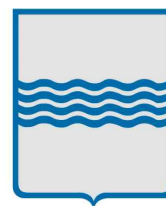


# Comune di Grottole (MT)



# Regione Basilicata



Committente:



SUSTAINABLE DEVELOPMENT

FALCK RENEWABLES SVILUPPO s.r.l.

Corso Venezia, 16, Milano (MI)

P. IVA 10500140966

Titolo del Progetto:

## Progetto di un impianto fotovoltaico con sistema di accumulo integrato con impianto olivicolo - denominato "SAN DONATO"

Documento: <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Documento: <b>A7B1A0ROE</b>	
Elaborato: <b>Relazione tecnica descrittiva opere elettriche</b>		SCALA:	
		FOGLIO:	
		FORMATO:	
Progettazione:		Nome file:	A7B1A0ROE.pdf
 <b>Consorzio stabile Prometeo Srl</b> via Napoli 71122 Foggia (FG)		<b>il tecnico:</b> 	
 <b>GF TECNO Srl</b> via dott. O. Giampaolo n. 13 70020 Toritto (BA)			

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
02	27/12/2021	Rev_02	GF Tecno		
01	05/11/2021	Rev_01	GF Tecno		
00	30/07/2021	Prima Emissione	GF Tecno		

# Indice

Premessa .....	3
1 Norme di riferimento.....	3
2 Generalità .....	5
3 Moduli fotovoltaici.....	6
4 Cabine di conversione trasformazione.....	7
4.1 Inverter.....	7
4.2 Accoppiamento tra moduli e inverter .....	10
4.3 Trasformatore elevatore .....	11
4.4 Quadro di media tensione.....	12
5 Cavi elettrici .....	13
5.1 Cavi in corrente continua .....	13
5.2 Cavi in corrente alternata di bassa tensione .....	14
5.3 Cavi in corrente alternata di media tensione.....	14
5.4 Tipologie installative .....	15
6 Sottostazione di trasformazione ed impianto di consegna .....	16
6.1 Generalità.....	16
6.2 Descrizione Generale .....	16
6.3 Rete di terra .....	17
6.4 Rtu della sottostazione e dell'impianto AT di consegna .....	17
6.5 Scada.....	17
6.6 Apparecchiature di sottostazione .....	18
6.7 Protezione lato MT .....	18
6.8 Protezione di interfaccia.....	18
6.9 Protezione del trasformatore MT/AT .....	18
7 Sistema di accumulo .....	19
7.1 Convertitore di Potenza .....	20
7.2 Container .....	22
7.3 Collegamenti elettrici .....	23
7.4 Sistema antincendio .....	23
7.5 Sistema BESS.....	24

## **Premessa**

La società Falck Renewables Sviluppo s.r.l. propone nel territorio Comunale di Grottole (MT), in località San Donato, la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato San Donato.

L'area interessata al progetto è di circa 36 ettari circa identificati catastalmente al FG 13. Attualmente questa area è destinata ad attività agricola, prevalentemente seminativi.

La potenza nominale in immissione nella RTN sarà pari a **29,81 MW**.

La presente relazione intende descrivere i cavi componenti dell'impianto fotovoltaico che si andranno ad installare.

## **1 Norme di riferimento**

Dal punto di vista impiantistico si è fatto riferimento alla normativa giuridica e tecnica vigente, della quale si ritiene opportuno ricordare le seguenti fonti principali:

- Legge n. 186 del 1 marzo 1968 - Regola dell'arte.
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Norma C.E.I. 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma 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;
- Norma CEI 11-17. Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo;
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- Norme CEI 23-51 - prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- Regolamento CPR (Regolamento UE 305/2011);
- Norma CEI 20-11/0-1;V1 – “Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50363-0 Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione - Parte 0: Generalità”;
- Norme 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

- Norme C.E.I. UNEL 35024 – “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”
- Norme C.E.I. UNEL 35026 – “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”;
- IEC 62548: Photovoltaic (PV) arrays - Design requirements;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e 11 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 11');
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750
- CEI 81-10/1/2/3/4: Protezione contro i fulmini;
- CEI EN 60904-6: Dispositivi fotovoltaici- Requisiti dei moduli solari di riferimento
- CEI EN 61725: Espressione analitica dell'andamento giornaliero dell'irraggiamento solare

- CEI EN 61829: Schiere di moduli FV in silicio cristallino-Misura sul campo della caratteristica I-V
- CEI EN 50081-1-2: Compatibilità elettromagnetica. Norma generica sull'emissione.
- CEI 23-25: Tubi per installazioni elettriche.
- CEI 17-5: Norme per interruttori automatici per c.a. a tensione nominale 1000V.
- CEI EN 6100-6-3: Compatibilità elettromagnetica. Parte 6: Norme generiche.
- Sezione 3. Emissioni per gli ambienti residenziali, commerciale e dell'industria leggera
- CEI EN 6100-3-2: Compatibilità elettromagnetica. Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN 6100-3-3: Compatibilità elettromagnetica. Parte 3: tecniche di prova e di misura. Sezione 3. Limitazione delle fluttuazioni di tensione e dei flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione. (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)
- CEI EN 6100-3-11: Compatibilità elettromagnetica. Parte 3: tecniche di prova e di misura.
- Sezione 3. Limitazione delle fluttuazioni di tensione e dei flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione. (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 75$  A per fase)
- CEI EN 6100-3-4: Compatibilità elettromagnetica. Parte 3-4. Limiti per le emissioni di corrente armonica prodotte da apparecchi connesse alla rete pubblica di bassa tensione con corrente di ingresso  $>16$  A
- CEI EN 6100-3-12: Compatibilità elettromagnetica. Parte 3-12 Limiti per le emissioni di corrente armonica prodotte da apparecchi connessi alla rete pubblica di bassa tensione con corrente di ingresso  $>16$  A e  $\leq 75$  A per fase
- CEI EN 5502 + A1(2001) + A2(2003) (CISPR22): Emissione di disturbi irradiati e condotti. Campo di applicazione 0.15 MHz-30 MHz
- CEI EN 6100-2-2: Compatibilità elettromagnetica. Parte 2-2: Ambiente: Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione di segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 55011: Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali.
- Caratteristiche di radio disturbo. Limiti e metodi di misura.
- CEI EN 55014-1: Compatibilità elettromagnetica – Prescrizioni per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e gli apparecchi similari.
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

- IEC 60364-7-712: Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar fotovoltaic (PV) power supply systems.

## 2 Generalità

Le aree occupate dall'impianto saranno dislocate all'interno di terreni siti in agro del territorio comunale di Grottole (MT) Esse sviluppano una superficie complessiva di circa 36 Ha lordi suddivisi in più aree che presentano struttura orografica regolare e prevalentemente pianeggiante.

All'interno delle aree costituenti il parco saranno inoltre garantiti spazi di manovra e corridoi di movimento adeguati, per facilitare il transito dei mezzi atti alla manutenzione.

L'impianto fotovoltaico che si andrà a realizzare sarà suddiviso in cinque distinti sottocampi, così articolati:

- GENERATORE FV1, composto da 6.720 pannelli in silicio monocristallino da 550Wp per una potenza complessiva di 3.696kWp, facente capo ad un singolo gruppo di conversione CC/CA tipo SMA SUNNY CENTRAL 4000UP;
- GENERATORE FV2, composto da 5.184 pannelli in silicio monocristallino da 550Wp per una potenza complessiva di 2.851kWp, facente capo ad un singolo gruppo di conversione CC/CA tipo SMA SUNNY CENTRAL 2800UP;
- GENERATORE FV3, composto da 6.188 pannelli in silicio monocristallino da 550Wp per una potenza complessiva di 3.403,4kWp, facente capo ad un singolo gruppo di conversione CC/CA tipo SMA SUNNY CENTRAL 4000UP;
- GENERATORE FV4, composto da 8.736 pannelli in silicio monocristallino da 550Wp per una potenza complessiva di 4.804,8kWp, facente capo ad un singolo gruppo di conversione CC/CA tipo SMA SUNNY CENTRAL 4600UP;
- GENERATORE FV5, composto da 8.428 pannelli in silicio monocristallino da 550Wp per una potenza complessiva di 4.635,4kWp, facente capo ad un singolo gruppo di conversione CC/CA tipo SMA SUNNY CENTRAL 4600UP.

Complessivamente si installeranno 36.148 moduli per una potenza complessiva di **19.810,00 kW**.

Il convogliamento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico nella rete di AT avverrà secondo le indicazioni della Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata da TERNA ed accettata dal produttore la quale prevede, che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV "Matera - Aliano".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale sulla nuova Stazione Elettrica della RTN, costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Lo Stallo in stazione sarà condiviso con altri impianti di produzione.

A questo sistema di produzione di energia elettrica si aggiunge anche un sistema di accumulo, basato su tecnologia delle batterie agli ioni di litio avente una potenza massima di 10MW.

**Si precisa che ogni componente dell'impianto, per come sopra descritto e per come riportato in tutti gli elaborati costituenti il presente progetto definitivo, rappresenta una scelta progettuale che potrà subire modifiche in fase di progettazione esecutiva in funzione della disponibilità di mercato e del miglioramento tecnologico perseguendo soluzioni di minor o uguale impatto.**

### 3 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che si andranno ad installare saranno in silicio monocristallino, produttore LONGI, modello LR5-72HPH 550M. I moduli avranno le caratteristiche tecniche indicate nella presente tabella:

Caratteristica celle solari	144 celle monocristalline
Tensione massima di sistema	1500 V
Potenza nominale	550W
Tolleranza di potenza	0/+5W
Efficienza modulo	21,5%
Tensione punto di massima potenza (STC)	41,95 V
Corrente punto di massima potenza	13,12 A
Tensione a vuoto (STC)	49,80 V
Corrente di corto circuito	13,98 A
Dimensioni	2256x1133x35mm
Peso	27,2 kg

Ipotizzando quali temperature limite di funzionamento dei moduli un range compreso tra 0° C e 70° C si avranno i seguenti valori limiti di funzionamento:

V a vuoto	0	°C	52,632	V
V a MPPT	0	°C	44,782	V
V a MPPT	70	°C	36,853	V
Iccmax	70	°C	14,282	A

Per il collegamento agli inverter i pannelli saranno connessi in stringhe da 28 unità. Le caratteristiche elettriche della stringa sono le seguenti:

N° moduli/stringa	<b>28</b>			
V a vuoto	0	°C	1473,686	V
V a MPPT	0	°C	1253,886	V
V a MPPT	70	°C	1031,886	V

Pmppt	25	°C	15400	Wp
Iccmax	70	°C	14,282	A

## 4 Cabine di conversione trasformazione

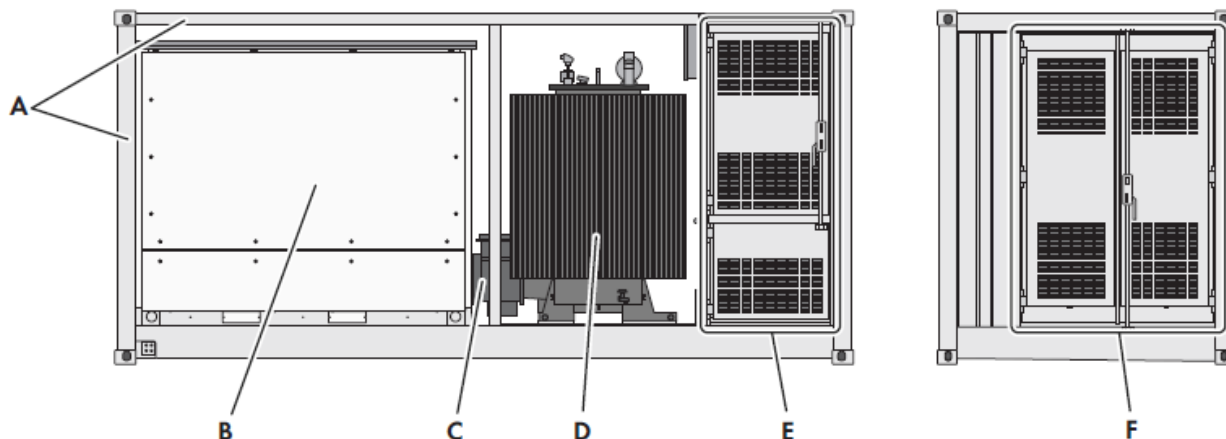
### 4.1 Inverter

Le stringhe saranno connesse a quadri di parallelo, denominati String Box. Da questi quadri, l'energia prodotta in corrente continua arriverà ai gruppi di conversione CC/CA.

Le cabine di conversione trasformazione saranno composte da delle unità monoblocco della SMA, così articolate:

- Subcampo 1, SMA SUNNY CENTRAL 4000UP;
- Subcampo 2, SMA SUNNY CENTRAL 2800UP;
- Subcampo 3, SMA SUNNY CENTRAL 4000UP;
- Subcampo 4, SMA SUNNY CENTRAL 4600UP;
- Subcampo 5, SMA SUNNY CENTRAL 4600UP.

Di seguito si riporta una vista di queste cabine:



dove:

- A, la struttura di sostegno in acciaio tipo “container marittimo”;
- B, Inverter;
- C, collegamenti di bassa tensione;
- D, trasformatore elevatore;
- E, vano per l’ubicazione dei quadri di bassa tensione;
- F, vano per l’ubicazione dei quadri di media tensione.



Gli inverter avranno le seguenti caratteristiche generali:

Dimensioni	2815x2318x1588mm
Peso	<3700kg
Rumore ad una distanza di 10metri	67,0dB(A)
Umidità massima di lavoro	95%
Consumo in funzionamento	<8100W
Consumo in Standby	<370W
Trasformatore interno dei servizi ausiliari	8,4kVA

Saranno presenti tre tipologie diverse di inverter:

- SUNNY CENTRAL 2800UP;
- SUNNY CENTRAL 4000UP;
- SUNNY CENTRAL 4600UP;

Di seguito sono riportate le caratteristiche elettriche:

Modello	<b>SUNNY CENTRAL 2800 UP</b>
Tensione MPP	Da 921 V a 1325 V
Tensione minima DC	921V
Tensione massima AC	1500V
Massima corrente in ingresso DC	3200 A
Massima corrente di corto circuito DC	8400 A
Potenza in uscita, $\cos\phi=1$ , 35°C	2800kVA
Potenza in uscita, $\cos\phi=1$ , 50°C	2520kVA
Tensione AC	600V
Massima corrente di uscita @35°C	2566 A
Massima efficienza	98,7%
Massima efficienza EUROPEA	98,6%

Modello	<b>SUNNY CENTRAL 4000 UP</b>
Tensione MPP	Da 880 V a 1325 V
Tensione minima DC	849V
Tensione massima AC	1500V
Massima corrente in ingresso DC	4750 A
Massima corrente di corto circuito DC	8400 A
Potenza in uscita, $\cos\phi=1$ , 35°C	4000kVA
Potenza in uscita, $\cos\phi=1$ , 50°C	3600kVA
Tensione AC	600V
Massima corrente di uscita @35°C	3850 A
Massima efficienza	98,8%
Massima efficienza EUROPEA	98,6%

Modello	<b>SUNNY CENTRAL 4600 UP</b>
Tensione MPP	Da 1003 V a 1325 V
Tensione minima DC	976V
Tensione massima AC	1500V
Massima corrente in ingresso DC	4750 A
Massima corrente di corto circuito DC	8400 A
Potenza in uscita, $\cos\phi=1$ , 35°C	4600kVA
Potenza in uscita, $\cos\phi=1$ , 50°C	4140kVA
Tensione AC	600V
Massima corrente di uscita @35°C	3850 A
Massima efficienza	98,9%
Massima efficienza EUROPEA	98,7%

## 4.2 Accoppiamento tra moduli e inverter

Affinché si possa garantire una perfetta compatibilità tra ciascun sottocampo e l'inverter ad esso dedicato si devono verificare le seguenti condizioni:

$$\begin{aligned}
 V_{OC}(0\text{ }^{\circ}\text{C}) &< V_{max} \\
 V_{MPPT}(70\text{ }^{\circ}\text{C}) &> V_{MPPT-min} \\
 V_{MPPT}(0\text{ }^{\circ}\text{C}) &< V_{MPPT-max}
 \end{aligned}$$

- VOC: tensione a vuoto di stringa;
- Vmax: tensione massima in ingresso dell'inverter;
- VMPPT: tensione di funzionamento della stringa sotto carico;
- VMPPT-min: limite minimo di funzionamento del sistema MPPT dell'inverter;
- VMPPT-max: limite massimo di funzionamento del sistema MPPT dell'inverter.

Oltre al rispetto delle suddette condizioni relative alla tensione, occorre verificare che la massima corrente del generatore fotovoltaico non superi la massima corrente di ingresso tollerata dall'inverter, ossia:

$$I_{cc-sottocampo} < I_{no\ min\ ale\ ingresso\ inverter}$$

con  $I_{cc-sottocampo} = I_{cc-modulo} \times N_{stringhe\ per\ sottocampo}$  dove

$I_{cc-modulo}$  corrente di corto circuito nominale del modulo fotovoltaico.

È, inoltre, consigliabile che la potenza nominale del sottocampo fotovoltaico sia minore o uguale della massima potenza ammessa in ingresso dall'inverter cui è collegato.

Per controllare le condizioni di funzionamento dell'inverter e verificare che in situazioni di effettiva operatività la potenza generata dal sottocampo fotovoltaico sia inferiore alla potenza nominale di uscita dell'inverter possiamo utilizzare le prescrizioni della Norma CEI 82-25, ipotizzando condizioni di lavoro per l'inverter con irraggiamento IRR = 1,0 kW/mq e temperatura ambiente di 25°C.

In queste condizioni, secondo la norma, la potenza generata dal sottocampo fotovoltaico si ottiene moltiplicando la potenza di picco del generatore fotovoltaico per la sua efficienza ( $\eta_{PV}$ ) con:

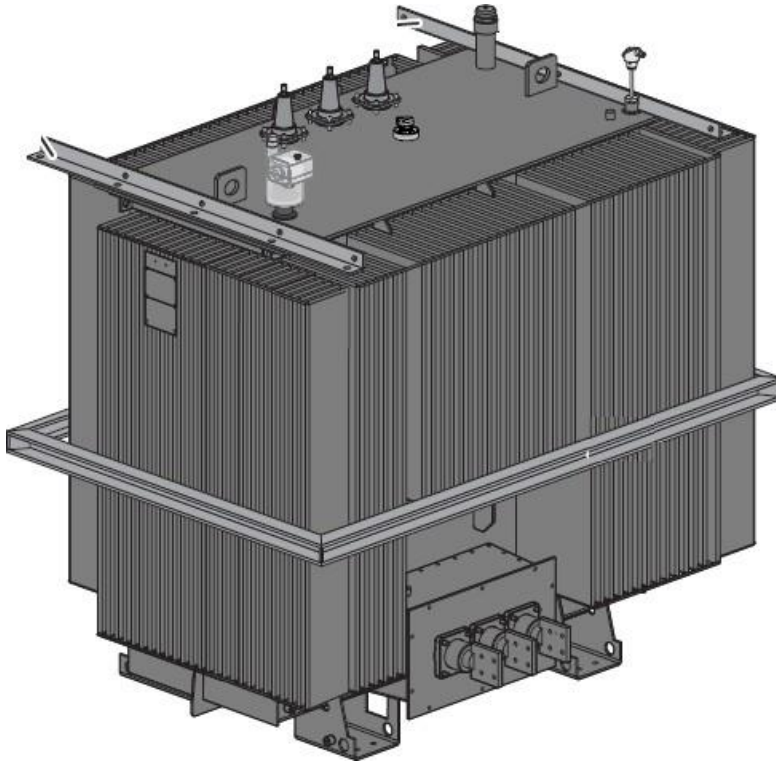
$$\eta_{PV} = 1 - 0,08 - \left[ T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) \times \frac{I_{rr}}{0,8} \right] \times \frac{\gamma}{100}$$

con  $\gamma$  coefficiente di temperatura di potenza.

### 4.3 Trasformatore elevatore

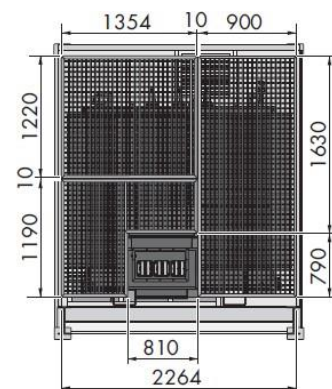
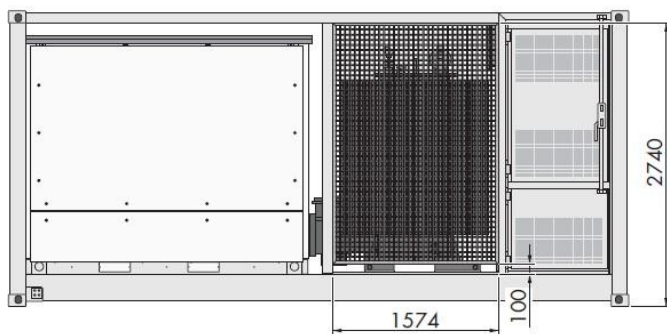
All'interno di ciascuna Cabina di Conversione/Trasformazione sarà presente un trasformatore di potenza isolato in olio in grado di elevare la tensione di uscita degli inverter di 600V al valore utilizzato per la rete di media tensione interna dell'impianto di 30kV.

I trasformatori avranno le seguenti caratteristiche:



- Tensione lato media tensione 30kV;
- Tensione lato bassa tensione 600V;
- Collegamento  $\Delta$ yn;
- Gruppo 11;
- Areazione naturale;
- Isolamento in olio.

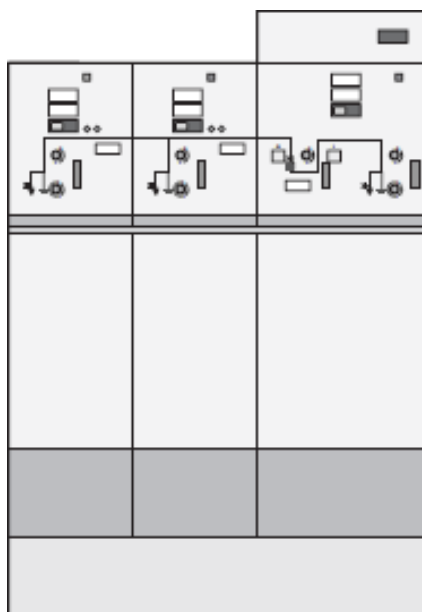
I trasformatori saranno protetti mediante una griglia che permetterà di creare un compartimento del trasformatore inaccessibile dall'esterno.



#### 4.4 Quadro di media tensione

Tutte le cabine di Conversione/Trasformazione saranno collegate in anello nella rete a 30kV interna. Nel compartimento di media tensione sarà installato un quadro di media tensione composto da:

- Cella arrivo linea;
- Cella partenza linea;
- Cella protezione trasformatore.



### 5 Cavi elettrici

La distribuzione dell'energia elettrica sarà realizzata su tre distinti livelli di tensione:

- sistema in corrente continua, con tensione massima pari a 1500Vcc;
- sistema in corrente alternata con tensione di 600V;
- sistema in corrente alternata con tensione di 30kV.

#### 5.1 Cavi in corrente continua

Per i cavi in corrente continua si utilizzeranno due distinte tipologie:

- Per installazione fuori terra, collegamento tra le stringhe e gli String Box, cavi solari tipo H1Z2Z2;
- Per installazione interrata, collegamento tra gli Strign Box e gli Inverter, cavi solari tipo ARG16R16.

Le caratteristiche di questi cavi sono le seguenti:

**Cavo H1Z2Z2**

Conduttore	Rame
Isolamento	Mescola LSOH in gomma
Guaina	Mescola LSOH in gomma
Colore guaina	Rosso per il polo positivo Nero per il polo negativo
Tensione massima	1800Vcc
Temperatura massima di funzionamento:	90°C
Temperatura minima di funzionamento:	-40°C
Temperatura minima di installazione:	-40°C
Temperatura massima di cortocircuito:	250°C
Raggio minimo di curvatura:	R4 volte il diametro esterno
Condizioni di posa:	Direttamente all'esterno, entro passerella a filo o sulla struttura di sostegno dei moduli
Sezione del conduttore:	6 mm <sup>2</sup>

**Cavi ARG16R16**

Conduttore	Alluminio
Isolamento	Gomma etilpropilenica G16
Guaina	PVC qualità R16
Colore guaina	Grigio
Tensione massima	1000 Vca
Temperatura massima di funzionamento:	90°C
Temperatura minima di funzionamento:	-15°C
Temperatura minima di installazione:	-15°C
Temperatura massima di cortocircuito:	250°C
Raggio minimo di curvatura:	R6 volte il diametro esterno
Condizioni di posa:	in passerella a filo
Sezione del conduttore:	240mmq

## 5.2 Cavi in corrente alternata di bassa tensione

Per i cavi in corrente alternata, per il collegamento tra gli inverter ed i trasformatori si utilizzeranno cavi tipo ARG16R16.

### Cavi ARG16R16

Conduttore	Alluminio
Isolamento	Gomma etilpropilenica G16
Guaina	PVC qualità R16
Colore guaina	Grigio
Tensione massima	1000 Vca
Temperatura massima di funzionamento:	90°C
Temperatura minima di funzionamento:	-15°C
Temperatura minima di installazione:	-15°C
Temperatura massima di cortocircuito:	250°C
Raggio minimo di curvatura:	R6 volte il diametro esterno
Condizioni di posa:	in passerella a filo
Sezione del conduttore:	300mmq

## 5.3 Cavi in corrente alternata di media tensione

Per il collegamento delle Cabine di Conversione/trasformazione alla Cabina di Concentrazione e da questa alla Sottostazione si poseranno cavi di media tensione direttamente interrati.

I cavi saranno del tipo **ARE4H5EX** – 18/30 kV, saranno del tipo tripolari ad elica visibile per la distribuzione interrata dell'energia elettrica a tensione pari a 30kV, con isolamento a spessore ridotto. Conduttori in corda di alluminio rotonda compatta cl.2. Cavo isolato con polietilene reticolato (XLPE). Guaina esterna in

polietilene estruso PE. Schermo: Nastro di alluminio longitudinale. Guaina esterna: Polietilene estruso PE, colore rosso.

Normativa di riferimento

Costruzione e requisiti: ENEL DC 4385/1 e ENEL DC 4384

Conduttore: Al classe 2 Norma CEI EN 60228

Isolamento: XLPE tipo DX3 o DX8 secondo tabella 2A della HD 620-1

Guaina esterna: PE tipo DMP2 o DMZ1 come da tabella 4B e 4C della HD621 parte 1

Caratteristiche funzionali: Tensione nominale U<sub>o</sub>/U: 18/30 kV

Tensione massima di esercizio  $U_m$ : 36 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura massima di corto circuito 250°C

Temperatura minima di posa: -25 °C

## 5.4 Tipologie installative

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica.

Su viabilità pubblica si dovranno apporre in superficie opportune paline segnaletiche con l'indicazione della tensione di esercizio e con i riferimenti della Società responsabile dell'esercizio della rete MT.

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le norme CEI 11-17.

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno agli stessi.

Le condizioni ambientali (temperatura, umidità) durante la posa dei cavi dovranno essere nel range fissato dal fabbricante dei cavi.

Per quanto riguarda le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo si terrà conto di quanto segue:

- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 0 e 1: 0,5 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 2: 0,6 o 0,8 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 3: 1,0 o 1,2 m.

Nei tratti in cui si attraverseranno terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non potranno essere rispettate le profondità minime sopra indicate, dovranno essere predisposte adeguate protezioni.

## 6 Sottostazione di trasformazione ed impianto di consegna

### 6.1 Generalità

La sottostazione MT/AT è il punto di raccolta e trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 kV per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna alla rete di trasmissione nazionale e riceve l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico attraverso la rete di raccolta a 30 kV. Nella sottostazione la tensione viene innalzata da 30kV a 150 kV e consegnata alla rete secondo le indicazioni della Soluzione



Tecnica Minima Generale elaborata da TERNA ed accettata dal produttore la quale prevede, che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV "Matera - Aliano".

## **6.2 Descrizione Generale**

La sottostazione MT/AT comprenderà diversi montanti AT, che saranno principalmente costituiti da:

- Trasformatori di potenza MT/AT isolati in olio;
- terna di scaricatori AT;
- interruttore tripolare AT;
- terna di TA in AT;
- terna di TV induttivi AT;
- terna di TV capacitivi;
- sezionatore tripolare.

I montanti MT/AT saranno collegati ad un sistema di sbarre AT connesso a sua volta ad un montante linea di uscita verso la stazione terna.

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, i servizi igienici, ecc.

## **6.3 Rete di terra**

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione opportuna.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della sottostazione con quello dell'impianto di consegna AT.

Potrà essere posata nello scavo degli elettrodotti MT una eventuale corda di terra in rame elettrolitico di sezione di opportuna per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della centrale fotovoltaica. La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

## **6.4 Rtu della sottostazione e dell'impianto AT di consegna**

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU

devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT e MT della sottostazione;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti TERNA.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

## **6.5 Scada**

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

## **6.6 Apparecchiature di sottostazione**

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (150 kV) in sottostazione di trasformazione (con apparecchiature ridondanti);
- nel quadro MT in sottostazione;
- sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

## **6.7 Protezione lato MT**

La sottostazione sarà dotata di interruttori automatici MT per le linee di vettoriamento, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra.

Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione. L'energia assorbita da tali utenze sarà misurata attraverso apposito misuratore ai fini fiscali.

## **6.8 Protezione di interfaccia**

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT dalla rete di trasmissione ad alta tensione in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione e sarà realizzata anche una protezione di ricalzo nei confronti dell'interruttore MT del trasformatore MT/AT (protezione di macchina) per mancato intervento dei primi dispositivi di interfaccia.

## **6.9 Protezione del trasformatore MT/AT**

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto-circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

## **7 Sistema di accumulo**

Il sistema di accumulo sarà basato sulla tecnologia agli ioni di litio, tra queste le principali tecnologie usate nell'ambito dell'energy storage sono:

- Litio Ossido di Manganese LMO
- Litio Nichel Manganese Cobalto NMC
- Litio Ferro Fosfato LFP
- Litio Nichel Cobalto Alluminio NCA
- Litio Titanato LTO

Negli ultimi anni le due tecnologie che si stanno maggiormente affermando nell'ambito energy storage sono: Litio-Manganese-Cobalto (NMC) e Litio Ferro Fosfato (LFP), pertanto questo progetto sarà basato su queste

due tecnologie.

I sistemi energy storage con tecnologia al litio sono caratterizzati da stringhe batterie (denominati batteries racks) costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari. Si riporta un esempio di cella, modulo batteria e rack batterie:



Esempio cella batteria



Esempio modulo batteria



Esempio rack batterie

Infine, a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è la Battery Protection Unit (BPU) responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli (e.g. temperature, correnti, tensioni, stato di carica etc.). Si riporta un esempio di BPU:



Esempio BPU

## 7.1 Convertitore di Potenza

Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo:



Schema semplificato di un convertitore monostadio

Tali convertitori possono essere installati direttamente all'interno di container oppure realizzati in appositi skid esterni, come i convertitori centralizzati utilizzati nei parchi fotovoltaici, si riportano due esempi:



Esempio convertitore da interno



Esempio convertitore da esterno

Il convertitore poi risulta essere connesso ad un trasformatore elevatore MT/BT isolato in olio al fine di trasportare l'energia in maniera più efficiente e solitamente vengono realizzati degli skid esterni comprensivi di PCS, trasformatore e celle di media tensione. Di seguito un esempio di tale installazione:



Esempio skid conversione

## 7.2 Container

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

I container rispetteranno i seguenti requisiti:

- Resistenza al fuoco REI 120;
- Contenimento di qualunque fuga di gas o perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente;
- segregazione delle vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante); adeguati spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno ai singoli compartimenti;
- isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico;

- pareti di separazione tra i diversi ambienti funzionali (stanze o locali);
- porte di accesso adeguate all'inserimento / estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione;
- I locali batterie saranno climatizzati con condizionatori elettrici "HVAC". Ogni container sarà equipaggiato con minimo due unità condizionatore al fine di garantire della ridondanza;
- Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale;
- Sicurezza degli accessi: i container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di dispositivi anti-intrusione a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

I container batterie e inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa NTC 2018. La quota di appoggio dei container sarà posta a circa 25 cm dal piano di campagna, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia.

La superficie della piazzola di collocamento dei container sarà ricoperta con ghiaia. Si prevede che il percorso di accesso ai container (corridoio centrale tra le due file e zona perimetrale) potrà essere pavimentato con una semplice soletta in calcestruzzo tipo marciapiede.

### **7.3 Collegamenti elettrici**

Il collegamento del sistema di accumulo avverrà mediante 4 interruttori posti nelle celle di media a 30 kV sul quadro generale di media tensione dell'impianto.

I tratti di interconnessione tra i container saranno realizzati con tubi interrati, tipo corrugato doppia parete; nei punti di ingresso/uscita attraverso i basamenti dei container o tubi che saranno annegati nel calcestruzzo o tramite cavidotti. Saranno inoltre previsti pozzetti intermedi in cemento armato con coperchio carrabile, dimensioni indicative 1000x1000x800 mm

Sarà presente una sezione di bassa tensione in comune alle 4 sezioni, di alimentazione degli ausiliari 400 Vac e 230 Vac derivata dal trasformatore dei servizi ausiliari dell'impianto.

Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati a regola d'arte, progettati e certificati ai sensi delle norme CEI EN vigenti.

Le sezioni dell'impianto di accumulo saranno collegate all'impianto di terra della sottostazione tramite appositi dispersori.

## 7.4 Sistema antincendio

Sarà progettato e certificato in conformità alla regola dell'arte e normativa vigente. Il sistema, che sarà interfacciato con la centrale di allarme presente nella sala controllo dell'impianto, ha il compito di valutare i segnali dei sensori di fumo/termici e:

- allertare le persone in caso di pericolo;
- disattivare gli impianti tecnologici;
- attivare i sistemi fissi di spegnimento;

Le principali caratteristiche sono:

- i locali batterie saranno protetti da sistema di estinzione, attivato automaticamente dalla centrale antincendio in seguito all'intervento concomitante di almeno 2 sensori;
- il fluido estinguente sarà un gas caratterizzato da limitata tossicità per le persone e massima sostenibilità ambientale, contenuto in bombole pressurizzate con azoto (tipicamente a 25 bar). Sarà di tipo fluoro-chetone 3M NOVEC 1230 o equivalente. La distribuzione è effettuata ad ugelli, e realizzerà l'estinzione entro 10 s;
- la centrale di rilevazione e automazione del sistema di estinzione e le bombole saranno installate nel locale batterie;
- esternamente ai container saranno installati avvisatori visivi e acustici degli stati d'allarme, e sistema a chiave di esclusione dell'estinzione;
- saranno presenti pulsanti di allarme e specifiche procedure per la gestione delle eventuali situazioni di malfunzionamento in modo da escludere limitazioni alle attuali condizioni di sicurezza della centrale;
- nei locali elettrici non dotati di sistema di estinzione automatico (cabina elettrica) saranno previsti estintori a CO<sub>2</sub>.

La gestione degli apparecchi che contengono gas ad effetto serra sarà conforme alle normative F-Gas vigenti.

## 7.5 Sistema BESS

La composizione del BESS è modulare e sarà composta da quattro sezioni di base; la sezione di base sarà così composta:

- 10 MWh usabili per ogni sezione posizionati all'interno di 8 container batterie;
- N°4 cabine da 2.5 MW a 50°C con un trasformatore elevatore da 2.5 MVA.

In totale si prevede pertanto massimo n°8 container batterie, 8 PCS e 4 trasformatori isolati in olio. I quadri di



media tensione che raccolgono la potenza dalle varie sezioni dell'impianto BESS raccolgono anche la potenza proveniente dai campi fotovoltaici come riportato nello schema unifilare e saranno posizionati all'interno di un container assieme alle apparecchiature ausiliarie e quadri di controllo.

Il sistema di batterie, quadri elettrici e ausiliari, è interamente contenuto all'interno di cabine in acciaio galvanizzato, di derivazione da container marini per trasporto merci di misure standard 40' ISO HC (dimensioni 12,2m x 2,45m x H2,9m), opportunamente allestiti per l'utilizzo speciale.