

IMPIANTO FV E BESS EX AEROPORTO DI CASTELVETRANO

Impianto FV e BESS – Ex Aeroporto Castelvetroano

Castelvetroano (TP) – Progetto Definitivo

DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI

EV-FS	00	11/05/2022	Emissione	D.Stangalino, A. Filiberti	C. Camiciotti	D.Stangalino, L. Lavazza	M.A.Bracale, C. Gentile	A. Luce
Stato di Validità	Numero Revisione	Data	Descrizione	Stantec Preparato	Stantec verificato	Stantec Approvato	Eni Plenitude Approvato	Eni Plenitude Approvato
Indice Revisione								
Logo Committente e Denominazione Commerciale				Nome progetto		ID Documento Committente		
				Impianto FV e BESS - Ex Aeroporto Castelvetroano		082600BGRB00004 Commessa N. 		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale						ID Documento Appaltatore		
 Stantec S.p.A						N. Commessa 45503406.06		
Nome d'Impianto e Oggetto						Scala	Numero di Pagine	
IMPIANTO FV e BESS EX AEROPORTO DI CASTELVETRANO Castelvetroano (TP) – Progetto Definitivo						-	32	
Titolo Documento								
Disciplinare descrittivo elementi tecnici								

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 2	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	5
2	DESCRIZIONE GENERALE	5
2.1	DATI GENERALI DEGLI IMPIANTI	5
2.2	COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO	6
2.3	COMPONENTI DELLE OPERE DI CONNESSIONE.....	6
3	SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE	7
3.1	MODULI FOTOVOLTAICI	7
3.2	STRING BOX	8
3.3	CABINA ELETTRICA POWER STATION IMPIANTO FV.....	9
3.3.1	Dati caratteristici degli inverter.....	9
3.3.2	Trasformatore elevatore AT/BT.....	10
3.3.3	Trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari.....	11
3.3.4	Quadro servizi ausiliari	11
3.3.5	Quadro in alta tensione.....	11
3.4	BATTERIE E DC BOX SISTEMA BESS	12
3.5	CABINA ELETTRICA POWER STATION SISTEMA BESS	13
3.6	CABINA ELETTRICA MAIN TECHNICAL ROOM.....	14
3.6.1	Trasformatore servizi ausiliari	14
3.7	UPS DI BACKUP	14
3.8	OPERE DI CABLAGGIO.....	15
3.8.1	Cavi CC di stringa.....	15
3.8.2	Cavi CC di parallelo stringhe.....	16
3.8.3	Cavi AT.....	16
3.8.4	Altri cavi	17
3.9	IMPIANTO DI TERRA.....	17
3.10	SISTEMA DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI.....	17
3.11	SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO SCADA.....	18
3.11.1	Cavi di controllo e TLC.....	18
3.11.2	Monitoraggio ambientale.....	18
3.12	MISURE DI SICUREZZA E ANTINTRUSIONE.....	19

4	SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI.....	19
4.1	ALLESTIMENTO CANTIERE.....	19
4.2	SCAVI E MOVIMENTI TERRA.....	19
4.3	OPERE METALLICHE	20
4.3.1	Strutture metalliche di supporto dei moduli	20
4.3.2	Acciaio da carpenteria.....	20
4.4	OPERE IN CALCESTRUZZO.....	21
4.4.1	Calcestruzzo	21
4.4.2	Acciaio per calcestruzzo	22
4.4.3	Copriferro.....	22
4.4.4	Fondazioni.....	22
4.5	CABINE	22
4.5.1	Cabina elettrica Main Technical Room.....	22
4.5.2	Cabina elettrica Power Station Impianto PV.....	22
4.5.3	Cabina elettrica Power Station BESS.....	22
4.5.4	Cabina elettrica Batterie.....	22
4.5.5	Cabina elettrica DC Box	23
4.5.6	Cabina Uffici.....	23
4.5.7	Cabina Spare Parts	23
4.6	RECINZIONE	23
4.6.1	Cancelli di accesso	23
4.7	VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO	23
4.8	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE	24
5	COLLAUDO E SPECIFICHE PRESTAZIONALI D'IMPIANTO.....	24
5.1	COLLAUDO.....	24
5.1.1	Valutazione delle prestazioni	25
5.1.2	Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli.....	25
6	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	27
6.1	LEGGI E DECRETI.....	27
6.2	EUROCODICI.....	27
6.3	ALTRI DOCUMENTI.....	27
6.4	LEGISLAZIONE E NORMATIVA NAZIONALE IN AMBITO CIVILE E STRUTTURALE.....	27

6.5	LEGISLAZIONE E NORMATIVA NAZIONALE IN AMBITO ELETTRICO	28
6.6	SICUREZZA ELETTRICA	28
6.7	PARTE FOTOVOLTAICA	29
6.8	QUADRI ELETTRICI	30
6.9	RETE ELETTRICA DEL DISTRIBUTORE E ALLACCIAMENTO DEGLI IMPIANTI	30
6.10	CAVI, CAVIDOTTI E ACCESSORI	31
6.11	CONVERSIONE DELLA POTENZA	31
6.12	SCARICHE ATMOSFERICHE E SOVRATENSIONI.....	32
6.13	DISPOSITIVI DI POTENZA	32
6.14	COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	32
6.15	ENERGIA SOLARE	33
6.16	SISTEMI DI MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA.....	33
6.17	NORME DI RIFERIMENTO GENERALI.....	33

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 5	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

1 PREMESSA

Il proponente dell'iniziativa (GREENIT, società del Gruppo Eni) ha intenzione di realizzare un impianto fotovoltaico di potenza installata lato CC pari a **78,63 MWp** e di potenza nominale lato AC di fini della connessione pari a circa **70,80 MVA** integrato di un sistema di accumulo energetico tramite batterie (Battery Energy Storage System – BESS) da **20 MW lato ac**, denominato Impianto FV e BESS di Castelvetro.

Il sito d'installazione è previsto nel Comune di Castelvetro, (Trapani), all'interno dell'area di circa 96 ettari identificato come ex Aeroporto Militare di Castelvetro sito nel Comune di Castelvetro.

Di seguito si riportano tutti gli elementi necessari alla completa definizione del Progetto.

2 DESCRIZIONE GENERALE

2.1 Dati generali degli Impianti

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche degli Impianti:

Committente	GREENIT
Luogo di installazione	Comune di Castelvetro (TP)
Denominazione impianto	Impianto FV e BESS Castelvetro
Tipologia impianto	Impianto fotovoltaico a terra (strutture mobili ad inseguimento solare)
Regime di esercizio	Cessione totale
Vita utile di impianto	30 anni
Potenza nominale (CC)	78630 kWp + 20 MW impianto BESS
Potenza nominale (CA)	70800 kW + 20 MW impianto BESS
Tensione di sistema (CC)	1.500 V
Superficie impianto (area recintata)	circa 96 ha
Punto di Connessione ('POD')	Stazione Terna di Partanna
Tensione al POD	36 kV
Tipologia di connessione	Connessione tramite linea AT
Moduli	Silicio monocristallino da 545 Wp
Inverter	Centralizzati di tipo indoor
Strutture di sostegno	Strutture ad inseguimento solare tracker.
Cabine di campo	n° 18 Power Station impianto FV n° 4 Power Station impianto BESS n° 1 Main Technical Room ('MTR')
Coordinate	37°40'24.05" N 12°46'29.56"
Altitudine (s.l.m.)	184 m

Tabella 1: Dati generali degli Impianti

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 6	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

2.2 Componenti principali dell'impianto

L' Impianto presenterà la seguente configurazione:

- N°144284 **moduli fotovoltaici** installati su strutture metalliche mobili tracker monoassiali
- N°18 cabine elettriche di conversione e trasformazione dell'energia ('**Power Station**' o 'PS'). Ciascuna Power Station conterrà l'unità di conversione (inverter) e di trasformazione (trasformatori BT/AT), oltre al quadro di media tensione per la connessione alla cabina MTR. In aggiunta, le Power Station saranno equipaggiate anche con un trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina.
- Quadri di parallelo stringa ('**string box**') collocati in posizione più possibile baricentrica rispetto ai rispettivi sottocampi fotovoltaici per convogliare le stringhe di moduli e permettere il sezionamento della sezione CC di impianto. Gli string box sono equipaggiati di dispositivi di protezione e di monitoraggio dei parametri di funzionamento.
- **Strutture metalliche mobili Tracker** installate a terra su montanti in profilato metallico su montanti in profilato metallico infisso nel terreno
- **Opere di cablaggio** elettriche (in corrente continua e corrente alternata aux/BT/MT) e di comunicazione.
- N. 22 container batterie per il sistema BESS.
- N. 24 DC box per la connessione delle batterie alle power station.
- N. 5 inverter montati su ogni DC box, per un totale di n. 120 inverter.
- N°4 cabine elettriche di trasformazione dell'energia ('**Power Station**' o 'PS') per il sistema BESS. Ciascuna Power Station conterrà l'unità di trasformazione (trasformatori BT/AT), oltre al quadro di media tensione per la connessione alla cabina MTR. In aggiunta, le Power Station saranno equipaggiate anche con un trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina.
- N°1 cabina generale MT ('**Main Technical Room**' o 'MTR'), equipaggiata con un quadro principale AT per la raccolta delle linee provenienti dall'impianto FV e dal sistema BESS, per l'alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari e per la connessione alla rete RTN. All'interno della cabina saranno installati inoltre l'UPS per l'alimentazione del sistema SCADA e degli apparati di controllo e remotizzazione, nonché i sistemi di misura.
- **Rete di terra ed equipotenziale** di collegamento di tutte le strutture di supporto, cabine ed opere accessorie potenzialmente in grado di essere attraversate da corrente in caso di guasto o malfunzionamento degli Impianti.
- **Sistema di monitoraggio SCADA** per il monitoraggio e l'acquisizione dati su base continua.
- **Fondazioni dei cabinati**
- **Viabilità di servizio** interna agli Impianti in materiale inerte compattato (e adattamento delle sezioni sterrate esistenti).
- **Recinzioni e cancelli** per la perimetrazione delle aree coinvolte ed il controllo degli accessi.
- Opere accessorie.

L' Impianto sarà in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio, quadri di alimentazione servizi ausiliari, etc.).

2.3 Componenti delle opere di connessione

L' Impianto sarà collegato alla Rete RTN tramite un elettrodotto in cavo interrato a 36 kV di connessione all'ampliamento, di futura realizzazione, a 36 kV della stazione elettrica di Partanna, connessa alla rete 150 kV.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 7	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

3 SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE

3.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici avranno caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche verificate attraverso prove di tipo, secondo la Norma CEI EN 61215 (per moduli al silicio cristallino).

Ciascun modulo sarà accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, riportante le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380.

I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che, oltre a facilitare le operazioni di montaggio e a permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce un'ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua. I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'Impianto saranno di prima scelta e dotati di scatola di giunzione (c.d. 'junction box') installata sul lato posteriore dei moduli stessi, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido (al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione).

Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto:

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI (parametri indicativi)	
Tecnologia costruttiva	Silicio cristallino
Numero di celle	144 (6 * 24)
Caratteristiche elettriche	
Potenza minima	545 W (con tolleranza positiva)
Efficienza minima del modulo	Circa 21.1%
Tensione nominale (*)	41,80 V
Tensione a vuoto (*)	49,65 V
Corrente nominale (*)	13,04 A
Corrente di corto circuito (*)	13,92 A
Caratteristiche meccaniche	
Dimensioni (*)	2278x1134x35 mm
Peso (*)	Circa 32,6 kg
Telaio	Lega in alluminio anodizzato
Vetro	Temperato ad alta trasmissione
Certificazioni	
Standard	IEC 61215, IEC 61730
Ambiente salino	IEC 61701
Azienda	UNI EN ISO 9001, OHSAS 18001, UNI EN ISO 14001
Marchio CE	Presente
Condizioni di garanzia	
Prodotto	Minimo 12 anni
Potenza di picco	Lineare, 25 anni con: minimo 91,2% al 10° anno minimo 80,7% al 25° anno
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

Tabella 2: Dati costruttivi dei moduli

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 8	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche in vigore e tali da garantire le performance complessive previste per l'Impianto.

Il fornitore dei moduli dovrà aderire ad un consorzio di riciclo.

3.2 String box

Lo string box è un quadro elettrico che permette il collegamento in parallelo delle stringhe di un campo fotovoltaico e, al contempo, la protezione delle stesse attraverso opportuni fusibili installati al suo interno.

L'apparecchiatura sarà progettata per installazione esterna e sarà fissata sulla struttura metallica di supporto e provvista di visiera anti-pioggia qualora necessario in modo da essere protetta dagli agenti atmosferici. Inoltre, sarà dotata di un sistema di monitoraggio che permetterà di conoscere lo stato di ciascun canale di misura.

Gli string box avranno al loro interno una sezione di misura e di comunicazione che necessiterà di alimentazione per il corretto funzionamento: per garantire la massima flessibilità, tale alimentazione sarà fornita direttamente dal campo fotovoltaico. Inoltre, nella scheda a microprocessore in dotazione all'apparecchiatura, saranno disponibili molteplici possibilità di connessione per il monitoraggio. In particolare, sarà dotata di ingressi analogici a cui connettere sensori esterni quali ad esempio la temperatura dei moduli.

Gli string box saranno da 20 canali di misura indipendenti (in funzione della configurazione elettrica dei sottocampi), protetti ciascuno da una coppia di fusibili da 16 A (1.500 V).

Ogni canale di misura sarà costituito da una singola stringa.

DATI COSTRUTTIVI DEGLI STRING BOX (parametri indicativi)	
Tecnologia costruttiva	Quadro in PVC per installazione esterna con sportello apribile con serratura
Caratteristiche ambientali	
Temperature operative	-10°C - +45°C
Installazione	Esterna
Grado di protezione	IP65
Caratteristiche elettriche	
Tensione massima	1.500 V
Numero di ingressi (*)	20
Numero di uscite	1
Taglia cavi CC in ingresso	4-6 mm ²
Taglia cavi CC in uscita (indicativa)	185 / 240 mm ²
Sezionamento	Sezionatore con maniglia all'uscita CC, 250 A
Protezioni	
Sovracorrente	Fusibili 16 A su polo positivo e negativo stringhe in ingresso (se non collegate a terra)
Sovratensione	Scaricatori tipo II – 1.500 V – 40 kA
Monitoraggio	
Interfaccia	Seriale, RS485
Alimentazione	Auto-alimentato
Corrente ingresso	Si, su ogni stringa
Tensione di sistema	Si
Stato sezionatore	Si, (chiuso/aperto)

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 9	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Scaricatore	Si (stato di funzionamento)
Temperatura interna	Si
Compatibilità con SCADA	Si
Caratteristiche meccaniche	
Dimensioni	Secondo fornitore
Materiale	Poliestere rinforzato con fibra di vetro
Apertura	Sportello con serratura a chiave
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

Tabella 3: Dati costruttivi degli string box

3.3 Cabina elettrica Power Station impianto FV

Le Power Station hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua ('CC') a corrente alternata ('CA') e di elevare la tensione da bassa ('BT') a alta tensione ('AT').

Ogni Power Station sarà costituita da elementi prefabbricati (in metallo tipo container) suddivisi in vari scomparti contenenti le apparecchiature quali: inverter, trasformatore elevatore, trasformatore servizi ausiliari, quadro di media tensione.

Tutte le aperture, feritorie per la ventilazione e scambio dell'aria nonché i cunicoli e cavidotti passaggi cavi saranno opportunamente protetti da sistemi anti roditore.

All'interno del sistema saranno presenti:

- N°1 inverter di circa 4400 kVA;
- N°1 trasformatore BT/AT isolato in olio naturale, da 4400 kVA;
- N°1 quadro per i servizi ausiliari;
- N°1 quadro AT composto da tre scomparti configurati per ingresso-uscita in radiale e partenza protezione trasformatore;
- Sistema di ventilazione;
- N°1 trasformatore BT/BT isolato in resina per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari da 10 kVA (taglia indicativa);
- Sistema di controllo;
- Servizi ausiliari (ventilazione, ecc.) e impianto di terra.

Per i dettagli grafici si rimanda al documento **082600BEDP00028 (Layout e vista frontale cabine elettriche - Main Technical Room, Power Station e sistema BESS)**.

3.3.1 Dati caratteristici degli inverter

I componenti principali di ciascuna Power Station sono gli inverter: tali elementi, atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata, agendo come generatori di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione saranno inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) e in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza ('MPPT') del campo fotovoltaico.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 10	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Gli inverter saranno dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento e saranno dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC.

Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Di seguito si portano i dati tecnici identificati per il progetto:

DATI COSTRUTTIVI DEGLI INVERTER (parametri indicativi)	
INGRESSO (CC)	
Tensione d'ingresso max	1.500 V
Intervallo di tensione d'ingresso CC operativo (*)	da 680 V a 1.500 V
Corrente massima d'Ingresso CC (*)	500 A
USCITA (CC)	
Potenza nominale (*)	4400 kVA
Massima corrente in uscita (*)	... A
Tensione nominale grid CA (Vac,r) (*)	660 V
Frequenza nominale	50 Hz
Distorsione armonica totale	<3%
EFFICIENZA	
Massima efficienza (*)	98,80%
Efficienza Europea (*)	98,60%
PROTEZIONI	
Sovratensione	Presente
Termica	Presente
Rilevamento guasto a terra	Presente
CERTIFICAZIONI	
EMC	IEC 61000-6-1,2,3,4
Sicurezza	EN 50178, IEC 62109-1,2
Armoniche	IEC 61000-3-2,12
Compatibilità requisiti di rete	CEI 0-16, Allegato A70
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

Tabella 4: Dati costruttivi degli inverter

3.3.2 Trasformatore elevatore AT/BT

All'interno di ogni Power Station sarà presente un trasformatore di tensione principale.

Il trasformatore sarà adatto per l'installazione in impianti fotovoltaici e sarà progettato/dimensionato tenendo in considerazione la presenza di armoniche di corrente prodotte dagli inverter.

Di seguito si portano i dati tecnici del trasformatore BT/AT identificato per il progetto:

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 11	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

DATI COSTRUTTIVI DEI TRASFORMATORI AT/BT (parametri indicativi)	
Potenza (*)	4400 kVA
Tensione nominale primario	36 kV
Tipologia di isolamento	Olio RF3
Conessioni	Dyn11
Sistema di raffreddamento	KXAN
Tensione nominale secondario (*)	660 V
Perdite a vuoto e a carico	In conformità con il regolamento UE N.548/2014
Corrente a vuoto (*)	0,83%
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

Tabella 5: Dati costruttivi dei trasformatori MT/BT

3.3.3 Trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari

All'interno delle Power Station è presente anche il trasformatore di tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottocampo.

Di seguito si portano i dati tecnici in progetto:

DATI COSTRUTTIVI DEI TRASFORMATORI BT/BT (parametri indicativi)	
Potenza (*)	10 kVA
Tensione nominale primario (*)	In base alla tensione di uscita degli inverter
Tipologia di isolamento	Resina
Conessioni	Dyn 11
Sistema di raffreddamento	AN
Tensione nominale secondario (*)	400 V
Perdite a vuoto e a carico	In conformità con il regolamento UE N.548/2014
Classe	E2, C2, F1
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

Tabella 6: Dati costruttivi dei trasformatori BT/BT

3.3.4 Quadro servizi ausiliari

Nelle Power Station sarà previsto il quadro per i servizi ausiliari, alimentato dal trasformatore BT/BT, col compito di provvedere a tutte quelle esigenze necessarie al funzionamento e al mantenimento delle apparecchiature interne ed esterne (i.e. servizi di cabina, ausiliari degli inverter, sistema SCADA, etc.).

Saranno previste le seguenti dotazioni minime:

- Interruttore generale con protezioni di massima corrente;
- Interruttori sulle singole linee con protezione di massima corrente e differenziale;
- scaricatore di sovratensione;
- UPS di backup.

3.3.5 Quadro in alta tensione

All'interno delle Power Station, sarà installato un quadro AT a semplice sistema di sbarre, costruito in accordo alla IEC 62271-200. Esso sarà costituito da 3 scomparti (arrivo + trasformatore + partenza).

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 12	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Il quadro sarà in esecuzione tripolare, protetto in carpenteria metallica, isolato in gas SF6 o in aria.

Le caratteristiche tecniche del quadro in oggetto sono elencate nella seguente tabella:

DATI COSTRUTTIVI DEI QUADRI AT (parametri indicativi)	
Tensione d'esercizio	36 kV
Tensione di isolamento a frequenza industriale	40,5 kV
Tensione ad impulso	200 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente di cortocircuito (Ik)	TBD
Corrente nominale	630 A

Tabella 7: Dati costruttivi dei quadri AT nelle Power Station

3.4 Batterie e DC Box sistema BESS

Le batterie del sistema BESS saranno installate all'interno di appositi container aventi le caratteristiche di seguito indicate:

DATI CARATTERISTICI DEI CONTAINER BATTERIE (parametri indicativi)	
Tensione nominale	1200 V
Tensione massima	1500 V
Capacità nominale	2064 kWh
Dimensioni container (LxPxH)	6058 mm 2896 mm 2438 mm
Peso	<30 t
Range temperatura di funzionamento	-30/40°C
Range temperatura di stoccaggio	-30/40°C
Range umidità di funzionamento	0-100%
Altitudine massima di funzionamento senza declassamento	4000 m
Metodo di raffreddamento	TBD
Metodo di estinzione dell'incendio	TBD
Interfaccia di comunicazione	Ethernet/SFP
Protocollo di comunicazione	TBD

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Grado di protezione	IP55
---------------------	------

Le batterie sono collegate ai DC box, strutture metalliche prefabbricate, contenenti all'interno i dispositivi di protezione e sezionamento e gli inverter (n. 5 da 215 kVA, con tensione di ingresso 800Vcc e tensione di uscita 800 Vac). Le principali caratteristiche elettriche sono di seguito esposte:

Electrical	
Max. Input Voltage	1,500 V
Nominal Input Voltage	1,200 V
Max. Branch Current for Battery Rack Side	321 A
Max. Branch Current for PCS Side	193 A
Number of DC Circuit Breaker	14
Max. Input Number of Battery Rack	9
Max. Input Number of PCS	5
Max. Convergence Capacity	5 x 193 A

3.5 Cabina elettrica Power Station sistema BESS

Le Power Station hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica proveniente dalle batterie da corrente continua ('CC') a corrente alternata ('CA') e di elevare la tensione da bassa ('BT') a alta tensione ('AT').

Ogni Power Station sarà costituita da elementi prefabbricati (in metallo tipo container) suddivisi in vari scomparti contenenti le apparecchiature quali: trasformatore elevatore, trasformatore servizi ausiliari, quadro di media tensione.

Tutte le aperture, feritorie per la ventilazione e scambio dell'aria nonché i cunicoli e cavidotti passaggi cavi saranno opportunamente protetti da sistemi anti roditore.

All'interno del sistema saranno presenti:

- N°1 trasformatore BT/AT isolato in olio naturale, da 6500 kVA;
- N°1 quadro per i servizi ausiliari;
- N°1 quadro AT composto da tre scomparti configurati per ingresso-uscita in radiale e partenza protezione trasformatore, isolato in gas SF6 conforme alla norma IEC 62271-200;
- Sistema di dissipazione del calore;
- N°1 trasformatore BT/BT isolato in resina per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari da 5 kVA (taglia indicativa);
- Sistema di controllo;
- Servizi ausiliari (ventilazione, ecc.) e impianto di terra.

Per i dettagli grafici si rimanda al documento **082600BEDP00028 (Layout e vista frontale cabine elettriche - Main Technical Room, Power Station e sistema BESS)**.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 14	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

3.6 Cabina elettrica Main Technical Room

La cabina MTR prevista da progetto costituirà la cabina di raccolta delle linee AT provenienti dall'impianto fotovoltaico e dal sistema BESS: in essa, infatti, verranno allestite tutte le apparecchiature necessarie per il sezionamento e la protezione delle linee interne agli impianti e per le partenze verso la stazione Terna.

In particolare, si prevedono i seguenti allestimenti:

- quadro AT a 36 kV ad isolamento in gas o aria conforme alla Norma IEC 62271-200;
- trasformatore AT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari ad isolamento in resina;
- apparati di comunicazione e controllo (ITC/SCADA)
- UPS di backup
- Apparati di misura
- Apparati di interfaccia con Terna (RTU)
- Quadro dei servizi ausiliari in bassa tensione

3.6.1 Trasformatore servizi ausiliari

Nella MTR sarà presente un trasformatore at/bt per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina, del container uffici e dei sistemi di controllo.

Di seguito si portano i dati tecnici del trasformatore AT/BT previsto:

DATI COSTRUTTIVI DEL TRASFORMATORE AT/BT AUX (parametri indicativi)	
Potenza (*)	100 kVA
Tensione nominale primario	36 kV
Tipologia di isolamento	Resina
Conessioni	Dyn 11
Sistema di raffreddamento	AN
Tensione nominale secondario (*)	400 V
Perdite a vuoto e a carico	In conformità con il regolamento UE N.548/2014
Corrente a vuoto (*)	2,2%
Classe	E2, C2, F1
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

Tabella 8: Dati costruttivi del trasformatore AT/BT per i servizi aux d'impianto

3.7 UPS di Backup

Al fine di garantire la continuità dell'alimentazione di tutti i sistemi critici quali i circuiti ausiliari di comando, l'illuminazione di sicurezza, i sistemi di sicurezza e videosorveglianza è prevista l'installazione di un gruppo statico di continuità (UPS) con apposite batterie.

Il gruppo di continuità dovrà essere dimensionato per la potenza complessiva richiesta (minimo 15 kVA) con un'autonomia di almeno 2 ore.

Gli accumulatori statici (batterie) saranno del tipo al Pb-Ca VRLA Gel (Piombo-Calcio), con totale assenza di manutenzione ed a costruzione ermetica.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 15	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

3.8 Opere di cablaggio

Le connessioni in stringhe dei moduli verranno eseguite sfruttando i cavi in dotazione ai singoli moduli.

Il cablaggio dei terminali di stringa verso gli string box verranno eseguiti con cavi cosiddetti 'solari' adeguati all'esposizione prolungata agli agenti atmosferici e alla radiazione solare.

Il cablaggio tra inverter e trasformatore AT/BT avverrà all'interno di ogni Power Station.

Tutti i cavi utilizzati rispetteranno i requisiti minimi di portata, massima caduta di tensione e massima corrente di corto circuito e saranno forniti con adeguata certificazione.

I cavi di collegamento tra i pannelli fotovoltaici e verso gli string box saranno posizionati all'interno di tubi protettivi o fissati direttamente alla struttura metallica di supporto dei moduli.

Tutti gli altri cavi saranno posati interrati.

3.8.1 Cavi CC di stringa

I cavi CC di stringa verranno posati su rastrelliere portacavi o fissati direttamente sulla struttura di supporto tramite fascette. Nei casi di particolare esposizione (ad esempio, nelle risalite dagli string box o attraversamenti longitudinali tra strutture fotovoltaiche adiacenti), verrà garantita adeguata protezione meccanica con tubi in PVC o in polietilene ad alta densità ('HDPE') a doppia parete per applicazioni elettriche.

L' installatore presterà la massima cura affinché i cavi non saranno esposti alla luce solare diretta.

Le caratteristiche generali dei cavi solari sono riportate in tabella.

DATI COSTRUTTIVI DEI CAVI SOLARI CC DI STRINGA (parametri indicativi)	
Tipologia	Unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici H1Z2Z2-K
Riferimento normativo	EN 50575:2014+A1:2016 (CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE)
Conduttore	Rame stagnato classe 5
Sezione	4-6 mm ²
Isolamento	Compound reticolato (LSOH)
Guaina	Compound reticolato (LSOH)
Tensione	Fino a 1.500 V _{CC}
Colore guaina	Rosso (+) – Nero (-)
Temperatura massima di esercizio	90°C
Raggio minimo	4 volte il diametro
Installazione	Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi simili. Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato.

Tabella 9: Dati costruttivi dei cavi solari CC di stringa

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 16	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

3.8.2 Cavi CC di parallelo stringhe

I cavi CC dagli string box alla Power Station saranno posati direttamente interrati.

I cavi avranno le caratteristiche generali riportate in tabella:

DATI COSTRUTTIVI DEI CAVI SOLARI CC DI PARALLELO STRINGHE (parametri indicativi)	
Tipologia	Unipolare
Riferimento normativo	EN 50575:2014+A1:2016 (CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE)
Conduttore	Corda di alluminio rigida, classe 2
Sezione	150/185/240 mm ²
Isolamento	Gomma qualità G16 Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma 0,9/1,5 kV in cc
Tensione massima	1,2 kV in ca/1,8 kV in cc
Colore guaina	Grigio o altro
Temperatura massima di esercizio	90°C
Raggio minimo	6 volte il diametro

Tabella 10: Dati costruttivi dei cavi solari CC di parallelo stringhe

3.8.3 Cavi AT

Per le linee in AT (interne all'impianto e di connessione alla stazione Terna) saranno utilizzati cavi di tipo unipolare con isolamento XLPE, conduttore in rame, schermo metallico in nastri di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua, aventi le seguenti caratteristiche.

DATI COSTRUTTIVI DEI CAVI AT (parametri indicativi)	
Tipologia	Unipolare
Riferimento normativo	IEC60228
Conduttore	Corda di rame compatta, classe 2
Sezione	Come da schema unifilare
Isolamento	XLPE Isolamento e guaina realizzati con mescola senza alogeni non propagante la fiamma
Tensione	20,8 / 36 kV

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 17	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Massima tensione	42 kV
Colore guaina	Rosso
Temperatura massima di esercizio	90°C
Temperatura massima di corto circuito	250 °C
Raggio minimo	14 volte il diametro

Tabella 11: Dati costruttivi dei cavi AT

Per le connessioni di tali cavi di potenza si adopereranno terminali a compressione bimetallici, i quali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termorestringente, oppure del tipo 'per esterno'.

3.8.4 Altri cavi

Per le linee in bassa tensione, invece, saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi, conformi al regolamento CPR e aventi sigla FG16(O)R16 0,6/1kV.

3.9 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà realizzato in maniera tale da soddisfare le disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia, Norma CEI EN 50522.

L'impianto sarà costituito da una corda di rame nuda, direttamente interrata, di sezione minima 35 mm² che collegherà tutte le cabine dell'impianto e la cabina MTR.

All'impianto di terra saranno connessi i ferri di armatura dei basamenti di installazione delle power station, dei container e i ferri di armatura della cabina MTR.

All'impianto di terra saranno collegate le strutture metalliche di sostegno dei pannelli solari.

All'impianto di terra saranno collegate tutte le masse e le masse estranee con conduttori di idonea sezione (conduttori equipotenziali isolati, di colore giallo verde) in conformità alle prescrizioni della Norma CEI 50522 e della Norma CEI 64-8.

3.10 Sistema di protezione dalle sovratensioni

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di protezione dalle sovratensioni costituito da:

- limitatori di sovratensione per le principali linee elettriche in progetto;
- limitatori di sovratensione per la protezione di linee dati/segnale;
- limitatori di sovratensione per protezione di apparati sensibili (ad es. sistema di protezione antincendio, etc.).

Il sistema, nel suo complesso, sarà rispondente alla CEI EN 62305 e garantirà la protezione dalle scariche atmosferiche e dalle sovratensioni.

Inoltre, sarà assicurata la protezione contro le sovratensioni che si inducono direttamente nelle linee BUS per accoppiamento elettromagnetico con la corrente di fulmine in edifici.

Verranno debitamente evitati:

- parallelismi tra BUS e parti metalliche appartenenti a sistemi di protezione contro i fulmini;
- formazioni di spire costituite da linee BUS, linee elettriche e altre parti metalliche;
- collegamento a terra degli schermi.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 18	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

3.11 Sistema di monitoraggio e controllo SCADA

Al fine di garantire una resa ottimale degli Impianti in tutte le condizioni (climatiche e/o operative), verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo, basato su architettura SCADA-RTU.

Il sistema sarà connesso a diversi sotto-sistemi e riceverà le seguenti informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico, partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli string box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello, le interfacce di comunicazione dei 'bus di campo' saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come, ad esempio, la valutazione delle performance, le produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo, le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base, lo SCADA si occuperà anche della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto fotovoltaico in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e quella effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi database, la cui visualizzazione sarà resa disponibile da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

3.11.1 Cavi di controllo e TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- cavi in rame multipolari twistati e non;
- cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi per la comunicazione su grandi distanze e nel caso in cui sia necessaria un'elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

3.11.2 Monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale, distinto per ognuno dei due impianti, avrà il compito di misurare di dati climatici (fra cui quelli di irraggiamento) riscontrabili sul sito in oggetto.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 19	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

I parametri rilevati puntualmente dalle stazioni di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del rispettivo campo fotovoltaico, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance d'impianto.

Il sistema, nel suo complesso, avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento,
- dati ambientali,
- temperature moduli (sulla loro parte posteriore).

I primi (i.e. dati di irraggiamento) saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri sia orizzontali sia inclinati montati sulle strutture di sostegno dei moduli, mentre i rimanenti saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto.

3.12 Misure di sicurezza e antintrusione

Saranno adottate le seguenti misure di protezione minime:

1. Recinzione dell'area degli impianti.
2. Sistema meccanico di deterrenza costituito da bulloni e dadi (o rivetti) anti-effrazione per il fissaggio dei pannelli alle strutture di sostegno e dei vari dispositivi installati sugli Impianti.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti.

4 SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

4.1 Allestimento cantiere

Le aree destinate ai baraccamenti e al deposito dei materiali saranno opportunamente recintate sia per evitare intrusioni sia per limitare i rischi per la sicurezza. L'altezza della recinzione dovrà essere di almeno 2.5 m.

Per il trasporto dei materiali e delle attrezzature si prevede l'utilizzo di mezzi tipo furgoni e cassonati: si precisa che, compatibilmente con quanto previsto dal cronoprogramma di costruzione che verrà elaborato dall'Appaltatore in fase di progettazione esecutiva, nell'area preposta per il deposito verrà stoccata una quantità di materiale strettamente necessaria alla lavorazione giornaliera prevista.

A servizio degli addetti alle lavorazioni saranno previsti idonei baraccamenti, da dimensionare e attrezzare tenendo conto del numero massimo di lavoratori contemporaneamente presenti in cantiere.

In aggiunta, in funzione dei picchi di presenza in cantiere di lavoratori, potrebbero essere predisposti dei wc chimici.

Si rimanda all'elaborato grafico **082600BADG00013 (Planimetria area di cantiere)** per la visualizzazione grafica delle aree di cantiere.

4.2 Scavi e movimenti terra

Le attività previste in merito agli scavi e alla movimentazione delle terre si possono riassumere nelle seguenti voci:

- **Regolarizzazione/livellamenti:** è prevista la rimozione della vegetazione a basso fusto esistente all'interno delle aree e successivamente livellamento e compattazione per la regolarizzazione delle superfici, ove necessario.
- **Realizzazione viabilità interna:** la viabilità interna all'impianto sarà costituita da tratti di strada di nuova realizzazione (in rilevato) finalizzati al collegamento dei cabinati in progetto e delle principali sezioni d'impianto.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 20	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Per tali tratti di viabilità è previsto uno scavo pari all'impronta in pianta (larghezza di circa 3.50 m) e di profondità adeguata a consentire la posa degli strati di sottofondo previsti da progetto. La finitura dei tratti di viabilità interna di nuova costruzione, in granulare stabilizzato, sarà realizzata utilizzando il materiale fornito da cava autorizzata.

- **Realizzazione scavi per fondazioni delle cabine:** la fondazione dei cabinati sarà del tipo a platea in calcestruzzo armato su fondo di magrone. La fondazione, da realizzarsi con getto in opera della platea, sarà totalmente o parzialmente interrata, fino ad un massimo di 1.00 metro, e la sua esecuzione in opera prevede la rimozione dello strato superficiale di terreno vegetale, per garantire una maggiore stabilità dell'opera.
- **Realizzazione scavi per fondazioni dei cancelli di accesso e recinzione:** la fondazione dei cancelli di accesso sarà realizzata a mezzo di getto in opera di trave di fondazione in C.A. su fondo di magrone, ad idonea profondità di scavo. La recinzione sarà sostenuta da montanti infissi direttamente nelle opere di fondazione rappresentate da plinti in C.A. gettati in opera.
- **Realizzazione cavidotti interrati:** i cavidotti interrati richiederanno la realizzazione di scavi di profondità almeno di 1,00 m ospitanti i cavi previsti (BT e/o MT + segnale).
- **Realizzazione di depressioni con funzione di laminazione:** il volume di laminazione necessario alla garanzia dell'invarianza idraulica potrà essere ricavato con delle depressioni inserite tra le file dei tracker che convogliano i volumi d'acqua presso o una vasca di accumulo la cui funzione è quella di trattenerne l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente verso un corpo superficiale, o verso pozzi perdenti che la infiltreranno nel terreno o verso la rete fognaria esistente.

Tutto il materiale derivante dagli scavi verrà gestito in accordo alla normativa vigente (D.P.R. 120/17 e D.Lgs. 152/06).

4.3 Opere metalliche

4.3.1 Strutture metalliche di supporto dei moduli

I moduli fotovoltaici saranno installati in configurazione 'portrait (lungo il lato corto) su 2 file ed un'inclinazione variabile con estremi variabili tipicamente tra +/- 55° sull'orizzontale (lungo la direzione est-ovest).

Si impigherà una tipologia di struttura metallica di supporto costituita da due file di 14 pannelli (totale n.28 pannelli), composte dai seguenti elementi;

- N° 3 montanti in profilato d'acciaio;
- sovrastruttura in travi in acciaio imbullonate;
- meccanismo di azionamento composto da un motore elettrico, un quadro di comando, sbarre e corde in acciaio per la movimentazione.

Per un tipico di struttura si rimanda all'elaborato **082600BADG00015 (Strutture sostegno moduli e opere di fondazione)**.

4.3.2 Acciaio da carpenteria

Acciaio da carpenteria per le strutture metalliche di supporto dei moduli, classe S275JR per profili delle travi principali e secondarie, classe S355JR per i montanti zincato (UNI EN ISO 1461 e UNI EN ISO 14713). Categoria di corrosione C4, Im3 per elementi interrati.

Acciaio classe S275JR:

Tipo di acciaio

S275

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 21	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Peso specifico	$\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} > 275 \text{ N/mm}^2$
Tensione ultima a rottura	$f_u > 430 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$
Costante di dilatazione	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$

Acciaio classe S355JR:

Tipo di acciaio	S355
Peso specifico	$\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} > 355 \text{ N/mm}^2$
Tensione ultima a rottura	$f_u > 510 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$
Costante di dilatazione	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$

4.4 Opere in calcestruzzo

Sono previste le seguenti opere in calcestruzzo o calcestruzzo armato:

- basamenti dei cabinati;
- basamenti dei cancelli.

4.4.1 Calcestruzzo

Per le opere in c.a. è previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi:

	Classe di resistenza Rck	Classe di esposizione ambientale	Classe di consistenza
Fondazioni cabinati	C25/30	XC2, XA1	S4
Fondazioni cancelli	C32/40	XC4, XA2 e XS1	S4
Per il solo magrone	C12/15	-	-

Nel caso in cui si verifichi la possibilità di attacco chimico o corrosione indotta da cloruri, la classe di esposizione verrà adeguatamente aggiornata secondo le condizioni ambientali presenti.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 22	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

4.4.2 Acciaio per calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)

Tipo di acciaio	B450C
Peso specifico	$\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento di progetto ($\gamma_s = 1,15$)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
Massima tensione di esercizio	$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

4.4.3 Copriferro

Saranno considerati i seguenti valori di copriferro:

- Fondazioni cancelli: 50 mm;
- Fondazioni cabinati: 40 mm.

4.4.4 Fondazioni

Per la realizzazione delle Power Station e della MTR si prevede uno scavo per le fondazioni con getto in opera della platea.

Per garantire un'adeguata resistenza, le aree sulle quali insisteranno i carichi potrebbero necessitare di uno strato di rilevato strutturale (aggregato inerte di taglia da definirsi) o della rimozione dello strato superficiale vegetale. Possibili interventi in tal senso saranno argomento di ulteriori valutazioni in fase di ingegneria.

Per i tipici di fondazione si rimanda agli elaborati **082600BEDP00028 (Layout e vista frontale cabine elettriche - Main Technical Room, Power Station, Cabina di Consegna e Sistema di Accumulo)** e **082600BADG00015 (Strutture sostegno moduli e opere di fondazione)**. Per i dettagli sui criteri di dimensionamento delle strutture si rimanda al documento **082600BACA00012 (Relazione di calcolo preliminare strutture)**.

4.5 Cabine

4.5.1 Cabina elettrica Main Technical Room

Edificio monopiano destinato ad accogliere quadri elettrici, realizzato con una struttura prefabbricata.

4.5.2 Cabina elettrica Power Station Impianto PV

Locale costituito da container metallici con la funzione di racchiudere apparecchiature elettriche.

4.5.3 Cabina elettrica Power Station BESS

Locale costituito da container metallici con la funzione di racchiudere apparecchiature elettriche.

4.5.4 Cabina elettrica Batterie

Locale costituito da container metallici con la funzione di racchiudere apparecchiature elettriche.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 23	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

4.5.5 Cabina elettrica DC Box

Locale costituito da container metallici con la funzione di racchiudere apparecchiature elettriche.

4.5.6 Cabina Uffici

Edificio monopiano, realizzato con una struttura prefabbricata con destinazione d'uso uffici avente locali predisposti per riunioni e servizi.

4.5.7 Cabina Spare Parts

Locale costituito da container metallici all'interno del quale sono contenuti strumenti e materiale di deposito a servizio dell'impianto.

4.6 Recinzione

L'impianto sarà dotato di recinzione perimetrale al fine di garantirne la protezione da eventuali atti vandalici e la salvaguardia della sicurezza.

La recinzione, di lunghezza totale di circa 3.797 m, sarà realizzata con rete in maglia metallica alta circa 2,5 m, collegata a sostegni in acciaio dotati, ove necessario, di plinti di fondazione a pianta quadrata di opportune dimensioni.

Saranno inoltre realizzati n. 2 accessi carrabili, rispettivamente uno per l'accesso dalla S.P. 25 e l'altro per l'accesso da via Mazara, con cancelli carrabili di ampiezza 6 m e pedonali di larghezza 0,9 m con plinti di fondazione a circa 0,7 m da piano campagna.

. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia saranno realizzati dei passaggi di dimensione adeguata. L'ubicazione degli accessi carrabili all'area d'impianto è riportata negli elaborati grafici "Planimetria generale di impianto – Stato di progetto" (Rif. 082600BGDG00005) e "Planimetria area di cantiere" (Rif. 082600BADG00013).

Si precisa che la realizzazione della recinzione perimetrale e degli accessi non è oggetto del presente progetto, ma è già in corso di realizzazione e sarà dunque esistente al momento dell'avvio lavori di costruzione dell'impianto FV+BESS.

4.6.1 Cancelli di accesso

E' prevista l'installazione di n°2 cancelli carrabili e pedonali in funzione delle varie aree identificate dal progetto e dell'effettiva fruizione delle diverse aree d'impianto. Per quanto riguarda la parte carrabile, il cancello prevederanno due ante con sezione di passaggio pari ad almeno 6 m di larghezza e 2,5 m di altezza. L'accesso pedonale prevederà una sola anta di larghezza minima di almeno 0,9 m e altezza 2,5 m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici a sezione a T e dovranno essere marcati CE.

Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante verniciatura.

4.7 Viabilità interna di servizio

Verrà realizzata una viabilità di servizio per garantire l'accesso agevolato alle varie sezioni d'impianto per ispezione e manutenzione dei cabinati e delle strutture di sostegno dei moduli, nonché di tutte le apparecchiature installate e per operazioni di messa in sicurezza.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 24	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

I tratti di viabilità interna di nuova costruzione è previsto che siano realizzati in conformità all'elaborato progettuale **082600BADG00010 (Viabilità generale + Particolare strade)**.

4.8 Sistema di drenaggio delle acque

Secondo i risultati dello **Studio Di Invarianza Idraulica (082601BARG00032)** e della **Relazione Idrologica Idraulica (082600BARU00018)** si prevede la realizzazione di un sistema di laminazione composto da una serie di depressioni in terra situate tra le file dei tracker, coperti da geotessuti, che si sviluppano in direzione N-S, seguendo la morfologia del terreno. Le depressioni verticali recapiteranno le acque a depressioni orizzontali in direzione E-W, sempre in terra, o a tubazioni in PE. I recapiti finali di queste depressioni saranno pozzi perdenti, vasche di laminazione fino allo scarico in corpo idrico superficiale esistente.

La struttura MTR e le batterie di accumulo BEES avrà un sistema di tubi in PE, di diametro adeguato, che raccoglieranno le acque superficiali provenienti dalle strutture e le invieranno ad 1 pozzo perdente situato in prossimità delle stesse.

Si rimanda agli elaborati sopracitati per maggiori dettagli.

5 COLLAUDO E SPECIFICHE PRESTAZIONALI D'IMPIANTO

5.1 Collaudo

Ad installazione avvenuta, verranno effettuate delle prove di collaudo in accordo alla normativa vigente IEC/EN62446 e, nello specifico, si prevede quanto segue:

- Verifica di sicurezza: si esegue la misura di continuità dei conduttori di protezione e delle relative connessioni e la misura della resistenza di isolamento dei conduttori attivi di un modulo o di un intero campo fotovoltaico (IEC/EN62446), senza la necessità di utilizzare un interruttore esterno per porre in cortocircuito i terminali positivo e negativo.
- Verifica della funzionalità: è la verifica della funzionalità dei collegamenti e delle stringhe di un campo fotovoltaico (IEC/EN62446) misurando la tensione a vuoto e la corrente di cortocircuito alle condizioni operative e riferite alle condizioni standard ('STC'), fornendo esito immediato inerente la misura appena effettuata, sia in termini assoluti sia per comparazione con le stringhe precedentemente testate;
- Verifica delle prestazioni: si effettua l'analisi delle prestazioni del campo fotovoltaico nelle condizioni di esercizio, fornendo una indicazione della potenza generata e del rendimento del campo stesso secondo quanto indicato dalla normativa di riferimento.

La prova di collaudo di un impianto fotovoltaico rappresenta una delle attività più importanti nel percorso di realizzazione dell'opera, in quanto un'accurata ispezione permette di individuare piccoli difetti che le impegnative condizioni di esercizio farebbero sicuramente ingigantire con il trascorrere del tempo.

Per eseguire prove di collaudo verrà utilizzato uno strumento utile alla realizzazione dei controlli di efficienza in accordo alle prescrizioni della guida CEI 82-25 e per l'esecuzione di test sulle caratteristiche I-V nei moduli/stringhe fotovoltaici. In questo modo è possibile individuare e risolvere problemi legati ad eventuali bassi valori di efficienza degli impianti.

Il collaudo, inoltre, prevederà una verifica di funzionamento continuativo per un periodo tempo limitato (tipicamente 5-10 giorni) al termine del quale si verificheranno le prestazioni dell'impianto.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 25	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

5.1.1 Valutazione delle prestazioni

La verifica prestazionale degli Impianti in fase di avvio verrà effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione ('Performance Ratio' o 'PR'), corretto in temperatura).

Il PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli), come indicato meglio nel documento **080500BEFU00050 (Calcolo producibilità e bilanci energetici di sistema)**.

In analogia a quanto indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PR come segue:

$$PR = \frac{\text{Energia Misurata}}{\text{Energia Teorica}}$$

e, più in dettaglio, come:

$$PR = \left(\frac{\text{Energia Misurata [kWh]} \times 1 \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]}{\text{Irraggiamento Misurato} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] \times \text{Potenza di Picco [kWp]} \right)$$

dove:

- Energia Misurata, è l'energia generata come misurata al contatore;
- Energia Teorica, è l'energia teoricamente generabile in condizioni ideali dall'impianto dato l'Irraggiamento Misurato e la Potenza di Picco installata;
- Irraggiamento Misurato, è l'irraggiamento effettivamente misurato sul piano dei moduli dai dispositivi di rilevamento dell'irraggiamento installati sull'Impianto. Il parametro verrà essere corretto in base alla reale temperatura misurata sui moduli.

5.1.2 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

Ai fini della verifica del PR, la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m²) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di riferimento.

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche *PV reference solar device*, si veda la Norma CEI EN 60904-4).

Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 26	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo;
- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la Norma CEI EN 60904-5;
- misura della temperatura ambiente T_{amb} e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica T_{ce} verrà effettuata con un sensore con incertezza tipo non superiore a 1°C.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 27	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

6 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

La legislazione e normativa nazionale cui si è fatto riferimento nel Progetto è la seguente:

6.1 Leggi e decreti

- Direttiva Macchine 2006/42/CE
- “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018” indicate dal DM del 17 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 20 febbraio 2018, in vigore dal 22 marzo 2018, con nota n. 3187 del Consiglio superiore dei Lavori pubblici (Cslpp) del 21 marzo 2018 e relative circolari applicative della norma.

6.2 Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture;
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio;
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo;
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica;
- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica;
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

6.3 Altri documenti

Esistono inoltre documenti (e.g. istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, ma a cui i Decreti Ministeriali fanno espressamente riferimento:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Eventuali normative non elencate, se mandatarie per la progettazione del sistema possono essere referenziate. In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani;
- Leggi e regolamenti comunitari (EU);
- Documento in oggetto;
- Specifiche di società (ove applicabili);
- Normative internazionali.

6.4 Legislazione e normativa nazionale in ambito civile e strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”;

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 28	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

- Circolare 21 gennaio 2019 “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione);
- D.M. 15 Luglio 2014 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l’installazione e l’esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³”.

6.5 Legislazione e normativa nazionale in ambito elettrico

- D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i.;
- (Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici);
- CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici);
- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici);
- CEI 82-25 (Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione);
- CEI 0-16 (Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica);
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l’interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.

6.6 Sicurezza elettrica

- 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;
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- 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 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari;
- CEI 64-12 Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori;
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 29	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita;
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- IEC 62271-100:2021: High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers

6.7 Parte fotovoltaica

- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels;
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino;
- CEI EN 62852 (82-50) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento -Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura;
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto;
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici;
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico;
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari;
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda;
- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza;
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV);

	<p>ID Documento Committente</p> <p>082600BERV00023</p>	<p>Pagina</p> <p>30</p>	
		<p>Stato di Validità</p>	<p>Numero Revisione</p>
			<p>00</p>

- CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

6.8 Quadri elettrici

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole Generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO);
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- IEC 62271-200:2021: High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

6.9 Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante;
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori;
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica.

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 31	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

6.10 Cavi, cavidotti e accessori

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV;
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico 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;
- CEI-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;
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- 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;
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi;
- Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche;
- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche;
- Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche;
- Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.

6.11 Conversione della potenza

- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione;
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori;
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4;
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza.

	<p>ID Documento Committente</p> <p>082600BERV00023</p>	<p>Pagina</p> <p>32</p>	
		<p>Stato di Validità</p>	<p>Numero Revisione</p>
			<p>00</p>

6.12 Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI EN 62561-1 (CEI 81-24) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione;
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove;
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali;
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio;
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

6.13 Dispositivi di potenza

- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua;
- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza;
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua;
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici;
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici.

6.14 Compatibilità elettromagnetica

- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali

	ID Documento Committente 082600BERV00023	Pagina 33	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

6.15 Energia solare

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

6.16 Sistemi di misura dell'energia elettrica

- CEI 13-4;Ab Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparat di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità - Temperatura ed umidità elevate

6.17 Norme di riferimento generali

- CEI 20-22/0: Prove d'incendio su cavi elettrici Parte 0: Prova di non propagazione dell'incendio – Generalita';
- CEI 99-4 (Guida): Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- IEC 62485-1:2015 Ed. 2015: Safety requirements for secondary batteries and battery installations Part 1: General safety information;
- CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza;

	<p>ID Documento Committente 082600BERV00023</p>	<p>Pagina 34</p>	
		<p>Stato di Validità</p>	<p>Numero Revisione</p>
			<p>00</p>

- CEI EN 60204-1/Ab (CEI 44-5): Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine. Parte 1: Regole Generali;
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali;
- CEI EN 60529/A2/EC (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI EN 60754-1/A1: Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi Parte 1: Determinazione del contenuto di gas acido alogenidrico;