'isolamento principale delle parti attive, un secondo isolamento detto supplementare.
In linea generale gli apparecchi elettrici vengono suddivisi dalle Norme CEI in quattro classi in base al tipo di protezione offerta contro i contatti indiretti:
 - i) Classe 0: apparecchio dotato di isolamento principale e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
 - ii) Classe I: apparecchio dotato di isolamento principale e provvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
 - iii) Classe II: apparecchio dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
 - iv) Classe III: apparecchio destinato ad essere alimentato a bassissima tensione di sicurezza.
- 3- Protezione mediante separazione elettrica. Tale protezione evita correnti pericolose nel caso di contatto con masse che possono andare in tensione a causa di un guasto all'isolamento principale del circuito. E' raccomandato che venga soddisfatta la relazione $V \cdot L < 100.000$ dove:
 - i) V = tensione nominale in Volt;
 - ii) L = lunghezza della condotta elettrica in m (comunque tale valore deve essere $< 500 \text{ m}$).

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	20 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

- 4- Protezione mediante bassissima tensione di sicurezza. Un sistema elettrico è a bassissima tensione se la tensione nominale non supera i 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata e se l'alimentazione proviene da una sorgente SELV (Safety Extra Low Voltage) o PELV (Protective Extra Low Voltage).

7.1.9 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua

Le masse di tutte le apparecchiature dovranno essere collegate a terra, mediante il conduttore di protezione.

Si precisa che, nel caso di generatori fotovoltaici costituenti sistemi elettrici in bassa tensione con moduli dotati solo di isolamento principale, si rende necessario collegare a terra le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici, considerandole come 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.

Nel caso invece in cui i moduli siano dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe II), le norme prevedono che le cornici, se metalliche, non vengano messe a terra. L'esperienza consiglia di rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura garantendo la sicurezza contro il contatto indiretto nel corso della vita utile dell'impianto agrivoltaico (superiore a 25 anni), nei casi nei quali non si possa escludere a priori l'eventualità che l'isolamento possa decadere nel tempo. L'equipotenzialità delle cornici dei moduli con la struttura di sostegno dei medesimi può essere ottenuta, previa opportuna valutazione del progettista, mediante il normale fissaggio meccanico dei moduli sulla struttura.

7.1.10 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi e da corto circuiti. In particolare, i conduttori sono stati scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) con i valori di corrente calcolati in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed inoltre devono avere una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1.45 volte la portata (I_z).

Il potere di interruzione deve essere superiore a quello calcolato nel punto di installazione, in modo da garantire che nei conduttori non vengano mai a verificarsi valori di temperatura pericolosi. Gli interruttori sono inoltre dimensionati per garantire una buona selettività.

7.1.11 Messa a terra dell'impianto

L'impianto sarà gestito come sistema it, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di protezioni contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori di sovratensione di classe II.

È prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Le cornici dei moduli fotovoltaici saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta imbullonatura (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici) e collegate a terra attraverso un conduttore di protezione di opportuna sezione.

Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete del distributore è subordinato a precise condizioni tra le quali hanno particolare rilevanza le seguenti:


- il regime di parallelo non deve causare perturbazioni al servizio sulla rete del Distributore, in caso contrario il collegamento con la rete del Distributore stessa si dovrà interrompere immediatamente ed automaticamente; pertanto, ogniqualvolta l'impianto del Cliente Produttore è sede di guasto o causa di perturbazioni si dovrà sconnettere senza provocare l'intervento delle protezioni installate sulla rete del Distributore;
- il regime di parallelo dovrà altresì interrompersi immediatamente ed automaticamente ogniqualvolta manchi l'alimentazione della rete da parte del Distributore o i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano compresi entro i valori consentiti;
- in caso di mancanza di tensione o di valori di tensione e frequenza sulla rete del Distributore non compresi nel campo consentito, l'impianto di produzione non dovrà rimanere in servizio sulla rete stessa.

Le suddette prescrizioni hanno lo scopo di garantire l'incolumità del personale chiamato ad operare sulla rete in caso di lavori e di consentire l'erogazione dell'energia elettrica al cliente produttore secondo gli standard contrattuali e di qualità previsti da leggi e normative vigenti, nonché il regolare esercizio della rete del distributore. Come già precedentemente accennato, per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica, conforme alla normativa CEI 0-21 e CEI 0-16.

L'impianto sarà equipaggiato con un sistema di protezione articolato su tre livelli, ovvero:

ILIOS S.r.l.			
<u>Sede Legale:</u> Via Montenapoleone 8, 20121, Milano (MI)	<u>Sede Operativa:</u> Via Massimo D'Azeglio 2, 70017, Putignano (BA)	Telefono: +39 080 8935086 E-mail: info@iliositalia.com PEC: iliositalia@legalmail.it	CCIAA Milano-Monza--Brienza- Lodi C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	21 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

- Dispositivo del generatore;
- Dispositivo di interfaccia nel centro collettore;
- Dispositivo generale nella cabina utente.

7.1.12 Dispositivo del generatore

L'inverter è interamente protetto contro il corto circuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica. L'interruttore magnetotermico presente all'uscita di ogni inverter agisce come ulteriore supporto a questa funzione.

7.1.13 Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia provoca il distacco del sistema di generazione in caso di guasto alla rete elettrica. Il riconoscimento di eventuali anomalie avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che vanno al di fuori di un determinato range di tensione e frequenza definito come riportato di seguito:

- Minima tensione: $0.8 \times V_n$
- Massima tensione: $1.2 \times V_n$
- Minima frequenza: 49.7 Hz
- Massima frequenza: 50.3 Hz

La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno. Tale fenomeno, detto funzionamento ad isola, deve essere necessariamente evitato poiché può generare condizioni di pericolo per il personale addetto durante la ricerca e/o la riparazione di guasti.

7.1.14 Dispositivo generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. esso dovrà essere in grado di garantire la protezione contro il corto circuito e il sovraccarico.

7.2 Misure di protezione contro le scariche atmosferiche

7.2.1 Fulminazione diretta

L'impianto non influisce sulla forma o volumetria della zona e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sull'area. In particolare, le strutture risultano autoprotette contro le fulminazioni, secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 62305-2 "protezione contro i fulmini. parte 2: valutazione del rischio - febbraio 2013".

In ogni caso, se ve ne sarà la necessità si potrà provvedere in fase esecutiva a dotare l'impianto di un'adeguata messa a terra.

7.2.2 Fulminazione indiretta

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto potrebbe provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto: potrebbero generarsi sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti, in modo particolare gli inverter.

7.2.3 Precauzioni per ridurre la propagazione dell'incendio

Quando una conduttura attraversa elementi costruttivi di edifici (pavimenti, pareti ecc.) aventi caratteristiche specifiche di resistenza al fuoco, il passaggio dovrà essere otturato in accordo con il grado di resistenza all'incendio prescritto per il rispettivo elemento costruttivo dell'edificio prima dell'attraversamento.


Le condutture, quali tubi protettivi circolari e non circolari o canali, devono essere otturate sia internamente sia esternamente con elementi dotati di una resistenza al fuoco almeno pari al grado di resistenza richiesto all'elemento costruttivo.

Questi riempitivi, detti barriere tagliafiamma, devono:

- essere tali da non danneggiare, meccanicamente, termicamente o chimicamente le condutture con cui sono a contatto;
- permettere lievi deformazioni termiche delle condutture senza ridurre la qualità dell'otturazione;
- avere stabilità meccanica adeguata a sopportare le sollecitazioni che si possono produrre;
- avere caratteristiche di resistenza contro le influenze esterne.

7.2.4 Prevenzione incendi e sgancio di emergenza

L'appaltatore dovrà realizzare le opere nel pieno rispetto e secondo i requisiti previsti dalla "guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - edizione anno 2012" (vvf nota dcprev prot n. 1324 del 7 febbraio 2012) e relativi chiarimenti (vvf nota dcprev prot. n. 6334 del 4 maggio 2012),


Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	22 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

provvedendo pertanto a fornire e installare tutto quanto ivi previsto (cartellonistica, segnaletica di sicurezza, dispositivi di sezionamento di emergenza, ecc.).

Secondo le prescrizioni della circolare vv.f. n. 1324 del 07/02/2012, è opportuno prevedere un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione opportunamente segnalata ed accessibile, che determini il sezionamento dell'impianto. Tale comando deve mettere fuori tensione tutti i circuiti (non di sicurezza) all'interno del compartimento antincendio, compresi quelli alimentati dal generatore fotovoltaico.

In questa fase di progettazione si è previsto un comando di emergenza all'esterno degli skid BT/AT che agisce sull'interruttore generale in AT. Gli inverter e il lato in corrente continua dell'impianto sono stati considerati fuori da eventuali compartimenti antincendio e, pertanto, non è stato previsto un comando di emergenza.

In fase esecutiva si dovrà verificare tale condizione e, nel caso in cui non dovesse essere verificata, si dovrà prevedere un comando di emergenza che intervenga sui cavi in ingresso all'eventuale compartimento antincendio. Si dovrà inoltre verificare l'eventuale presenza di servizi di sicurezza che dovranno rimanere in tensione anche dopo aver azionato il pulsante di emergenza.

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	23 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

8. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

Il progetto delle opere di connessione alla rete elettrica è stato realizzato in accordo alla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) ricevuta dalla società Casaverde Parma Srl con Codice Pratica **202202382**, successivamente volturata alla proponente **Sonnedit Leonardo S.r.l.**

Le opere di connessione prevedono il collegamento in antenna a 36 kV su ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di trasformazione denominata "Carpi Fossoli".

8.1 Descrizione delle unità di impianto

L'impianto è composto da diverse unità funzionali elettriche, la cui ingegnerizzazione sarà eseguita secondo la regola dell'arte, sulla base dei criteri suggeriti dalle Norme di cui al Capitolo 4.

Nonostante la realizzazione della sottostazione sia da considerare in due diverse fasi, il progetto definitivo contemplerà apparecchiature e spazi per la realizzazione del risultato finale. Sostanzialmente la porzione del sistema elettrico descritta in questo elaborato è costituita da:

- (1) Stallo AT (36 kV) interno all'ampliamento 36 kV della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli";
- (1) linea Alta Tensione (36 kV) interrata per il collegamento tra il sistema di distribuzione e lo stallo AT della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli".

8.2 Stallo AT (36 kV) interno all'ampliamento della stazione elettrica della RTN

L'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico viene trasportata attraverso linee AT interrate fino alla Stazione Elettrica dove verrà collegata allo stallo AT indicato dal Gestore e contenuto al suo interno.

Lo stallo AT è costituito da un quadro di tipo protetto con tensione nominale di 36kV, equipaggiato con interruttore di manovra-sezionatore in SF6 e con interruttori automatici sottovuoto o in gas SF6.

Gli organi di interruzione e sezionamento di alta tensione, ovvero a 36 kV, avranno la funzione di stabilire o interrompere il collegamento con le barrature a 36 kV della Stazione Elettrica; tali apparecchiature saranno alimentate da reti esterne, non direttamente legate alle linee AT che dovranno manovrare.

8.3 Elettrodotto interrato AT


L'elettrodotto in AT 36 kV "esterno" di collegamento tra l'impianto e la RTN, sarà realizzato mediante linee in cavo direttamente interrato, quanto possibile su strade comunali e provinciali ed avrà le seguenti caratteristiche:

- Tipo linea: **cavo unipolare (ove possibile con formazione elicoidale)**
- Sezione normalizzata del cavo: **120 mm²**
- Diametro cavo: **42 mm**
- Massa nominale: **1.810 kg/km**
- Portata singola del cavo nelle condizioni di posa: **285 A (cavi disposti a trifoglio e T=90°C);**
- Tensione nominale linea: **36 kV**
- Tensione di isolamento: **40,5 kV (52 kV)**
- Conduttori attivi: **2x3x1x120 mm²**
- Lunghezza: **2450 m**

Inoltre, per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo oppure supplementare, a seconda del tipo di cavo e della profondità. Nel caso in questione, i cavi precedentemente scelti verranno interrati ad una profondità maggiore o uguale a 1 m dal piano campagna. Nella fase di posa del cavo saranno prese tutte le precauzioni possibili per non danneggiare il cavo stesso e le tubazioni dei sottoservizi limitrofi con particolare riferimento al raggio di curvatura, alla temperatura di posa ed alle sollecitazioni a trazione.

La posa sarà preceduta dallo stendimento di un adeguato letto di sabbia. Tale letto di sabbia avrà lo scopo di livellare e regolarizzare la posa. Infine, per evitare eventuali danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa si terrà conto dello sforzo di tiro massimo ammesso dal cavo scelto.

Il cavidotto sia interno che esterno sia in bassa che in alta tensione viene dimensionato nel rispetto della norma CEI 11-17 e seguirà tipologie di posa diverse, a seconda della destinazione.

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	24 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

Il cavidotto esterno in AT sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati con protezione meccanica supplementare, in grado di sopportare, in relazione alla profondità di posa, le sollecitazioni derivanti dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo.

La posa verrà eseguita ad una profondità di 1,50 m in uno scavo di profondità 1,60 m e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti.

Durante l'esecuzione degli scavi si provvederà ove necessario alla messa in opera di idonee casse-formi onde evitare franamenti e danni.

La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- strato di sabbia vagliata di 5-10 cm;
- cavi posati a trifoglio direttamente sullo strato di sabbia;
- posa coppella protettiva;
- strato di sabbia;
- posa del tubo corrugato del diametro di 5 cm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione;
- strato di sabbia non vagliata di 10 cm;
- riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 20 cm;
- nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale (bynder e tappetino di usura) ove necessario.

Le strade attraversate saranno ripristinate come ante operam e, in particolare:

- per eventuali strade sterrate si provvederà al rinterro con materiale di scavo e alla compattazione del terreno;
- per le strade bitumate si provvederà al rinterro con misto granulometrico selezionato e ripristino della pavimentazione stradale.

Durante le operazioni di ripristino verranno posti in opera i segna-cavi in ghisa in modo tale da permettere l'individuazione del tracciato delle linee.

L'energia prodotta da ciascun generatore fotovoltaico viene trasformata in alta tensione per mezzo di un trasformatore in appositi skid aperti e quindi trasferita al quadro di alta tensione a **36 kV**.

I cavi elettrici saranno posati in cavidotti interrati il cui scavo avrà una profondità di 1,60 m ed una larghezza variabile in funzione del numero di terne: La larghezza complessiva dello scavo sarà pari, indicativamente, a:

- 0,47 m nel caso di una singola terna di cavi;
- 0,79 m nel caso di due terne di cavi;
- 1,10 m nel caso di tre terne di cavi;
- 1,75 m nel caso di cinque terne di cavi

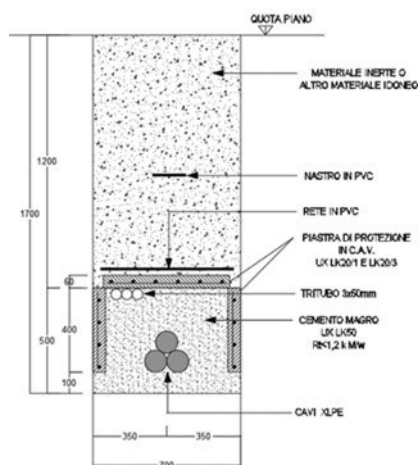



Figura 6: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (1 terna di cavi) – elettrodotto per collegamento a RTN (esterno)

All'interno dello stesso scavo verranno posate la corda di terra (in rame nudo), il nastro segnalatore ed il cavo di trasmissione dati.

8.3.1 Realizzazione delle linee elettriche

I cavidotti saranno interrati e realizzati tramite scavi a sezione ristretta.

Il nuovo tratto di linea dovrà essere installato secondo i normali criteri stabiliti dal GRTN e la sezione del conduttore della linea sarà opportunamente dimensionata in funzione delle correnti di esercizio.

Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	25 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

Il tracciato della linea coinvolge sia tratti di terreno naturale, sia tratti di strada pubblica con manto bituminoso. In entrambe le tipologie di posa, meglio descritte negli elaborati grafici, la posa della linea elettrica prevedrà la realizzazione di uno scavo a sezione obbligata, la realizzazione di un letto di posa della linea in materiale inerte e il successivo rinterro fino al ripristino del preesistente manto di copertura del tracciato.

In particolare, lungo il tragitto sono presenti attraversamenti di corsi d'acqua, il più importante dei quali è quello riguardante l'attraversamento mediante TOC del "Scolo Fossetto di Mezzo". Al fine di evitare di alterare l'assetto naturale dell'area sottostante all'alveo del corso d'acqua sopra detto, sarà utilizzata la tecnica TOC, in modo tale da realizzare la necessaria perforazione dello strato sotteso all'alveo senza tuttavia alterare l'assetto idrogeologico dell'area.

I cavidotti sono raccordati tra loro per il tramite di manicotti di giunzione realizzati in plastica rigida. La posa di tali tubazioni è effettuata all'interno di scavi aventi una profondità variabile non inferiore a 100 cm per le linee AT, posando le canalizzazioni su letto di inerte con granulometria fine. Lungo il tracciato dei cavi, ad eccezione degli attraversamenti in sub-alveo dove non si effettua lo scavo e ne sarebbe impossibile la posa, ad una profondità di circa 40 cm dal piano di calpestio, sarà posato un nastro monitor in polietilene, così come previsto dalle norme di sicurezza. Nel caso in cui i cavi presentino diverse modalità di posa, è effettuata la verifica per la condizione di posa più gravosa. Oltre alla verifica termica, è effettuata la verifica elettrica delle sezioni dei cavi, ovvero è verificata la caduta di tensione alla corrente di normale utilizzo.

8.4 Cavo AT

I cavi AT utilizzati saranno della tipologia **A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV)** conforme allo standard **IEC 60840**, con conduttore in alluminio, isolante XLPE, con schermatura in rame e guaina in HDPE, idoneo per applicazioni di distribuzione primaria e posa direttamente interrata. Per quanto riguarda la scelta delle sezioni dei cavi da utilizzare, queste saranno tali da limitare la caduta di tensione lungo la linea al fine di soddisfare il criterio progettuale per cui il cavo avrà una portata I_L uguale o superiore alla corrente di impiego I_b del circuito.

A2XS(FL)2Y HDPE High Voltage 26/45 (52) kV Cable



DIMENSIONS

ELAND PART NO.	NO OF CORES	NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm²	NOMINAL DIAMETER OF CONDUCTOR mm	INSULATION mm		METALLIC SCREEN mm		NOMINAL OUTER DIAMETER OF CABLE mm	NOMINAL WEIGHT kg/km	MAXIMUM PULLING FORCE kN	MINIMUM BENDING RADIUS m
				Normal thickness	Normal diameter over	Normal cross section mm²	Normal diameter over mm				
HQD45KV010095	1	95RM	11.3	9.0	30.5	35	34.3	41	1690	3.3	1.0
HQD45KV010120	1	120RM	12.5	9.0	31.7	35	35.5	42	1810	4.2	1.1
HQD45KV010150	1	150RM	14.1	9.0	33.3	35	37.1	43	1940	5.3	1.1
HQD45KV010185	1	185RM	15.8	9.0	35.0	35	38.8	45	2110	6.5	1.1
HQD45KV010240	1	240RM	17.9	9.0	37.1	35	40.9	47	2350	8.4	1.2
HQD45KV010300	1	300RM	20.0	9.0	39.2	35	43.0	49	2590	10.5	1.2
HQD45KV010400	1	400RM	22.9	9.0	42.5	35	46.7	53	3040	14.0	1.3
HQD45KV010500	1	500RM	25.7	9.0	45.3	35	49.5	56	3470	17.5	1.4
HQD45KV010630	1	630RM	29.3	9.0	49.1	35	53.3	60	4030	22.1	1.5
HQD45KV010800	1	800RM	33.0	9.0	52.8	35	57.0	64	4650	28.0	1.6
HQD45KV011000	1	1000RM	38.0	9.0	58.2	35	62.8	71	5570	35.0	1.8
HQD45KV011200	1	1200RM	42.5	9.0	62.7	50	67.3	75	6560	42.0	1.9
HQD45KV011200R	1	1200RMS	43.0	9.0	65.2	50	69.8	78	6840	42.0	2.0
HQD45KV011400	1	1400RMS	45.1	9.0	67.3	50	71.9	80	7490	49.0	2.0
HQD45KV011600	1	1600RMS	48.5	9.0	70.7	50	75.3	84	8270	56.0	2.1
HQD45KV011800	1	1800RMS	52.7	9.0	74.9	50	79.5	88	9170	63.0	2.2
HQD45KV012000	1	2000RMS	54.5	9.0	76.7	50	81.3	90	9760	70.0	2.3
HQD45KV012500	1	2500RMS	59.0	9.0	82.2	50	87.2	97	11270	87.5	2.4
HQD45KV013000	1	3000RMS	67.0	9.0	90.2	50	95.2	105	13690	100.0	2.6

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm²	NOMINAL RESISTANCE OF CONDUCTOR 90 °C Ω/km	ELECTRICAL FIELD STRESS V/kVmm		CAPACITANCE pF/km	ZERO REACTANCE Ω/km	INDUCTANCE Ω/km	
		Conductor screen	Insulation			Flat formation	Trefoil formation
95RM	0.4110	4.70	1.95	0.150	0.087	0.200	0.145
120RM	0.3247	4.55	2.00	0.160	0.083	0.195	0.140
150RM	0.2645	4.40	2.05	0.175	0.078	0.190	0.135
185RM	0.2108	4.25	2.10	0.185	0.074	0.185	0.130
240RM	0.1610	4.15	2.15	0.205	0.069	0.180	0.125
300RM	0.1291	4.00	2.20	0.220	0.065	0.180	0.120
400RM	0.1009	3.90	2.25	0.245	0.062	0.175	0.115
500RM	0.0792	3.80	2.30	0.265	0.058	0.170	0.110
630RM	0.0622	3.70	2.35	0.295	0.055	0.165	0.105
800RM	0.0498	3.60	2.40	0.320	0.052	0.160	0.105

ELECTRICAL DATA

De – Cable diameter

Cables in flat formation, the distance between the cable axes = $2 \times De$

Cables in trefoil formation, the distance between the cable axes = De



ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)


Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brienza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	26 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

CURRENT RATING FOR SINGLE-CORE CABLES – AMPERES



CONFIGURATIONS

SPP, CB	BOTH ENDS				SPP, CB	BOTH ENDS				SPP, CB	BOTH ENDS				SPP, CB	BOTH ENDS			
	CABLES IN EARTH								CABLES IN AIR										
	65°C	80°C	85°C	90°C	65°C	80°C	85°C	90°C	65°C	80°C	85°C	90°C	65°C	80°C	85°C	90°C	65°C	90°C	
96RM	220	265	215	260	210	255	210	250	235	320	230	315	205	280	205	275			
120RM	250	300	245	290	240	285	235	285	275	370	265	360	235	320	235	320			
150RM	280	340	270	325	270	320	265	320	310	420	300	405	265	365	265	360			
180RM	320	385	305	365	305	365	300	360	360	485	340	460	305	415	305	415			
240RM	370	445	345	420	355	425	345	420	420	570	395	540	360	490	355	485			
300RM	420	505	385	465	400	480	390	470	485	655	445	610	415	565	405	555			
400RM	485	580	430	525	455	550	445	535	565	765	505	695	480	660	470	645			
500RM	555	665	485	580	520	625	505	610	660	890	575	790	560	765	545	745			
630RM	635	765	520	640	595	715	570	690	770	1045	645	895	650	890	625	865			
800RM	725	870	560	695	670	810	635	770	890	1210	715	1000	745	1025	715	985			
1000RM	815	980	600	745	750	905	700	850	1025	1395	790	1110	850	1175	805	1115			
1200RM	885	1070	655	745	805	975	730	895	1135	1545	810	1145	935	1290	865	1205			
1200RMS	930	1115	610	760	870	1040	780	950	1185	1605	830	1170	1010	1375	925	1275			
1400RMS	1005	1210	630	790	940	1130	830	1015	1300	1755	870	1235	1100	1505	995	1380			
1600RMS	1085	1300	650	815	1005	1210	875	1070	1415	1910	910	1290	1195	1635	1065	1480			
1800RMS	1160	1395	665	835	1075	1295	920	1130	1535	2080	950	1350	1295	1775	1140	1590			
2000RMS	1225	1470	675	850	1130	1360	955	1175	1630	2205	975	1390	1370	1880	1190	1665			
2500RMS	1335	1605	695	875	1225	1475	1015	1245	1790	2425	1020	1460	1505	2065	1285	1800			
3000RMS	1540	1855	720	910	1400	1690	1105	1370	2120	2875	1085	1565	1765	2425	1445	2040			

Tabella 3: Scheda tecnica cavo A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV)

Le caratteristiche elettriche dei cavi in alluminio scelti sono riportate in tabella e, per la valutazione della portata effettiva dei cavi, si è considerata una posa a trifoglio interrata a 1,5 m, temperatura del terreno di 20°C e resistività termica del terreno $\rho = 1 \frac{^{\circ}\text{C m}}{\text{W}}$. In tali condizioni il valore di portata di corrente nominale del cavo è I_0 .

Per la portata effettiva dei cavi invece si è tenuto conto di fattori di correzione che adeguano la portata nominale del cavo alle reali condizioni di esercizio in regime permanente secondo i seguenti effetti:

- **K1** → coefficiente che tiene conto della temperatura ambientale per posa in terra;
- **K2** → coefficiente che tiene conto della profondità di posa;
- **K3** → coefficiente di resistenza termica del terreno;
- **K4** → coefficiente che tiene conto delle condizioni di posa (più cavi o tubi affiancati)

		Temperatura dell'ambiente diversa da quella di riferimento									
		Temperature ambiente (°C)									
T. conduttore	Tipo di cavo	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
90°C	cavi in terra	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76	
90°C	cavi in aria	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	
105°C	cavi in terra	1,06	1,03	1	0,97	0,94	0,91	0,87	0,84	0,8	
105°C	cavi in aria	1,12	1,1	1,06	1,03	1	0,97	0,93	0,89	0,86	

Tabella 4: Tabella per la scelta del coefficiente k1

Profondità di posa (m)			
0,8	1	1,2	1,5
1,02	1	0,98	0,96

Tabella 5: Tabella per la scelta del coefficiente k2

Resistenza termica (km/W)			
0,8	1	1,2	1,5
1,08	1	0,93	0,85

- Le resistività termiche del terreno sono intese uniformi:
 - $r=1,0 \text{ Km/W}$ per terreno o sabbia con normale contenuto di umidità;
 - $r=1,5 \text{ Km/W}$ per terreno o sabbia scarsamente umidi
- L'eventuale presenza di protezioni meccaniche (quali laterizi e lastre di cemento) che non comportano intercapedini d'aria, non altera le portate

Tabella 6: Tabella per la scelta del coefficiente k3


distanza tra cavi o terne	numero di cavi o terne (in orizzontale)			
cm	2	3	4	6
7	0,84	0,74	0,67	0,6
25	0,86	0,78	0,74	0,69

Tabella 7: Tabella per la scelta del coefficiente k4

Pertanto, il valore della portata di corrente a regime che può viaggiare nel cavo in alta tensione, tenuto conto degli effetti citati, è stimato in:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	27 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

8.4.1 Dimensionamento e caduta di tensione

I risultati mostrati negli elaborati tecnici, parte integrante del presente progetto, sono stati ottenuti per mezzo di un software per calcoli elettrici. Considerando la situazione peggiore possibile, ovvero considerando come valore nominale la potenza di 19,32 MVA anziché la potenza di 17,4 MW data dagli inverter installati, otteniamo una corrente di impiego:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * V} = \frac{19320000}{\sqrt{3} * 36000} = 326,15 \text{ A}$$

Il calcolo della caduta di tensione per ciascuna linea di alimentazione è effettuato utilizzando la formula:

$$\Delta V = \frac{(I * k * L * R) * \cos\phi}{1000} = 231,4 \text{ V}$$

In essa, I è la corrente, espressa in Ampere, transitante nella linea, L è la lunghezza della stessa espressa in metri, R è la resistenza specifica del materiale conduttore in Ω/km , mentre k è un fattore che tiene conto della tipologia di sistema nel quale è installata la linea ed è pari a 1,73 per circuiti trifase e a 2 per circuiti monofase. Nel calcolo, il fattore di potenza è stato considerato di valore unitario. Per i dati relativi ai cavi in rame si è fatto riferimento alle tabelle CEI-Unel 35364, 35747 e 35756. Quale parametro di dimensionamento in fase di calcolo è stato fissato che la caduta di tensione lungo le linee elettriche non deve eccedere in alcun caso il valore limite del 2% indicato nella norma CEI 11-17.

Considerando la corrente, la resistività del terreno, la lunghezza della linea e le condizioni di posa, la temperatura di esercizio, la temperatura ambiente, è stata scelta la configurazione di due terne da 120 mm² che soddisferebbe il criterio elettrico e la caduta di tensione che la Norma CEI 11-17 impone essere $\leq 2\%$, in quanto la caduta di tensione risultante sarebbe pari allo 0,65 %. Questa configurazione, sempre considerando tutti i fattori di riduzione precedentemente menzionati, garantisce una portata di 400 A. Il criterio termico risulta quindi, ovviamente, rispettato. Questo valore rispetta la prescrizione normativa garantendo il soddisfacimento del criterio elettrico.

A valle dei calcoli effettuati si può quindi affermare che la formazione dei cavi ideale per la linea di interconnessione dell'impianto con il punto di connessione indicato dal Gestore nel Preventivo di Connessione è: 2x3x1x120 mm²

8.5 Protezione contro le sovracorrenti

Il dimensionamento tiene conto delle caratteristiche della linea e degli interruttori per la protezione delle condutture contro il sovraccarico e il cortocircuito.

A tale scopo occorre pertanto considerare anche la I_n e la caratteristica I²*t dell'interruttore posto a monte per la protezione di ogni linea.

8.5.1 Protezione contro il sovraccarico

Per ogni linea sono state verificate le seguenti relazioni:

$$I_{b(f)} \leq I_{r(f)} \leq I_{z(f)} \quad I_{b(n)} \leq I_{r(n)} \leq I_{z(n)}$$

$$I_{r(f)} * (I_f/I_n) \leq 1,45 * I_{z(f)} \quad I_{r(n)} * (I_f/I_n) \leq 1,45 * I_{z(n)}$$

essendo:

- I_b= corrente di servizio per conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- I_n= corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea;
- I_r= corrente di regolazione termica per lo sganciatore su polo di fase (F) o neutro (N);
- I_z= portata del conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- I_f/I_n = rapporto tra la corrente minima di funzionamento dell'interruttore e la sua corrente nominale.

8.5.2 Protezione contro il cortocircuito

$$I^2 * t_{(1)} \leq K_f^2 * S_f^2$$

$$I^2 * t_{(2)} \leq K_n^2 * S_n^2$$

$$I_{cn} \leq I_{cc,max}$$

dove:

- I²*t= energia specifica lasciata passare dall'interruttore;
- K = coefficiente che tiene conto del tipo di materiale del conduttore e del tipo di isolante, per il conduttore di fase (F) o neutro (N);
- S = sezione del conduttore di fase (F) o neutro (N)
- I_{cn} = potere di interruzione nominale del dispositivo di interruzione;

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)


Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brienza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	28 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

- $I_{cc,max}$ = corrente di cortocircuito massima sulla linea (trifase ai morsetti per sistema trifase e fase-neutro ai morsetti per sistemi monofase).

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	29 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

9. SISTEMI DI MONITORAGGIO – SCADA

Il sistema di controllo dell'impianto potrà avvenire tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

a) Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;

b) Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

Il controllo in remoto avviene da centrale (servizio assistenza) con medesimo software del controllo locale.

Il sistema di telecontrollo consentirà la piena e completa gestione dell'impianto in progetto.

Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dal campo, quali:

- tensioni e correnti di stringa.
- tensioni e correnti parallelo CC.
- stato scaricatori/interruttori CC.
- tensioni e correnti in ingresso/uscita agli inverter.
- tensioni e correnti in ingresso/uscita ai trasformatori AT/BT.
- stato interruttori quadri BT e quadri AT.
- principali grandezze elettriche (potenza attiva, reattiva, costi, etc.).
- principali grandezze fisiche (temperature di esercizio, etc.).

Il nucleo del sistema SCADA è costituito dalla coppia di PLC ridondanti installati nel quadro QPLC in MTR. Il PLC è una piattaforma aperta configurabile per mezzo del software di programmazione e copre le seguenti funzionalità:

Collezione dati:


- dagli organi AT mediante input digitali cablati presenti in MTR.
- stati dei servizi ausiliari.
- raccolta misure e eventi dai relay di protezione di MTR tramite porte seriali RS485 collegati al converter seriale-ethernet per mezzo del software installato sul PC Embedded.
- raccolta dati da organi AT in MTR per mezzo dell'IO distribuito.
- raccolta dati da campo FV per mezzo delle RTU installate nelle cabine di trasformazione, via Modbus TCP:
- raccolta dati da stazione monitoraggio ambientale.

Attuazione comandi organi MT inviati da utente tramite HMI dello SCADA

Regolazione dei valori di potenza attiva e reattiva, inseguendo, tramite controlli a retroazione (PID) logici, i setpoint impostati dall'utente dall'HMI dello SCADA o provenienti da sistemi terzi tramite appositi canali di comunicazione che saranno specificati nel seguito della realizzazione

Elaborazione condizioni di allarme

- Aperture per guasto di organi AT
- Avviamenti e scatti dei relais di protezione
- Notifiche da sistema antintrusione cabine e perimetrale
- Notifiche da sistema antincendio cabine
- Inverter in avaria
- Mancanza di comunicazione con dispositivi sulla rete (LAN Monitoring)
- Fault da switch managed
- Aperture interruttori servizi ausiliari
- Mancata risposta o risposta intempestiva dei loop di regolazione potenza (PPC).

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	30 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

10. CONFIGURAZIONE ELETTRICA

Per la realizzazione dell'impianto si è considerata una superficie totale di circa **30,44 ha** della quale sono stati sfruttati **53,86 ha**. Nella tabella seguente sono elencate e descritte le principali caratteristiche tecniche e i dati di impianto.

Superficie di impianto:	20,17 ha
Potenza massima output impianto (AC):	17.400 kW
Tipo strutture di montaggio moduli fotovoltaici:	Inseguitori (tracker) mono-asse infissi al suolo
Moduli fotovoltaici (tipo):	ASTRENERGY Astro N5 – CHSM72N(DG)/F-BH – bifacciale mono c-Si – 580W
Tensione max sistema:	1.500 Volt
Potenza nom. modulo fotovoltaico:	580 Wp
Totale moduli fotovoltaici:	32.708
Moduli per stringa:	26
Totale stringhe:	1.258
Potenza nominale generatore fotovoltaico (DC):	18.970,64 kWp
Inverter (tipo):	HUAWEI SUN2000-330KTL-H1
Potenza max inverter (PF=1):	330 kVA
Potenza Nominale inverter:	300 kW
Totale inverter:	58
Potenza totale inverter (AC):	43.200 kW
Tensione uscita inverter:	800 V
Trasformatore (tipo):	Skid (aperti) completi di protezioni AT (IP65)
Potenza trasformatore BT/AT	2.760 kVA
Tensione primario/secondario trasformatore:	0,8/36 kV
Totale trasformatori:	7 x 2.760 kVA
Potenza totale trasformatori:	19.320 kVA
Rete di collegamento:	36 kV
Gestore della rete:	Terna S.p.A.
Potenza in immissione ai fini della connessione:	17.400 kW

Tabella 8: Specifiche e caratteristiche dell'impianto di produzione

I moduli saranno raggruppati in stringhe da **26** pannelli connessi in serie.

Si considerano i seguenti vincoli, imposti dal corretto funzionamento degli impianti e dalla scelta della soluzione più economica:

- Massima caduta di tensione per collegamento tra cabina di campo e cabina di consegna $\Delta V=2\%$;
- Tempo di intervento protezione $t=1$ s;
- Massime perdite ammesse 5% ;
- Massimo carico previsto per il cavo 95% .

Le stringhe saranno poi connesse in parallelo in modo da rispettare i limiti di corrente e di tensione dell'inverter.

In corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

- $V_m \min \geq V_{inv MPPT \min}$
- $V_m \max \leq V_{inv MPPT \max}$
- $V_{oc} \max < V_{inv \max}$

Dove:


- V_m = tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche
- $V_{inv MPPT \min}$ = tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter
- $V_{inv MPPT \max}$ = tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter
- V_{oc} = tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche
- $V_{inv \max}$ = tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

In tutti i casi, le condizioni di verifica risultano rispettate e pertanto si può concludere che vi è compatibilità tra le stringhe di moduli fotovoltaici e il tipo di inverter adottato.

10.1 Modalità di calcolo

E' stato definito un sistema con i parametri dei generatori e dei trasformatori e sono stati introdotti i parametri dei cavi: in seguito si è risolto il problema del load flow con il metodo di Newton – Raphson ed è stata verificata la rispondenza ai i vincoli imposti sulla portata, caduta di tensione, perdite di potenze, etc.



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	31 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

La portata dei cavi in regime permanente viene determinata utilizzando la seguente espressione:

$$I_z = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Dove con I_z si indica la portata dei conduttori isolati in gomma E4, unipolari interrati direttamente. Tali portate sono state calcolate in base alla norma IEC 60287 per le seguenti condizioni:

- Temperatura del terreno: 20°C;
- Profondità di posa 1 m;
- Resistività termica del terreno: 1,5 K*m/W.

Si indica con:

- K_1 = coefficiente che tiene conto della temperatura ambientale per posa in terra;
- K_2 = coefficiente che tiene conto della profondità di posa;
- K_3 = coefficiente che tiene conto della resistività del terreno;
- K_4 = coefficiente che tiene conto delle condizioni di posa (più cavi o tubi affiancati).

I coefficienti relativi a K_1 , K_2 e K_3 sono in parte tratti dalla tabella CEI UNEL 35027 e in parte ricavati da cataloghi dei costruttori e testi di impianti elettrici.

Il calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile viene effettuato con la seguente formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} * I * L * (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{U} * 100$$

dove:

- I = corrente di impiego (espressa in Ampere)
- L = lunghezza della linea
- R = resistenza della linea
- X = reattanza della linea
- $\cos \varphi$ = fattore di potenza del carico
- V = tensione concatenata per linea trifase.

Per la scelta delle caratteristiche delle apparecchiature elettriche e per la scelta definitiva dei cavi, si risolve sulla rete precedentemente modellata (con i cavi che rispettano tutti i vincoli imposti), il problema del corto circuito con la norma IEC 60909 equivalente alla norma CEI 11-25.

Risolto il problema del corto circuito, si verifica che tutti i cavi precedentemente scelti siano in grado di sostenere la corrente presunta di corto circuito per un secondo. Se si verifica che una data linea non è in grado di sostenere il corto circuito, si aumenta la sezione e si procede di nuovo alla verifica, il tutto fino a quando i risultati non risultino coerenti.


Dall'analisi dei valori ottenuti dalla risoluzione dei problemi del load flow e del corto circuito, si passa alla scelta dei quadri elettrici e dei componenti di protezione, manovra e misura (interruttori, sezionatori, TA, TV, relè ecc.).

10.2 Risultati di calcolo

Nelle tabelle seguenti sono definiti i sottocampi, le linee dell'impianto, seguite dalla partenza e arrivo linea, le sezioni dei cavi, la relativa corrente che passa nel conduttore, e la relativa caduta di tensione massima che interessa il tratto in esame.

CONFIGURAZIONE ELETTRICA LAYOUT LATO DC					
SOTTOCAMPO	POTENZA TRAFO [kVA]	NR. INVERTER	STRINGHE	POTENZA DC [kWp]	POTENZA AC [kW]
1.1	2.760	8	174	2.623,92	2.400
1.2	2.760	8	174	2.623,92	2.400
1.3	2.760	8	174	2.623,92	2.400
2.1	2.760	8	174	2.623,92	2.400
2.2	2.760	8	174	2.623,92	2.400
3.1	2.760	9	194	2.925,52	2.700
3.2	2.760	9	194	2.925,52	2.700
TOTALE		58	1.258	18.970,64	17.400,00

Tabella 9: Tabella configurazione elettrica lato DC

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	32 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

CONFIGURAZIONE ELETTRICA LAYOUT LATO AC						
da	a	POTENZA [kVA]	LUNGHEZZA [m]	SEZIONE CAVO [mm²]	CORRENTE IMPIEGO I _b [A]	CADUTA TENSIONE [ΔV%]
TRAFO_1	SU 36 kV	2.760	800	3x1x95	46,59	0,07%
TRAFO_2	SU 36 kV	2.760	795	3x1x95	46,59	0,07%
TRAFO_3	SU 36 kV	2.760	790	3x1x95	46,59	0,07%
TRAFO_4	SU 36 kV	2.760	385	3x1x95	46,59	0,04%
TRAFO_5	SU 36 kV	2.760	380	3x1x95	46,59	0,04%
TRAFO_6	SU 36 kV	2.760	105	3x1x95	46,59	0,01%
TRAFO_7	SU 36 kV	2.760	100	3x1x95	46,59	0,01%
SU 36 kV	RTN (POC)	19.320	2450	2x3x1x120	326,15	0,65%

Tabella 10: Tabella configurazione elettrica lato AC

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brianza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	33 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	ITOMY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

11. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Gli impianti saranno progettati e costruiti in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003).

La valutazione del campo elettrico e magnetico relativo al cavidotto di connessione è descritta nell'elaborato ITOMY171.PTO_14_AMPSE_RTIEM "PTO - Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e magnetico e calcolo della fascia di rispetto (Ampl. SE TERNA 36 kV)".

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA Milano-Monza--Brianza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	34 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

12. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il piano di gestione delle terre e rocce da scavo è descritto nell'elaborato IT0MY171.PTO_14_AMPSE_PPUTRS "PTO - Piano Preliminare di Utilizzo in Sito delle Terre e Rocce da Scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (Ampl. SE TERNA 36 kV)".

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:
Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086
E-mail: info@iliositalia.com
PEC: iliositalia@legalmail.it


CCIAA Milano-Monza--Brianza-
Lodi
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA							
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE							
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	35 / 35	
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT			

13. INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Inverter SUN2000-330KTL-H1	11
Figura 2: Trasformatore selezionato	12
Figura 3: Conduttori DC (lato BT)	14
Figura 4: Conduttori CA (lato BT)	15
Figura 5: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (2 terne di cavi) elettrodotti interni	16
Figura 6: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (1 terna di cavi) – elettrodotto per collegamento a RTN (esterno)	24

Documento:	RELAZIONE TECNICA						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	36 / 35
Codice Pratica:	202202382			Cod. Documento:	IT0MY171.PTO_02_202202382_OCI_RT		

14. INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Dati catastali (Ampliamento 36 kV della SE "Carpi-Fossoli").....	6
Tabella 2:Caratteristiche dei trasformatori.....	11
Tabella 3: Scheda tecnica cavo A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV).....	26
Tabella 4: Tabella per la scelta del coefficiente k1	26
Tabella 5: Tabella per la scelta del coefficiente k2	26
Tabella 6:Tabella per la scelta del coefficiente k3.....	26
Tabella 7: Tabella per la scelta del coefficiente k4	26
Tabella 8: Specifiche e caratteristiche dell'impianto di produzione.....	30
Tabella 9:Tabella configurazione elettrica lato DC	31
Tabella 10: Tabella configurazione elettrica lato AC	32