

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

EQUIPEMENTS – IMPIANTI

ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI AUSILIARI / ALIMENTATION DES EQUIPEMENTS AUXILIAIRES

Elaborati generali / Généralités

ALIMENTAZIONE FOTOVOLTAICA – CENTRALE SOLARE PHOTOVOLTAIQUE

SPECIFICHE TECNICHE DELLE APPARECCHIATURE – SPÈCIFICATION TECHNIQUE DES
EQUIPEMENTS

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	02/11/2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0 / Emissione per verifica C2B e validazione C3.0	M.CASTELLANI (ITALFERR)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	M.CASTELLANI (ITALFERR)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO

 **Technimont**
Civil Construction
Dott. Ing. Marco Russo
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



CODE DOC	P	D	2	T	S	3	T	S	3	1	3	9	1	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	35	20	00	10	02
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

 **LTF**
LYON TURIN FERROVAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TRÉN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

SOMMAIRE / INDICE.....	2
1. INTRODUZIONE	4
1.1 Sintesi	4
1.2 Synthèse.....	4
2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2.1 Norme funzionali	4
2.2 Documenti di riferimento	4
2.3 Leggi e decreti circolari	5
2.4 Norme CEI (COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO) EN e UNI.....	5
3. ELENCO DEGLI ACRONIMI	6
4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO SU COPERTURA.....	7
4.1 Potenza installata	7
4.2 Dati relativi al posizionamento del generatore	7
4.3 Moduli FV	7
4.4 Dispositivi ottimizzatori	8
4.5 Struttura di sostegno	9
4.6 Collegamento in corrente continua - BT	9
4.7 Quadri di stringa CC.....	9
4.8 Inverter.....	10
4.8.1 Quadro di parallelo inverter BT.....	11
5. IMPIANTO FOTOVOLTAICO SU COPERTURA PCC	12
5.1 Potenza installata	12
5.2 Dati relativi al posizionamento del generatore	12
5.3 Moduli FV	13
5.4 Struttura di sostegno	13
5.5 Collegamento in corrente continua - BT	14
5.6 Quadri di stringa CC.....	14
5.7 Inverter.....	15
5.7.1 Collegamento in corrente alternata in BT	16
6. IMPIANTO FOTOVOLTAICO SU COPERTURA_ GALLERIA ARTIFICIALE	16
6.1 Potenza installata	16
6.2 Dati relativi al posizionamento del generatore	16
6.3 Moduli FV	16
6.4 Struttura di sostegno	17
6.5 Collegamento in corrente continua - BT	17
6.6 Quadri di stringa CC.....	18
6.7 Inverter.....	18
6.7.1 Quadro di parallelo inverter BT.....	19
7. CONNESSIONE ALLA RETE, PUNTO DI CONSEGNA E DI MISURA	21
7.1 Sicurezza e protezioni.....	21
7.2 Dispositivi di protezione sul collegamento alla rete elettrica.....	21
7.2.1 Dispositivo del generatore	21

7.2.2	Dispositivo di Interfaccia - Generale	22
7.3	Misura dell'energia elettrica prodotta.....	22
7.4	Impianto di messa a terra	23

1. Introduzione

1.1 Sintesi

Oggetto del presente documento è quello di descrivere le specifiche tecniche dell'impianto fotovoltaico da realizzare nella Piana di Susa, nelle seguenti aree:

- copertura realizzata presso la Piana di Susa ,
- copertura del fabbricato PCC,
- copertura della galleria artificiale, tunnel di base lato ovest

1.2 Synthèse

Ce document a pour but de décrire les spécification techniques des installations photovoltaïques à réaliser dans la « Piana di Susa », dans les zones suivantes :

- couverture réalisée auprès de la « Piana di Susa » ,
- couverture du bâtiment PCC,
- couverture du faux-tunnel, tunnel de base coté Ouest.

2. Documentazione di riferimento

Alla base del progetto sono state utilizzate le norme italiane, europee ed internazionali. Inoltre sono stati presi a riferimento i documenti base LTF, che descrivono la normativa adottabile per il progetto del collegamento ferroviario Torino-Lione.

2.1 Norme funzionali

Codifica	Titolo del documento
Consegna 44	Quadro normativo degli studi tecnici

2.2 Documenti di riferimento

I documenti elencati di seguito sono da considerarsi parte integrante della presente relazione, ed hanno lo scopo di fornire un maggiore dettaglio nella descrizione dell'impianto fotovoltaico.

Codifica	Titolo del documento
A [1]. PD2_C2B_1391_35-2000_10-02	Specifiche tecniche delle apparecchiature – spécification technique des équipements
A [2]. PD2_C2B_1401_35-20-50_20-02	Schema a blocchi impianto fotovoltaico - Photovoltaïques schéma du

Codifica	Titolo del documento
	système -
A [3]. PD2_C2B_1400_35-20-50_20-01	Schéma de conection rete 20kV - schema di allaccio alla rete 20kV
A [4]. PD2_C2B_1402_35-20-50_20-03	Schéma de fonctionnement du photovoltaïque - schema elettrico funzionale dell'impianto fotovoltaico
A [5]. PD2_C2B_1403_35-20-50_30-01	Layouts photovoltaïques disponibles - layout disposizione impianto fotovoltaico

2.3 Leggi e decreti circolari

Legge, circolare	decreto,	Oggetto
B[1]. DLvo 81 del 9/04/08		“Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 133 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
B[2]. DLvo 106 del 3/08/09		“Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
B[3]. L. 1/3/1968, n. 186		“Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”
B[4]. L. 18/10/77, n. 791		Direttiva per il materiale elettrico di bassa tensione”
B[5]. DM 37/08 del 22/01/08		Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”

2.4 Norme CEI (COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO) EN e UNI

Norma	Oggetto
C[1].CEI EN 50119	Applicazioni ferroviarie , tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica
C[2].CEI EN 50122-1	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
C[3].CEI EN 50122-2	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua.
C[4].CEI EN 50124-1	Applicazioni ferroviarie , tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 1: Requisiti base, distanze in aria e distanze superficiali per tutta l’apparecchiatura elettrica e elettronica.
C[5].CEI EN 50124-1	Applicazioni ferroviarie , tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 2: Sovratensioni e relative protezioni.
C[6].CEI EN 60076-1	Trasformatori di potenza - Parte 1: Generalità
C[7].CEI EN 60076-2	Trasformatori di potenza - Parte 2: Riscaldamento
C[8].CEI EN 60129	Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000 V
C[9].CEI EN 62271 - 200	Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV.
C[10]. CEI EN 60439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri bt), parte 1: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).
C[11]. CEI EN 50522	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
C[12]. CEI EN 60439-3	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt), parte 3: prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad esser installate in luoghi dove personale no addestrata ha accesso. Quadri di distribuzione (ASD)
C[13]. CEI EN 60420	Interuttori di manovra e interuttori-sezionatori combinati con fusibili ad alta

Norma	Oggetto
	tensione per corrente alternata.
C[14]. CEI EN 60898	Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione nominale non superiore a 415 V in corrente alternata).
C[15]. CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
C[16]. CEI EN 61215	Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
C[17]. CEI EN 61936 - 1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
C[18]. CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
C[19]. CEI 0-21	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
C[20]. CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. (parte 1÷7)
C[21]. CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
C[22]. CEI 20-91	Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici
C[23]. CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. (parte 1÷7)
C[24]. CEI 82-25	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione
C[25]. UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
C[26]. UNI 8477-1	Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.

3. Elenco degli Acronimi

Nel seguito verranno utilizzati acronimi per definire apparecchiature o parti di impianto. Si riportano per chiarezza di lettura, le relative corrispondenze:

PCC: Posto di controllo e comando

Wp: Watt di picco (potenza erogata da un modulo fotovoltaico o da una cella fotovoltaica se sottoposti alle condizioni standard di irraggiamento di 1,00 kW/m² e temperatura di cella di 298.15 K (ovvero 25 °C))

CC: corrente continua

AC: corrente alternata

MT: media tensione

BT: bassa tensione

4. Impianto fotovoltaico su copertura

La Copertura fotovoltaica della Piana di Susa, sarà realizzata utilizzando moduli fotovoltaici di tipo monocristallino da 190Wp (modulo rettangolare) e moduli fotovoltaici di tipo monocristallino da 85Wp (modulo triangolare), disposti su struttura triangolare inclinata della copertura.

4.1 Potenza installata

- Potenza nominale: 495,9kWp

4.2 Dati relativi al posizionamento del generatore

- Tipo di struttura/materiale Fissa/struttura metallica d'alluminio
- Angolo di azimut del generatore 20°
- Angolo di tilt del generatore 30°

4.3 Moduli FV

Il modulo fotovoltaico rappresenta l'elemento fondamentale del generatore fotovoltaico. La sua funzione è quella di catturare l'energia solare incidente e generare energia elettrica.

Le caratteristiche dei moduli utilizzati nella copertura sono le seguenti:

Modulo rettangolare

- | | |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------|
| • Tecnologia | Monocristallino |
| • Efficienza: | 14.8 % |
| • Potenza massima (Pmax): | 190 Wp |
| • Intensità di corrente di cortocircuito (Isc): | 5,8 A |
| • Intensità di corrente nel punto di massima potenza (Impp): | 5,3 A |
| • Tensione nel punto di massima potenza (Vmpp): | 36,3 V |
| • Tensione a circuito aperto (Voc): | 37,2 V |
| • Tensione massima del sistema (Vmax): | 1000 V |
| • Dimensioni: lunghezza x altezza x profondità (mm) | 1200 mm x 1070 mm x 40 mm |
| • Peso (kg) | 17kg |
| • Tolleranza: | 0/+ 5% |

Modulo triangolare

• Tecnologia	Monocristallino
• Efficienza:	13,1 %
• Potenza massima (Pmax):	95 Wp
• Intensità di corrente di cortocircuito (Isc):	5,8 A
• Intensità di corrente nel punto di massima potenza (Impp):	5,3 A
• Tensione nel punto di massima potenza (Vmpp):	18,15 V
• Tensione a circuito aperto (Voc):	22,6 V
• Tensione massima del sistema (Vmax):	1000 V
• Dimensioni: lunghezza1 x lunghezza 2 x lunghezza 3 x profondità (mm)	1070 mm x 1070 mm x 1287 x 40 mm
• Peso (kg)	10 kg
• Tolleranza:	0/+ 5%

Caratteristiche elettriche misurate in condizioni standard STC (Standard Test Conditions): 245 W/m² di irradianza, 25°C di temperatura della cella e una massa d'aria AM di 1,5.

I moduli sono completi di diodi di “bypass”, per evitare che correnti inverse possano circolare nelle celle a causa di ombreggiamenti o guasti del modulo.

I moduli dovranno essere garantiti per decadimento inferiore al 10% in 10 anni e al 20% in 25 anni.

4.4 Dispositivi ottimizzatori

Al fine di massimizzare l'energia elettrica prodotta, in presenza di ogni pannello fotovoltaico “rettangolare” e ogni 2 pannelli di tipo “triangolare”, sarà previsto un dispositivo ottimizzatore, costituito da un convertitore DC/DC che permette di seguire il massimo punto di potenza (MPPT) di ogni modulo individualmente.

Le caratteristiche principali di ogni dispositivo sono le seguenti:

• potenza nominale in ingresso	250W
• massima tensione in ingresso:	55Vdc
• Range di tensione ingresso:	5-55 Vdc
• Efficienza massima:	99.5%
• Massima corrente in uscita:	15 Adc

4.5 Struttura di sostegno

I moduli fotovoltaici saranno installati su una struttura in grado di resistere al proprio peso e agli sforzi del vento e della neve descritti nella guida CEI 82-25.

4.6 Collegamento in corrente continua - BT

L'associazione dei moduli collegati in serie si realizza sfruttando le cassette, i conduttori e gli stessi connettori dei moduli FV. Il conduttore positivo e quello negativo di stringa si attesteranno ai Quadri di stringa e da questi partiranno le linee verso gli inverter.

I cavi di stringa correranno lungo la struttura (in zona ombreggiata e protetta da irraggiamento diretto), su canalette metalliche dedicate, e saranno fissati alla stessa tramite fascette in nylon adatte per posa all'esterno.

Il dimensionamento dei cavi è stato effettuato considerando le correnti nominali e di guasto dell'impianto e la massima caduta di tensione ammissibile (lato cc pari al 2% lato ca pari al 4%).

- cavi di stringa 10 mm²
- Cavi da QS a Inverter 2x50 mm²;
2x(2x50) mm² (se la lunghezza tra QS e inverter è maggiore di 250m)

I cavi utilizzati nell'installazione rispetteranno la normativa vigente per quanto riguarda l'isolamento e il grado di protezione.

Saranno impiegati cavi della seguente tipologia:

- Tipo FG21M21 1,2 kV (conforme CEI 21- 90)
- Livello di tensione 1,2 kV
- Conduttore Rame

4.7 Quadri di stringa CC

I quadri saranno realizzati con carpenterie in poliestere con porta piena dotata di chiusura con almeno due punti di bloccaggio. Il grado di protezione dovrà essere almeno IP 66 a portella chiusa. Il quadro di dimensioni minime 403x333x129mm, dovrà avere almeno le seguenti caratteristiche elettriche minime:

- N. di ingressi 4
- N. di uscite 1
- tensione di esercizio pari a ~800V cc
- tensione di isolamento pari a 1000Vcc
- corrente di c.to c.to minima 0.9kA

- Temperatura di funzionamento: $-25\div 100^{\circ}\text{C}$
- Resistenza al calore anomalo ed al fuoco fino a 750°C
- Grado di protezione agli urti: IK10
- Doppio isolamento - classe II
- fusibili CC $I_n = 12\text{ A}$ 1000 V , con sezionatore nei circuiti d'arrivo (un sezionatore/fusibile per ogni ingresso del quadro +/-).
- Scaricatori di sovratensione con tensione di servizio di 1000 V e di $I_{sn} 15\text{ kA}$.
(Protetto dal fusibile di CC di 4 A).
- Sezionatore sottocarico in Uscita $I_n = 32\text{ A}$, 1000 V .

I quadri saranno installati in zona ombreggiata al di sotto delle strutture porta moduli, o nelle immediate vicinanze.

4.8 Inverter

L'energia prodotta dal generatore fotovoltaico, sotto forma di corrente continua, sarà trasformata in corrente alternata perfettamente sincronizzata alla rete convenzionale in frequenza e in fase tramite un inverter.

Le funzioni di protezione di massima e minima tensione, di massima e minima frequenza, di vigilanza dell'isolamento da CC e del funzionamento anti-isola sono integrati nelle apparecchiature che compongono l'inverter, che effettuerà anche le manovre automatiche di collegamento e scollegamento dalla rete

Le caratteristiche generali degli inverter sono le seguenti:

- È dotato di 2 sistemi MPPT (inseguitore del punto di massima potenza)
- Sezione di entrata del campo fotovoltaico con dispositivo di sezionamento della rete
- Protezione di scollegamento per valori fuori del range della tensione o della frequenza della rete in ottemperanza alla norma CEI 11-20
- Funzionamento in parallelo alla rete con $\cos \varphi = 1$ regolabile fra $+0,9$ induttivo e $0,9$ capacitivo
- Dispositivo per il controllo della resistenza dell'isolamento a terra della parte CC
- Acquisizione e immagazzinamento dei dati relativi allo stato di funzionamento e misure delle variabili di entrata e di uscita
- Dispositivo di monitoraggio a distanza
- Dichiarazione del costruttore riguardo alla conformità del prodotto alla normativa applicabile, e test effettuati da un organismo riconosciuto.
- Fluttuazioni di tensione: l'inverter opererà qualora l'intervallo di tensione di rete si mantenga fra l'85% e il 110% del relativo valore nominale.
- Fluttuazioni di frequenza: l'Inverter opererà se la frequenza si mantiene fra $50 \pm 5\text{ Hz}$.
- L'inverter sarà dotato di un indicatore visivo sullo stato dell'operazione (collegato/scollegato).
- L'inverter sarà dotato di interruttori lato cc e ca, apribili tramite bobina di apertura comandata da pulsante emergenza (in caso di intervento VV.F).

Le caratteristiche generali degli inverter sono le seguenti:

- Tipo: Trifase
- Potenza nominale CA: 17 kW
- Rendimento: 98%
- Tensione max di sistema CC: 1000 V

- Tensione max in ingresso (DC): 950V
- Tensione nom. in ingresso (DC): 750V
- Dimensioni: (lxhxp) 315 x 540 x 260 mm

4.8.1 Quadro di parallelo inverter BT

I cavi in uscita dagli inverter presenti nel locale fotovoltaico di Susa, saranno connessi in parallelo su una apposito quadro di b.t. che provvederà quindi a collegare gli inverter al trasformatore elevatore bt/MT.

Al fine di distribuire l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico in BT 400 Vac., verrà installato un quadro generale di sezionamento, protezione e distribuzione BT, denominato QBT_FV Susa.

Il quadro generale di bassa tensione QGBT è costituito da più sezioni/sbarre:

Sezione di arrivo (tensione alternata trifase con neutro): arrivo energia dagli inverter a 400V, per ciascun arrivo è previsto un sezionatore sottocarico con In pari a 63A .

Sezione ausiliari quadro: alimentata da sbarra essenziale del QGBT della cabina MT/BT

Sezione uscita: costituita da interruttore magnetotermico scatolato, tetrapolare In 1250 A, potere di interruzione 50kA

Caratteristiche Costruttive

Al fine di fornire un prodotto di elevata affidabilità di facile manutenibilità e di cui sia garantita nel tempo la reperibilità di parti di ricambio per eventuali modifiche ed aggiornamenti, in funzione della naturale evoluzione dei prodotti di mercato, il quadro elettrico sarà realizzato in carpenteria metallica modulare standard di primaria casa costruttrice del settore quadri BT.

La tipologia costruttiva sarà identificata dalla forma 2 per la parte con interruttori modulari e in forma 3 o 4 per la parte di interruttori scatalari con riferimento alla norma CEI 17-13 ed alle successive varianti ed integrazioni.

Tutte le carpenterie saranno addossabili a parete e con accesso esclusivamente anteriore dal fronte.

Le parti portanti delle carpenterie saranno realizzate con lamiere e profilati metallici di spessore non inferiore ai 2 millimetri, mentre le pannellature di chiusura e segregazione potranno essere anche di spessore inferiore.

Le carpenterie saranno realizzate con grado di protezione minimo IP 30 a portella aperta e saranno chiuse tramite portelle dotate di maniglie con chiusure a chiave e pannelli in materiale policarbonato trasparente.

La struttura, le pannellature interne, i pannelli frontali e le portelle di chiusura, saranno verniciati in forno con ciclo alle polveri epossidiche del colore a standard del fornitore delle carpenterie stesse.

I collegamenti principali di potenza potranno essere realizzate sia in barra nuda che in barra rivestita e isolata, che in cavo, in funzione della loro posizione all'interno del quadro, mentre i collegamenti in uscita e quelli ausiliari saranno tutti realizzati in cavo, contenuti in apposite canaline di cablaggio ed attestati ad idonee morsettiere modulari componibili di collegamento. Tutti i cavi di cablaggio i rispettivi morsetti di attestazione e le relative morsettiere saranno correttamente identificati e numerati con uno dei sistemi di numerazione componibile standard disponibile sul mercato.

Le canaline di cablaggio saranno in resina noryl o policarbonato e i cavi N07G9-K del tipo a ridottissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi, per i quadri destinati all'installazione in galleria mentre saranno del tipo autoestinguente e non propagante, N07V-K ed in P.V.C. negli altri casi.

I quadri maggiori saranno costituiti da più sezioni affiancate, composte ciascuna di uno o più scomparti e segregate dalle adiacenti mediante pannellature interne trasversali in lamiera e protezioni in policarbonato.

Il vano sbarre omnibus o i vani, nel caso dei quadri di distribuzione con energia proveniente da più sistemi diversi, potrà essere verticale o orizzontale, ma dovrà essere completamente segregato dagli altri cubicoli in cui lo stesso dovrà essere diviso; la forma tre dovrà essere sempre rispettata.

Ogni quadro sarà dotato di barra generale di messa a terra in piatto di rame da almeno 120mm², comune a tutte le sezioni e, ove necessario, di morsetti di terra giallo-verdi in corrispondenza delle uscite in morsettiera.

Le morsettiere di collegamento distinte per potenza ed ausiliari saranno contenute in uno o più cavedii laterali.

5. Impianto fotovoltaico su copertura PCC

L'impianto fotovoltaico relativo alla copertura del fabbricato PCC della Piana di Susa, sarà realizzata utilizzando moduli fotovoltaici di tipo policristallino da 245Wp disposti su struttura in acciaio inclinata.

5.1 Potenza installata

- Potenza nominale: • 37 kWp

5.2 Dati relativi al posizionamento del generatore

- Tipo di struttura/materiale • Fissa/struttura metallica d'alluminio
- Angolo di azimut del generatore • 20°
- Angolo di tilt del generatore • 30°

5.3 Moduli FV

Il modulo fotovoltaico rappresenta l'elemento fondamentale del generatore fotovoltaico. La sua funzione è quella di catturare l'energia solare incidente e generare energia elettrica.

Le caratteristiche dei moduli utilizzati nella copertura del PCC sono le seguenti:

Modulo rettangolare

• Tecnologia	Policristallino
• Efficienza:	15 %
• Potenza massima (Pmax):	245 Wp
• Intensità di corrente di cortocircuito (Isc):	8,55 A
• Intensità di corrente nel punto di massima potenza (Impp):	8,23 A
• Tensione nel punto di massima potenza (Vmpp):	29,8 V
• Tensione a circuito aperto (Voc):	37,2 V
• Tensione massima del sistema (Vmax):	1000 V
• Dimensioni: lunghezza x altezza x larghezza (mm)	1640 mm x 992 mm x 50 mm
• Superficie (m ²)	1,250 mq
• Peso (kg)	20 kg
• Tolleranza:	0/+ 5%

Caratteristiche elettriche misurate in condizioni standard STC (Standard Test Conditions): 245 W/m² di irradianza, 25°C di temperatura della cella e una massa d'aria AM di 1,5.

I moduli sono completi di diodi di "bypass", per evitare che correnti inverse possano circolare nelle celle a causa di ombreggiamenti o guasti del modulo.

I moduli dovranno essere garantiti per decadimento inferiore al 10% in 10 anni e al 20% in 25 anni.

5.4 Struttura di sostegno

I moduli fotovoltaici saranno installati su una struttura in grado di resistere al proprio peso e agli sforzi del vento e della neve descritti nella guida CEI 82-25.

La struttura sarà costituita da profilati di acciaio dalle sezioni adeguate, con zattere di fissaggio in cls posate direttamente sulla copertura, previo protezione in gomma dello strato impermeabilizzante.

La separazione fra le strutture nel senso Nord-Sud è stata definita in modo tale da minimizzare gli eventuali effetti prodotti dall'ombra della fila precedente.

5.5 Collegamento in corrente continua - BT

L'associazione dei moduli collegati in serie si realizza sfruttando le cassette, i conduttori e gli stessi connettori dei moduli FV. Il conduttore positivo e quello negativo di stringa si attesteranno ai Quadri di stringa e da questi partiranno le linee verso gli inverter.

I cavi di stringa correranno lungo la struttura (in zona ombreggiata e protetta da irraggiamento diretto), su canalette metalliche dedicate, e saranno fissati alla stessa tramite fascette in nylon adatte per posa all'esterno.

Il dimensionamento dei cavi è stato effettuato considerando le correnti nominali e di guasto dell'impianto e la massima caduta di tensione ammissibile (lato cc pari al 2% lato ca pari al 4%).

- cavi di stringa 6 mm²
- Cavi da QS a Inverter 16 mm²

I cavi utilizzati nell'installazione rispetteranno la normativa vigente per quanto riguarda l'isolamento e il grado di protezione.

Saranno impiegati cavi tipo:

- Tipo FG21M21 1,2 kV (conforme CEI 21- 90)
- Livello di tensione 1,2 kV
- Conduttore Rame

5.6 Quadri di stringa CC

I quadri saranno realizzati con carpenterie in poliestere con porta piena dotata di chiusura con almeno due punti di bloccaggio. Il grado di protezione dovrà essere almeno IP 66 a portella chiusa. Il quadro di dimensioni minime 403x333x129mm, dovrà avere almeno le seguenti caratteristiche elettriche minime:

- N. di ingressi 4
- N. di uscite 4
- tensione di esercizio pari a ~800V cc
- tensione di isolamento pari a 1000Vcc
- corrente di c.to c.to minima 0.9kA
- Temperatura di funzionamento: -25÷100°C
- Resistenza al calore anomalo ed al fuoco fino a 750°C
- Grado di protezione agli urti: IK10
- Doppio isolamento - classe II
- fusibili CC In= 12 A 1000 V, con sezionatore nei circuiti d'arrivo (un sezionatore/fusibile per ogni ingresso del quadro +/-).
- Scaricatori di sovratensione con tensione di servizio di 1000 V e di Isn 15 kA.
(Protetto dal fusibile di CC di 4 A).

I quadri saranno installati in zona ombreggiata al di sotto delle strutture porta moduli, o nelle immediate vicinanze.

5.7 Inverter

L'energia prodotta dal generatore fotovoltaico, sotto forma di corrente continua, sarà trasformata in corrente alternata perfettamente sincronizzata alla rete convenzionale in frequenza e in fase tramite un inverter.

Le funzioni di protezione di massima e minima tensione, di massima e minima frequenza, di vigilanza dell'isolamento da CC e del funzionamento anti-isola sono integrati nelle apparecchiature che compongono l'inverter, che effettuerà anche le manovre automatiche di collegamento e scollegamento dalla rete

Le caratteristiche generali degli inverter sono le seguenti:

- È dotato di 2 sistemi MPPT (inseguitore del punto di massima potenza)
- Sezione di entrata del campo fotovoltaico con dispositivo di sezionamento della rete
- Protezione di scollegamento per valori fuori del range della tensione o della frequenza della rete in ottemperanza alla norma CEI 11-20
- Funzionamento in parallelo alla rete con $\cos \varphi = 1$ regolabile fra +0,9 induttivo e 0,9 capacitivo
- Dispositivo per il controllo della resistenza dell'isolamento a terra della parte CC
- Acquisizione e immagazzinamento dei dati relativi allo stato di funzionamento e misure delle variabili di entrata e di uscita
- Dispositivo di monitoraggio a distanza
- Dichiarazione del costruttore riguardo alla conformità del prodotto alla normativa applicabile, e test effettuati da un organismo riconosciuto.
- Fluttuazioni di tensione: l'inverter opererà qualora l'intervallo di tensione di rete si mantenga fra l'85% e il 110% del relativo valore nominale.
- Fluttuazioni di frequenza: l'Inverter opererà se la frequenza si mantiene fra 50 ± 5 Hz.
- L'inverter sarà dotato di un indicatore visivo sullo stato dell'operazione (collegato/scollegato).
- L'inverter sarà dotato di interruttori lato cc e ca, apribili tramite bobina di apertura comandata da pulsante emergenza (in caso di intervento VV.F).

Le caratteristiche generali degli inverter sono le seguenti:

- Tipo: Trifase
- Potenza nominale DC: 22 kW
- Rendimento (europeo): 97.3%
- Tensione max di sistema CC: 1000 V

- Tensione nom. in ingresso (DC): 800V
- Dimensioni: (lxhxp) 62.5x95.2x27,5 cm

5.7.1 Collegamento in corrente alternata in BT

I collegamenti tra l'uscita in c.a. dell'inverter e il primario del trasformatore (bt), saranno realizzati in cavo FG7R sez. 4x16mm².

6. Impianto fotovoltaico su copertura_ galleria artificiale

L'impianto fotovoltaico sulla galleria artificiale, sarà realizzata utilizzando moduli fotovoltaici di tipo monocristallino da 255Wp disposti su struttura triangolare inclinata della copertura

6.1 Potenza installata

- Potenza nominale: 160,65 kWp

6.2 Dati relativi al posizionamento del generatore

- Tipo di struttura/materiale: Fissa/struttura metallica d'alluminio
- Angolo di azimut del generatore: 20°
- Angolo di tilt del generatore: 30°

6.3 Moduli FV

Il modulo fotovoltaico rappresenta l'elemento fondamentale del generatore fotovoltaico. La sua funzione è quella di catturare l'energia solare incidente e generare energia elettrica.

Le caratteristiche dei moduli utilizzati nella copertura sono le seguenti:

Modulo rettangolare

- | | |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| • Tecnologia | Monocristallino |
| • Efficienza: | 15,8 % |
| • Potenza massima (Pmax): | 255 Wp |
| • Intensità di corrente di cortocircuito (Isc): | 8,85 A |
| • Intensità di corrente nel punto di massima potenza (Impp): | 8,5 A |
| • Tensione nel punto di massima potenza (Vmpp): | 30 V |
| • Tensione a circuito aperto (Voc): | 37,2 V |
| • Tensione massima del sistema (Vmax): | 1000 V |
| • Dimensioni: lunghezza x altezza x profondità (mm) | 1632 × 986 × 42 mm |
| • Peso (kg) | 18.4 kg |
| • Tolleranza: | 0/+ 5% |

Caratteristiche elettriche misurate in condizioni standard STC (Standard Test Conditions):
245 W/m² di irradianza, 25°C di temperatura della cella e una massa d'aria AM di 1,5.

I moduli sono completi di diodi di “bypass”, per evitare che correnti inverse possano circolare nelle celle a causa di ombreggiamenti o guasti del modulo.

I moduli dovranno essere garantiti per decadimento inferiore al 10% in 10 anni e al 20% in 25 anni.

6.4 **Struttura di sostegno**

I moduli fotovoltaici saranno installati su una struttura in grado di resistere al proprio peso e agli sforzi del vento e della neve descritti nella guida CEI 82-25.

La struttura sarà costituita da profilati di acciaio dalle sezioni adeguate, con zattere di fissaggio in cls posate direttamente sulla copertura, previo protezione in gomma dello strato impermeabilizzante.

La separazione fra le strutture nel senso Nord-Sud sarà tale che saranno minimizzati gli eventuali effetti prodotti dall'ombra della fila precedente.

6.5 **Collegamento in corrente continua - BT**

L'associazione dei moduli collegati in serie si realizza sfruttando le cassette, i conduttori e gli stessi connettori dei moduli FV. Il conduttore positivo e quello negativo di stringa si atterranno ai Quadri di stringa e da questi partiranno le linee verso gli inverter.

I cavi di stringa correranno lungo la struttura (in zona ombreggiata e protetta da irraggiamento diretto), su canalette metalliche dedicate, e saranno fissati alla stessa tramite fascette in nylon adatte per posa all'esterno.

Il dimensionamento dei cavi è stato effettuato considerando le correnti nominali e di guasto dell'impianto e la massima caduta di tensione ammissibile (lato cc pari al 2% lato ca pari al 4%).

- cavi di stringa 10
mm²
- Cavi da QS a Inverter 2x2x50 mm²

I cavi utilizzati nell'installazione rispetteranno la normativa vigente per quanto attiene all'isolamento e al grado di protezione.

Per cui saranno impiegati cavi tipo:

- Tipo FG21M21 1,2 kV (conforme CEI 21- 90)

- Livello di tensione 1,2 kV
- Conduttore Rame

6.6 Quadri di stringa CC

I quadri saranno realizzati con carpenterie in poliestere con porta piena dotata di chiusura con almeno due punti di bloccaggio. Il grado di protezione dovrà essere almeno IP 66 a portella chiusa. Il quadro di dimensioni minime 403x333x129mm, dovrà avere almeno le seguenti caratteristiche elettriche minime:

- N. di ingressi 4
- N. di uscite 1
- tensione di esercizio pari a ~800V cc
- tensione di isolamento pari a 1000Vcc
- corrente di c.to c.to minima 0.9kA
- Temperatura di funzionamento: -25÷100°C
- Resistenza al calore anomalo ed al fuoco fino a 750°C
- Grado di protezione agli urti: IK10
- Doppio isolamento - classe II
- fusibili CC $I_n = 12 \text{ A}$ 1000 V, con sezionatore nei circuiti d'arrivo (un sezionatore/fusibile per ogni ingresso del quadro +/-).
- Scaricatori di sovratensione con tensione di servizio di 1000 V e di $I_{sn} 15 \text{ kA}$.
(Protetto dal fusibile di CC di 4 A).
- Sezionatore sottocarico in Uscita $I_n = 32 \text{ A}$, 1000 V.

I quadri saranno installati in zona ombreggiata al di sotto delle strutture porta moduli, o nelle immediate vicinanze.

6.7 Inverter

L'energia prodotta dal generatore fotovoltaico, sotto forma di corrente continua, sarà trasformata in corrente alternata perfettamente sincronizzata alla rete convenzionale in frequenza e in fase tramite un inverter.

Le funzioni di protezione di massima e minima tensione, di massima e minima frequenza, di vigilanza dell'isolamento da CC e del funzionamento anti-isola sono integrati nelle apparecchiature che compongono l'inverter, che effettuerà anche le manovre automatiche di collegamento e scollegamento dalla rete

Le caratteristiche generali degli inverter sono le seguenti:

- È dotato di 3 sistemi MPPT (inseguitore del punto di massima potenza)
- Sezione di entrata del campo fotovoltaico con dispositivo di sezionamento della rete
- Protezione di scollegamento per valori fuori del range della tensione o della frequenza della rete in ottemperanza alla norma CEI 11-20
- Funzionamento in parallelo alla rete con $\cos \varphi = 1$ regolabile fra +0,9 induttivo e 0,9 capacitivo
- Dispositivo per il controllo della resistenza dell'isolamento a terra della parte CC

- Acquisizione e immagazzinamento dei dati relativi allo stato di funzionamento e misure delle variabili di entrata e di uscita
- Dispositivo di monitoraggio a distanza
- Dichiarazione del costruttore riguardo alla conformità del prodotto alla normativa applicabile, e test effettuati da un organismo riconosciuto.
- Fluttuazioni di tensione: l'inverter opererà qualora l'intervallo di tensione di rete si mantenga fra l'85% e il 110% del relativo valore nominale.
- Fluttuazioni di frequenza: l'Inverter opererà se la frequenza si mantiene fra 50 ± 5 Hz.
- L'inverter sarà dotato di un indicatore visivo sullo stato dell'operazione (collegato/scollegato).
- L'inverter sarà dotato di interruttori lato cc e ca, apribili tramite bobina di apertura comandata da pulsante emergenza (in caso di intervento VV.F).

Le caratteristiche generali degli inverter sono le seguenti:

- Tipo: Trifase
- Potenza nominale CA: 50 kW
- Rendimento(europeo) : 95.5%
- Tensione max di sistema CC: 1000 V
- Tensione max in ingresso (DC): 850V
- Tensione min. in ingresso (DC): 200V
- Dimensioni: (lxhxp) 1105 x 1830 x 722 mm

6.7.1 Quadro di parallelo inverter BT

Al fine di distribuire l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico in BT 400 Vac., verrà installato un quadro generale di sezionamento, protezione e distribuzione BT, denominato QBT_FV_ga artificiale.

Il quadro generale di bassa tensione QGBT è costituito da più sezioni/sbarre:

Sezione di arrivo (tensione alternata trifase con neutro): arrivo energia dagli inverter a 400V, per ciascun arrivo è previsto un sezionatore sottocarico con In pari a 125A .

Sezione ausiliari quadro: alimentata da sbarra essenziale del QGBT della cabina MT/BT

Sezione uscita: costituita da interruttore magnetotermico scatolato tetrapolare, In 400 A, potere di interruzione 35kA.

Caratteristiche Costruttive

Al fine di fornire un prodotto di elevata affidabilità di facile manutenibilità e di cui sia garantita nel tempo la reperibilità di parti di ricambio per eventuali modifiche ed aggiornamenti, in funzione della naturale evoluzione dei prodotti di mercato, il quadro

elettrico sarà realizzato in carpenteria metallica modulare standard di primaria casa costruttrice del settore quadri BT.

La tipologia costruttiva sarà identificata dalla forma 2 per la parte con interruttori modulari e in forma 3 o 4 per la parte di interruttori scattolari con riferimento alla norma CEI 17-13 ed alle successive varianti ed integrazioni.

Tutte le carpenterie saranno addossabili a parete e con accesso esclusivamente anteriore dal fronte.

Le parti portanti delle carpenterie saranno realizzate con lamiere e profilati metallici di spessore non inferiore ai 2 millimetri, mentre le pannellature di chiusura e segregazione potranno essere anche di spessore inferiore.

Le carpenterie saranno realizzate con grado di protezione minimo IP 30 a portella aperta e saranno chiuse tramite portelle dotate di maniglie con chiusure a chiave e pannelli in materiale policarbonato trasparente.

La struttura, le pannellature interne, i pannelli frontali e le portelle di chiusura, saranno verniciati in forno con ciclo alle polveri epossidiche del colore a standard del fornitore delle carpenterie stesse.

I collegamenti principali di potenza potranno essere realizzate sia in barra nuda che in barra rivestita e isolata, che in cavo, in funzione della loro posizione all'interno del quadro, mentre i collegamenti in uscita e quelli ausiliari saranno tutti realizzati in cavo, contenuti in apposite canaline di cablaggio ed attestati ad idonee morsettiere modulari componibili di collegamento. Tutti i cavi di cablaggio i rispettivi morsetti di attestazione e le relative morsettiere saranno correttamente identificati e numerati con uno dei sistemi di numerazione componibile standard disponibile sul mercato.

Le canaline di cablaggio saranno in resina noryl o policarbonato e i cavi N07G9-K del tipo a ridottissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi, per i quadri destinati all'installazione in galleria mentre saranno del tipo autoestinguento e non propagante, N07V-K ed in P.V.C. negli altri casi.

I quadri maggiori saranno costituiti da più sezioni affiancate, composte ciascuna di uno o più scomparti e segregate dalle adiacenti mediante pannellature interne trasversali in lamiera e protezioni in policarbonato.

Il vano sbarre omnibus o i vani, nel caso dei quadri di distribuzione con energia proveniente da più sistemi diversi, potrà essere verticale o orizzontale, ma dovrà essere completamente segregato dagli altri cubicoli in cui lo stesso dovrà essere diviso; la forma tre dovrà essere sempre rispettata.

Ogni quadro sarà dotato di barra generale di messa a terra in piatto di rame da almeno 120mm², comune a tutte le sezioni e, ove necessario, di morsetti di terra giallo-verdi in corrispondenza delle uscite in morsettiera.

Le morsettiere di collegamento distinte per potenza ed ausiliari saranno contenute in uno o più cavedii laterali.

L'accesso dei cavi avverrà esclusivamente dal basso in corrispondenza di tali cavedi laterali e soltanto mediante idonei pressa cavi a vite in modo da mantenere costante il grado di protezione dell'intero quadro.

7. Connessione alla rete, punto di consegna e di misura

Tramite la rete di alimentazione in MT, il QMT-FV della Piana di Susa si attesterà sugli interruttori di MT del QMT-1 del PCC. Quest'ultimo sarà connesso con il QMT-PdA di Val di Susa ubicato nella cabina del PdA stesso.. Sul QMT-1 saranno installati il dispositivo generale (DG) e quello di interfaccia con la rete (DDI).

IL FV della galleria artificiale sarà connesso al quadro generale di bassa tensione della cabina I2-02.

7.1 Sicurezza e protezioni

L'impianto fotovoltaico, nel suo complesso e la relativa connessione alla rete non deve presupporre nessun rischio aggiuntivo per le persone, né per gli impianti, né per la rete elettrica né per nessun altro utente. L'installazione elettrica soddisferà le seguenti indicazioni:

La parte DC dell'installazione sarà isolata da terra, cioè nessuno dei poli positivo e negativo del generatore sarà collegato a terra. L'inverter sarà quindi dotato di un sistema di vigilanza permanente dell'isolamento di entrambi i poli (positivo e negativo) rispetto alla terra.

Si utilizzeranno dispositivi che limitano le sovratensioni indotte dalle scariche atmosferiche. Saranno collegati con schema a "T" fra entrambi i poli del generatore fotovoltaico e la terra.

I fusibili, le basi portafusibili e gli elementi di collegamento saranno opportunamente collegati per il loro uso in CC e per una tensione minima di 1000 V.

7.2 Dispositivi di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete dell'autoproduttore che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalle norme CEI 0-16, CEI 11-20.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su due livelli: dispositivo del generatore (DGen) e dispositivo di interfaccia (DI) integrato con dispositivo generale (DG).

7.2.1 Dispositivo del generatore

Ciascun inverter è protetto in uscita da un interruttore automatico (DGen) con sganciatore magnetotermico di apertura.

L'inverter è anche dotato di dispositivi contro le sovratensioni generate in condizioni anomale lato c.a.

7.2.2 Dispositivo di Interfaccia - Generale

Il dispositivo di interfaccia (DDI) determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di distribuzione; questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere assolutamente evitato, soprattutto perché può tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti.

Il dispositivo generale (DG) ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica.

Il dispositivo di interfaccia e di generatore è unico come previsto dalla Norma CEI 0-16 ed è costituito da:

- un interruttore in SF6 di media tensione con sganciatore di apertura a minima tensione, per l'impianto fotovoltaico della piana di Susa
- Interruttore magnetotermico scatolato BT, con sganciatore di apertura a minima tensione, per l'impianto fotovoltaico della galleria artificiale.

Il sistema di protezione di interfaccia e di generatore (SPI-SPG) è costituito da apposito relè esterno completo di:

- elemento di massima corrente di fase a tre soglie (51 a due soglie $I>$ e $I>>$ e 50 a una soglia $I>>>$), (valido solo per Susa)
- elemento di massima corrente omopolare a due soglie ($51N I_{o>}$ e $50N I_{o>>}$), (valido solo per Susa)
- elementi per la misurazione di:
 - corrente di fase I1, I2, I3 RMS, corrente residua I_0 ,
 - corrente media I1, I2, I3, massimi valori medi di corrente IM1, IM2, IM3.
- elemento di minima tensione (27),
- elemento di massima tensione (59),
- elemento di minima frequenza ($81<$),
- elemento di massima frequenza ($81>$),
- elemento di tensione omopolare ($59U_0$),
- intervento per funzionamento dei generatori in isola su rilevamento dello spostamento vettoriale (78),
- registrazione degli Eventi,
- protocollo di comunicazione Modbus,
- funzionamento Monofase e/o Trifase da 2 o 3 TV,
- rinalzo mancata apertura,
- apertura a distanza.

Il relè presenta un pannello di interfaccia polivalente conforme alle norme CEI 0-16, CEI 11-20.

7.3 Misura dell'energia elettrica prodotta

Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta è collocato in uscita a ciascun quadro di bassa tensione QBT_FV ed è in grado di rilevare e registrare i valori per ciascuna ora.

Il sistema di misura dell'energia elettrica immessa in rete sarà collocato, in ciascun Posto di Alimentazione della tratta, a cura del distributore di energia elettrica.

Tale sistema di misura sarà conforme alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI; in particolare sarà dotato di sistemi meccanici di sigillatura per evitare manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

7.4 Impianto di messa a terra

La rete di messa a terra del generatore fotovoltaico sarà composta da una corda di rame isolata di sezione pari a 50mm², che conetterà tutte le strutture alla rete di terra generale dell'edificio PCC.