



REGIONE
CAMPANIA



COMUNE DI
ARIANO IRPINO



PROVINCIA DI
AVELLINO

PROGETTO DEFINITIVO

Lavori di realizzazione di un parco agrovoltaico della potenza di 103 MW con annesso impianto di storage e delle relative opere connesse nel comune di Ariano Irpino (AV)

Titolo elaborato

PD_1_10_CA_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Codice elaborato

F0500AR10A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giorgio ZUCCARO)



Gruppo di lavoro

ing. Mauro MARELLA
ing. Marco LORUSSO
ing. Pierfrancesco ZIRPOLI
dott. for. Luigi ZUCCARO
ing. Luca FRESCURA
ing. Antonella NOLE'
ing. Denise TELESCA
arch. Gaia TELESCA
dott.ssa. Luciana TELESCA
ing. Cristina GUGLIELMI
ing. Manuela NARDOZZA
ing. Beniamino D'ERCOLE



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).



EPF srl - Via Cesare Battisti, 116 83053 S. Andrea di Conza (AV)
Tel e Fax+39 0827 35687

Consulenze specialistiche

Committente

WEB PV ARIANO S.r.l

Via Leonardo Da Vinci 15, 39100 Bolzano (Bz)

Presidente Consiglio di Amministrazione
KAINZ REINHARD

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Febbraio 2023	Prima emissione	VELLA	MMA	GZU

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Sommario

1	Premessa	5
2	Descrizione dell'intervento progettuale	6
3	Opere strutturali ed elettriche	8
3.1	Pannelli fotovoltaici	8
4	Strutture di supporto	10
4.1	Fissaggio del modulo	11
4.2	Cablaggio delle stringhe	12
4.3	Messa a terra	12
4.4	Collegamento equipotenziale	13
4.5	Supporto per quadri elettrici	13
4.6	Tipologia di pali di fondazione	14
5	Inverter di stringa	15
6	Trasformatori	18
7	Cabine	19
7.1	Cabine di sottocampo	19
7.2	Cabina di distribuzione	19
7.3	Ventilazione box trasformatori	20
8	Impianto di accumulo	21
8.1	Container di conversione e trasformazione	22
8.2	Inverter	23
9	Conduttori elettrici	24
9.1	Cavi	24
9.2	Cavidotti	25
9.3	Pozzetti di ispezione	25

9.4	Impianto di terra	25
10	Opere di videosorveglianza ed illuminazione	27
10.1	Videosorveglianza	27
10.2	Impianto di illuminazione	27
11	Opere di completamento	29
11.1	Recinzioni e cancelli di ingresso	29
11.2	Canali per la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale	29
11.3	Realizzazione di fasce perimetrali con specie mellifere	29

1 Premessa

Il presente progetto definitivo si riferisce alla realizzazione di un impianto di energia rinnovabile da fonte solare con relative opere di connessione nel comune di Ariano Irpino, in provincia di Avellino (AV).

Le opere in progetto sono proposte dalla società WEB PV ARIANO S.r.l. con sede in Via Leonardo Da Vinci 15, Bolzano (BZ).

Nello specifico, l'impianto sarà costituito da un totale di 182280 moduli fotovoltaici bifacciali organizzati in stringhe da 30 moduli e disposti in 7 campi, a loro volta divisi in sottocampi ciascuno collegato a una cabina MT/BT. L'impianto, caratterizzato da una potenza complessiva installata di 120,3 MW, sarà integrato con un impianto di accumulo, e l'immissione in rete dell'energia prodotta, per una potenza massima di 103MW, avverrà mediante elettrodotto interrato di circa 12km collegato in antenna, mediante condivisione dello stallo, alla sezione a 150kV di una futura Stazione Elettrica a 380 kV da collegare in entra-esce sulla linea 380kV "Benevento 2 – Foggia" localizzata nel Comune di Ariano Irpino (AV).

Si precisa, inoltre, che l'impianto in oggetto si caratterizza come impianto "agrovoltaico", ovvero un impianto che permette di preservare l'attività di coltivazione agricola o pastorale, garantendo una buona produzione energetica. La progettazione è stata perseguita tenendo conto delle recenti linee guida in materia di impianti agrovoltaici del Ministero della Transizione Ecologica (Mite) del giugno 2022.

Pertanto, il progetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR, legge 29 luglio 2021, n.108).

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione del progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto di accumulo integrato all'impianto agrovoltaico della potenza di 50MW – e capacità ad inizio vita (BOL) di 207MWh.

La validità delle soluzioni proposte sotto il profilo della sicurezza e della conformità normativa è vincolata all'impiego di materiali recanti la marcatura CE ed il marchio IMQ, integri, posati secondo le indicazioni del costruttore e in ogni caso strettamente dipendente dalle condizioni d'uso e di conservazione in efficienza dello stesso. Le installazioni da porre in opera saranno verificate con adeguata strumentazione prima dell'entrata in funzione, coerentemente con quanto disposto dalla normativa vigente.

2 Descrizione dell'intervento progettuale

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, tramite l'installazione a terra di pannelli fotovoltaici montati su strutture metalliche di supporto con inclinazione di 30° verso sud.

I pannelli fotovoltaici saranno del tipo bifacciale, ovvero moduli a doppio vetro in grado di convertire in elettricità elettrica la luce incidente sul lato posteriore in aggiunta a ciò che viene generato dal lato anteriore, fornendo una maggiore potenza di uscita, risultando più performanti e più convenienti in termini di generazione di energia solare, nonché tolleranza per ambienti difficili e condizioni meteorologiche estreme.

I pannelli saranno collegati in serie formando una "stringa", che sarà collegata in parallelo ad altre stringhe a inverter distribuiti che trasformano la corrente continua prodotta dai pannelli in corrente alternata trifase ad una tensione di 800V. Gli inverter di stringa saranno collegati mediante cavi BT alle cabine di campo che ospitano il quadro di parallelo degli inverter e il trasformatore MT/BT fungendo anche da "cabine di trasformazione" incrementando il voltaggio fino alla media tensione (MT 30kV). Le cabine di campo saranno collegate alla cabina di consegna finale situata anche quest'ultima all'interno dell'area di impianto. A valle della cabina di consegna di campo, l'energia verrà trasferita mediante un unico cavidotto esterno alla sottostazione di condivisione e trasformazione e, da qui, alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite il punto di connessione posto nel territorio comunale di Ariano Irpino.

L'impianto è caratterizzato da una **potenza di picco installata in corrente continua, di 120,3MW** ed è suddiviso in 7 "campi", collegati ad altrettante cabine di campo caratterizzate dalle seguenti potenze di picco in corrente alternata date dalla somma delle potenze nominali degli inverter di stringa collegati:

- campo 1: potenza di picco 13,5 MW
- campo 2: potenza di picco 10,9 MW
- campo 3: potenza di picco 21,6 MW
- campo 4: potenza di picco 15,6 MW
- campo 5: potenza di picco 16,5 MW
- campo 6: potenza di picco 15,3 MW
- campo 7: potenza di picco 9,6 MW

La potenza totale immessa in rete è pari a 103,00 MW.

All'interno dell'area d'impianto è prevista la realizzazione di un impianto di accumulo con unità containerizzate, inverter e trasformatori per una potenza di 50MW e una capacità di 200MWh.

All'interno di ogni sottocampo è prevista la realizzazione di una viabilità permeabile in grado da consentire la manutenzione da realizzarsi mediante scavo e posa in opera di uno stato di misto granulare stabilizzato. Al di sotto di tale viabilità, inoltre, si prevede il posizionamento sia dei conduttori elettrici necessari per portare l'energia prodotta al cavidotto esterno e sia di quelli degli impianti di illuminazione e videosorveglianza. Tali impianti, in particolare, saranno in grado di consentire il monitoraggio, il controllo e la manutenzione anche in ore serali e a distanza.

Inoltre, è prevista una viabilità permeabile in grado di consentire la manutenzione all'interno del campo.

Si prevede anche la realizzazione di interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale, con il duplice scopo di garantire un adeguato riequilibrio ecologico in seguito all'occupazione di suolo e, contemporaneamente, di incrementare il valore paesaggistico dell'area riducendo gli effetti percettivi negativi connessi con la presenza dei moduli fotovoltaici.

Al fine di ridurre al minimo il consumo di suolo legato all'installazione dei moduli fotovoltaici ed incrementare la qualità del suolo, nella fattispecie mediante apporto di carbonio, i lotti di interesse saranno convertiti a pascolo.

3 Opere strutturali ed elettriche

3.1 Pannelli fotovoltaici

Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà composto da un modulo monocristallino tipo Canadian Solar CS7N-660MB-AG o similare. Assemblati con 132 celle PERC bifacciali da 210 mm, questi moduli a doppio vetro hanno la capacità di convertire le luci incidenti sul lato posteriore in elettricità in aggiunta a ciò che viene generato dal lato anteriore, fornendo una maggiore potenza di uscita, un coefficiente di temperatura inferiore, una minore perdita di ombra e una maggiore tolleranza per il carico meccanico, risultando più performanti e più convenienti in termini di generazione di energia solare, nonché tolleranza per ambienti difficili e condizioni meteorologiche estreme.

I pannelli sfruttano la tecnologia *“half cut cells”* letteralmente celle tagliate a metà.

La tecnologia *“half cut cells”* permette l'aumento della potenza del singolo modulo e della producibilità, grazie ai seguenti fattori:

A) Maggiore tolleranza all'ombreggiamento

Nei moduli tradizionali le celle sono collegate in serie in una matrice 6 x 10 e l'effetto di un'eventuale ombra è mitigato dai 3 diodi di by-pass. Nell'eventualità in cui una cella non venga irraggiata come le altre, uno dei 3 diodi si attiva e la produzione del modulo viene garantita solo per 2/3 (un modulo da 300W potrebbe produrre 200W). Considerando invece un modulo con 120 celle half-cut ci saranno 2 serie da 60 celle in parallelo aventi in comune i 3 diodi di by-pass. In questo modo se una cella viene ombreggiata solo 1/6 del modulo risentirà dell'ombra (un modulo da 300W potrebbe quindi produrre 250W).

B) Diminuzione delle perdite resistive

Nelle celle half cut, essendo la superficie metà rispetto alle celle intere, la corrente prodotta sarà anch'essa dimezzata e di conseguenza le perdite saranno ridotte di ¼ (essendo le perdite proporzionali al quadrato della corrente). Inoltre, con una minore corrente circolante nei bus bar, la temperatura del modulo sarà più bassa concorrendo così ad aumentarne la producibilità.

C) Minore possibilità di crack

In una cella a minore superficie i microcrack che si formano nel tempo influiranno meno e il modulo fotovoltaico manterrà le prestazioni più a lungo nel tempo.

In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio del modulo, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: Canadian Solar;**
- **modello: CS7N-660MB-AG;**
- **tipologia: Bifacciali**
- **potenza di picco monofacciale: 660 Wp;**
- **potenza di picco con guadagno bifacciale del 10%: 726W**
- **tensione massima di sistema: 1500V DC**
- **efficienza del modulo: 21.6%**
- **efficienza del modulo con guadagno bifacciale del 10%: 21.6%**
- **tensione a circuito aperto (Voc a STC): 45.4 V;**
- **corrente operativa (Vmp a STC): 38.3 V;**
- **dimensioni: 2384×1303×33 mm;**
- **peso: 37.8 kg.**

Tabella 1: dati elettrici pannello fotovoltaico

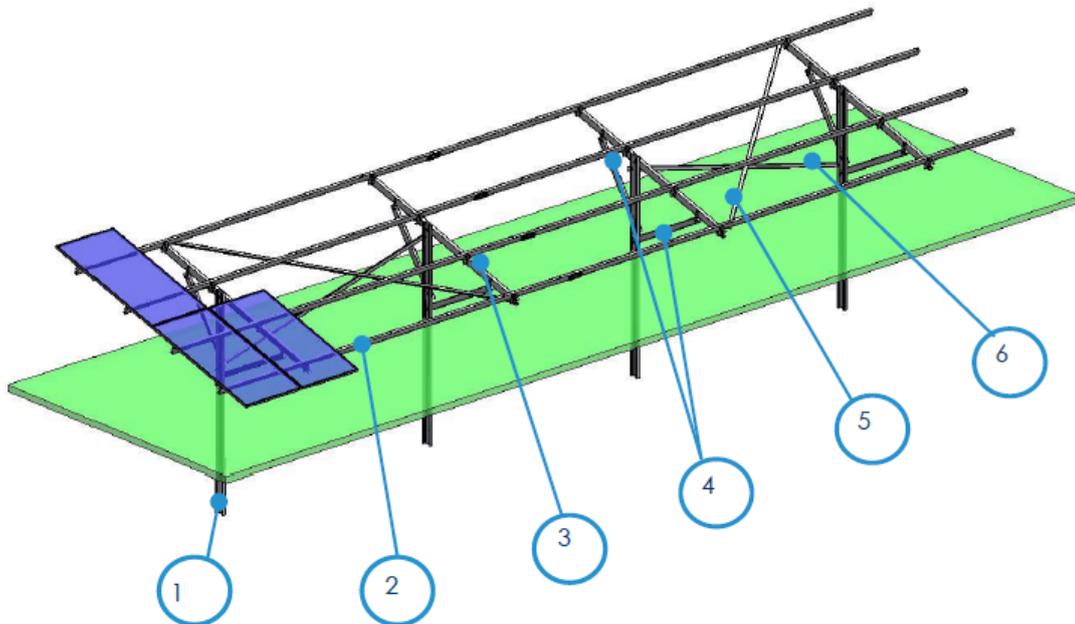
ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-660MB-AG		660 W	38.3 V	17.24 A	45.4 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5%	693 W	38.3 V	18.10 A	45.4 V	19.39 A	22.3%
	10%	726 W	38.3 V	18.96 A	45.4 V	20.32 A	23.4%
	20%	792 W	38.3 V	20.69 A	45.4 V	22.16 A	25.5%

4 Strutture di supporto

Le stringhe di 30 moduli saranno installate accoppiate su due file da 15 moduli su strutture monopalo a inclinazione fissa di 30°.

Le strutture saranno posizionate in direzione est-ovest con faccia rivolta verso sud e posizionate sul terreno in modo da avere un'altezza minima da terra di 1,3m.



CODE	ELEMENT	COATING	MATERIAL
1	Posts	HDG	S355 OR HIGHER
2	Purlin	ZM HDG	S350 OR HIGHER
3	Rafter	ZM HDG	S350 OR HIGHER
4	Brace	ZM HDG	S350 OR HIGHER
5	Purlin beam struct	ZM HDG	S350 OR HIGHER

6	Post beam structure	ZM HDG	S350 OR HIGHER
	Fateners	ZN-Ni sealed	8.8
Pv module fixation	Bolts	ZN-Ni sealed	8.8
	Rivets	-	Aluminium
	Clamps	-	Aluminium 6063 T6
Posts types		SIZE	
Standard posts		C post	

4.1 Fissaggio del modulo

Il fissaggio del modulo sarà effettuato mediante morsetti, rivetti o bulloni.

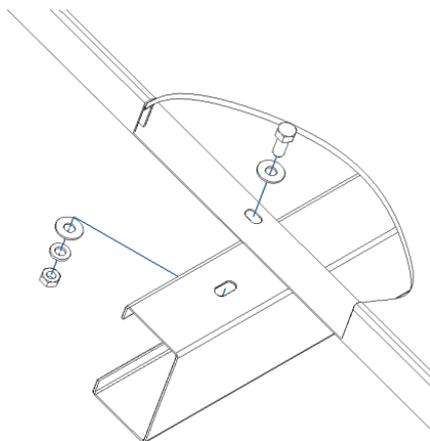
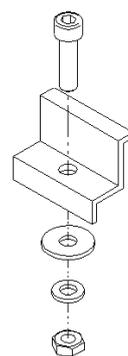


Figura 1: fissaggio con vite

LATERAL CLAMP



CENTRAL CLAMP

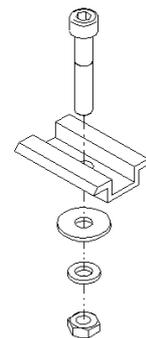


Figura 2: morsetti di fissaggio

La soluzione di montaggio sarà validata dal fornitore del modulo una volta definito il modello di modulo da utilizzare nel progetto.

4.2 Cablaggio delle stringhe

I cavi di cablaggio delle stringhe verranno installati nei profili a C che costituiscono gli arcarecci, utilizzandoli come canale per cavi.



Figura 3: cablaggio stringhe

4.3 Messa a terra

I pali hanno due fori per segnare la lunghezza minima e massima di fissaggio nel terreno. Il foro superiore è utilizzato per il sistema di messa a terra. Il diametro del foro è di 9 mm ed essere fino a 200 mm dal livello del suolo.

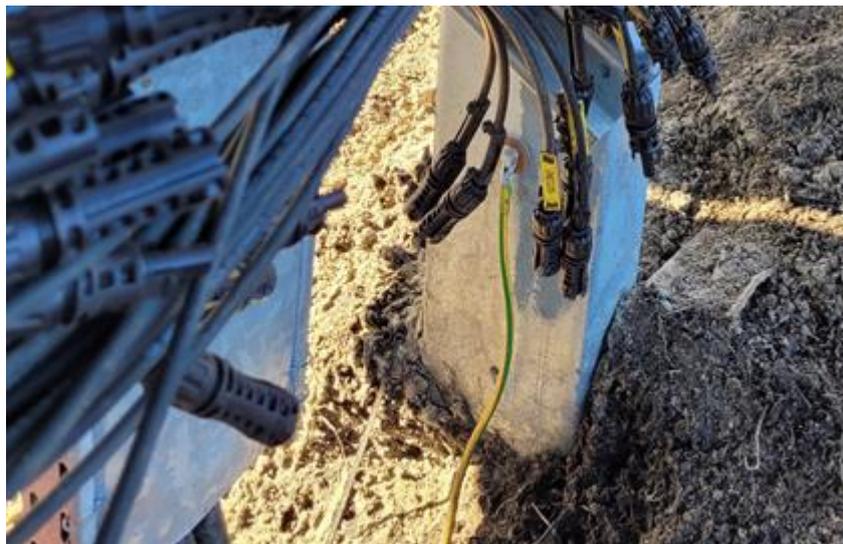


Figura 4: messa a terra

4.4 Collegamento equipotenziale

Verranno utilizzate piastre di collegamento equipotenziale tra i moduli e gli arcarecci per rendere equipotenziale la struttura.

Il sistema equipotenziale mantiene il contatto tra diversi componenti metallici garantendo lo stesso potenziale e quindi prevenendo scosse elettriche.

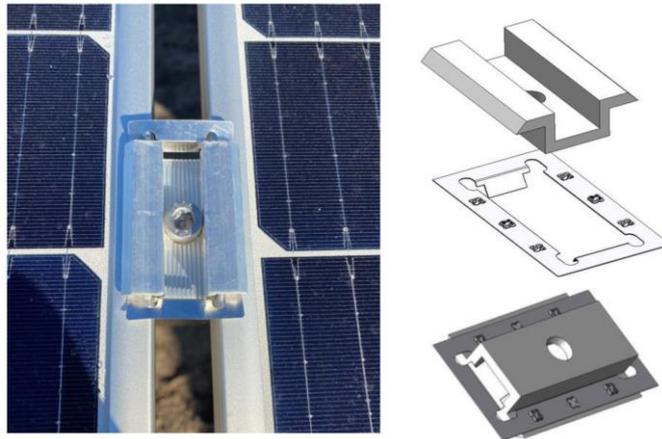


Figura 5: collegamento equipotenziale

Per garantire lo stesso potenziale elettrico tra strutture adiacenti, la continuità elettrica verrà realizzata collegando ai fori degli arcarecci un cavo di giunzione o una piastra metallica.



Figura 6: collegamento equipotenziale tra strutture adiacenti

4.5 Supporto per quadri elettrici

Verranno progettati e realizzati idonei supporti per il posizionamento dei quadri di parallelo (combiner box) tra i montanti della struttura, offrendo una protezione al componente elettrico dalla pioggia e dai raggi UV.



Figura 7: supporto per quadri elettrici

4.6 Tipologia di pali di fondazione

Le fondazioni saranno costituite da pali in acciaio infissi direttamente nel terreno, fino a raggiungere la profondità desiderata, attraverso un processo apposito di battitura.

La tipologia di pali di fondazione e la profondità di infissione dipenderà dalle caratteristiche del sito di installazione.

In fase di progettazione esecutiva, verranno effettuate prove di pull-out in sito per verificare la corretta progettazione della fondazione e l'ottimizzazione della stessa. Il numero di prove dovrà essere sufficiente a fornire una reale caratterizzazione di tutti i possibili terreni all'interno dell'area dell'impianto.

5 Inverter di stringa

Le stringhe da 30 moduli saranno unite in parallelo e collegate a inverter di stringa che trasformano la corrente continua prodotta dai pannelli in corrente alternata con tensione di uscita di 800V.

Smart String Inverter



100A
Per MPPT



Max. Efficiency
≥99.0%



Smart String-Level
Disconnecter



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



MBUS
Supported



Fuse Free
Design



Surge Arresters for
DC & AC



IP66
Protection

Per garantire la produzione di energia dell'impianto, è stata prevista l'installazione di inverter distribuiti di marca HUAWEI modello SUN2000-330KTL-H1 e SUN2000-215KTL-H3, le cui caratteristiche sono riportate di seguito.

Lavori di realizzazione di un parco agrovoltaico della potenza di 103 MW con annesso impianto di storage e delle relative opere connesse nel comune di Ariano Irpino (AV)

PD_1_10_CA_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

SUN2000-330KTL-H1

Technical Specifications (Preliminary)

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤108 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Lavori di realizzazione di un parco agrovoltaico della potenza di 103 MW con annesso impianto di storage e delle relative opere connesse nel comune di Ariano Irpino (AV)

PD_1_10_CA_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

SUN2000-215KTL-H3

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

6 Trasformatori

Nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in vari sottocampi. In ogni sottocampo è prevista una cabina prefabbricata in cui verrà installato il trasformatore di elevazione BT/MT della potenza variabile tra 1250 e 5000 kVA. I trasformatori saranno a singolo secondario con tensione di 800V ed avrà una tensione al primario di 30kV con le seguenti caratteristiche a seguito:

- **Tipo a olio**
 - Nucleo magnetico realizzato con lamierini a cristalli orientati a basse perdite
 - Dimensioni tipo: 2240 (a) x1120 (b) x2390 (c) mm
 - Peso: 7000 Kg ca
 - frequenza nominale 50 Hz
 - Tensione primario 30 KV
 - Tensione secondario 0,8 KV
 - Perdite 6%
 - simbolo di collegamento Dy 11
 - collegamento primario triangolo
 - collegamento secondario stella
 - classe ambientale E2
 - classe climatica C2
 - comportamento al fuoco F1
 - classe di isolamento termico primarie e secondarie F/F
 - temperatura ambiente max. 40 °C
 - installazione interna
 - tipo raffreddamento: KNAN estere con raffreddamento naturale ad aria
- altitudine sul livello del mare $\leq 1000\text{m}$

7 Cabine

7.1 Cabine di sottocampo

Come detto, l'impianto fotovoltaico in progetto è composto da 7 campi divisi in sottocampi ognuno dei quali gestito da un numero variabile di inverter di stringa della potenza unitaria di 200 e 300kW e potenza complessiva da 1000 a 4200 kW.

In ogni sottocampo verrà installata una cabina (power station), avente dimensioni esterne 7,5 mt x 2,5 mt (LxP), composta da due vani che conterranno in uno il quadro di parallelo BT, quadro ausiliari e gli scomparti MT, nell'altro vano sarà ubicato il trasformatore MT/BT.

Il vano trasformatore sarà dotato di opportuno estrattore calcolato secondo le caratteristiche del trasformatore MT/BT.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice per tutti i locali, alimentati da apposito quadro BT (quadro AUX) installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 36kV, guanti di protezione 36kV, estintore ecc.).

La cabina sarà del tipo prefabbricato, realizzata mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Le cabine dei sottocampi avranno tutte le medesime caratteristiche, ovvero le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm, il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m². Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi. L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie. I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti.

Anche le fondazioni della cabina sono prefabbricate e per l'alloggio sarà realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia, previo uno scavo a sezione ampia per l'asportazione del terreno coltivo.

A valle della trasformazione della tensione in MT è prevista la posa di un cavidotto interno in MT che collegherà tutte le cabine di sottocampo fino alla cabina di distribuzione situata anche quest'ultima all'interno dell'area d'impianto.

7.2 Cabina di distribuzione

All'interno della sala di controllo dell'impianto (control room) è prevista una cabina di distribuzione MT in cui verranno convogliati i cavi provenienti dalle cabine dei 7 campi e i circuiti di alimentazione dell'impianto di storage.

Essa sarà composta da due vani che conterranno in uno il quadro ausiliari e gli scomparti MT, nell'altro vano sarà ubicato il trasformatore MT/BT ausiliari.

Il vano trasformatore sarà dotato di opportuno estrattore calcolato secondo le caratteristiche del trasformatore MT/BT.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice per tutti i locali, alimentati da apposito quadro BT (quadro AUX) installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 30kV, guanti di protezione 36kV, estintore ecc.).

7.3 Ventilazione box trasformatori

Nelle cabine in cui è prevista l'installazione di un trasformatore, dovranno essere predisposte delle aperture sulle pareti laterali per garantire la ventilazione naturale dei locali.

Le aperture di ventilazione dovranno essere posizionate in basso per l'ingresso di aria fresca e in alto per l'uscita dell'aria calda. Ove possibile dovranno essere disposte preferibilmente su pareti contrapposte, le aperture di ventilazione non avranno serramenti ma solo dotate di griglie del tipo a labirinto atte ad impedire l'ingresso di acqua, animali, e oggetti pericolosi.

Quando la ventilazione naturale non è sufficiente a smaltire il calore di ricorre alla ventilazione forzata.

La ventilazione forzata verrà attivata quando la temperatura interna del locale supera un livello di guardia prefissato ($30^{\circ}\text{C} \div 35^{\circ}\text{C}$) oppure dalle protezioni termometriche dei trasformatori.

8 Impianto di accumulo

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di accumulo a batterie della potenza di 50MW e capacità di 200MWh, posizionando in un'area adiacente all'impianto fotovoltaico.

Il progetto prevede l'installazione di 900 moduli batterie al Litio-Ferro-Fosfato (LFP), composti da una specifica configurazione di celle elementari disposte in serie e in parallelo; i moduli raggruppati in serie da 15 compongono i singoli rack, 15 dei quali in parallelo compongono a loro volta i pack contenuti in ogni container.

La capacità di un singolo rack è di 230 kWh che moltiplicata per i 900 rack, contenuti nei 60 container in blocchi da 15 rack (pack), fornisce l'Energia installata a inizio vita (BOL) pari a 207 MWh.

Tabella 2: dati di targa del BESS

BESS	
Tipo modulo	LFP
Numero rack	900
Energia totale installata (BOL)	207 MWh
Numero di moduli per rack	15
Capacità singolo rack	230kWh
Range di tensione	1008-1296 V
Temperatura di esercizio raccomandata	10°C – 30°C
Dimensioni	1000 x 938 x 2400 mm ³
Peso	2.465,5 kg

Di seguito una descrizione dei componenti elementari che gerarchicamente costituiscono il sistema d'accumulo e le relative energie:

Tabella 3: dati Cella, modulo e rack batterie

COMPONENTI PRINCIPALI			
Componente	immagine	Modello	Energia
Cella		FE105A	0,336 kWh
Modulo		76.8NESP200	15,4 kWh

Rack		768100230	230 kWh
------	---	-----------	---------

Ciascun rack comunica con un BMS (Battery Bank Management System), il sistema di gestione che consente di monitorare e trasmettere informazioni sullo stato di funzionamento delle celle e sui parametri del sistema (tensione, corrente, temperatura etc.).

Il BMS è costituito da:

- BMU (Battery Management UNIT)
- BCMU (Battery Cluster Management Unit)
- Control box
- BAMS (Battery Administration Management System), composto a sua volta dal BAU (Administration Management Unit) e da una HMI (Human Machine Interface).

Le varie sezioni del BMS sono gestite a loro volta dal BSCS (Battery Storage Control System), cui è imputabile la gestione dell'interno impianto, l'ottimizzazione e il monitoraggio del sistema che avviene mediante integrazione con lo SCADA, con il quale il BSCS comunica continuamente, garantendo il controllo non solo del sistema di accumulo, ma anche di tutti i quadri BT/MT, dei sistemi HVAC e degli ausiliari. Si riportano nel seguito le principali funzioni del BSCS:

- Controllo automatico/manuale in tempo real
- Controllo remoto
- Controllo locale
- Registrazione dei dati storici

Fra servizi che il BSCS ha la potenzialità di svolgere ci sono l'inseguimento del set point di potenza attiva, reattiva e fattore di potenza, time-shifting, peak-shaving, regolazione primaria, secondaria o terziaria di frequenza, bilanciamento.

8.1 Container di conversione e trasformazione

Il progetto prevede l'installazione di 1 Cabine SMA MVPS 4600-S2 in cui sarà installato un Inverter bidirezionale per sistemi di accumulo SMA Sunny Central Storage (SCS) 3950-UP.

Con la potenza fornita dai nuovi inverter centralizzati Sunny Central Storage UP e i componenti di media tensione appositamente studiati, la nuova MV Power Station offre una densità di potenza maggiore e viene fornita chiavi in mano con estrema garanzia di funzionalità delle varie componenti.

La soluzione integrata nel container da 20 piedi assicura semplicità di trasporto e rapidità di montaggio e messa in servizio. La MVPS e tutti i componenti sono sottoposti a test. La MV Power Station garantisce la massima sicurezza dell'impianto, massimi rendimenti energetici, e minimi rischi operativi ed è predisposta per i collegamenti CC



Figura 8: Esempio di soluzione integrata inverter e trasformatore in container da 20 piedi

8.2 Inverter

Ogni inverter sarà contenuto all'interno di un container prefabbricato destinato ad ospitare anche il trasformatore BT/MT

L'inverter per batterie sarà un Sunny Central Storage UP, che è in grado di accumulare l'energia molto rapidamente in batterie ad alto voltaggio e rilasciarla in modo altrettanto rapido rendendola nuovamente disponibile quando serve; estremamente flessibile, può essere utilizzato in impianti fotovoltaici e ibridi. L'inverter è dotato di un sistema di raffreddamento intelligente OptiCool che garantisce un perfetto funzionamento anche in presenza di temperature ambiente estreme.



Figura 9: inverter bidirezionale per batterie

9 Conduttori elettrici

9.1 Cavi

I cavi di potenza posati nell'impianto vanno dimensionati in modo da limitare le cadute di tensione al massimo entro il 2%. La loro sezione è determinata anche in modo da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolanti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio. Un'ulteriore nota riguarda l'attenzione nella stesura dei cavi al fine di limitare le possibili interferenze prodotte dagli inverter. Per ridurle al minimo occorre seguire alcune regole precauzionali quali:

- Porre attenzione all'impianto di terra cercando di mantenerlo il più distanziato possibile dai cavi di potenza del campo fotovoltaico, per evitare accoppiamenti di disturbi che possono essere captati dalle apparecchiature attraverso l'impianto di terra.
- Evitare che l'impianto di terra formi una spira di grande dimensione che possa essere sede di correnti di disturbo indotte, che potrebbero richiudersi attraverso i circuiti delle apparecchiature sensibili.

Si raccomanda di realizzare il cablaggio dei moduli che compongono ciascuna stringa in modo da formare due anelli nei quali la corrente circola in senso opposto, oppure realizzare l'area minore possibile. Questo serve sia per limitare le sovratensioni che i possibili disturbi indotti alle apparecchiature.

La tipologia e la lunghezza dei cavi considerate in questa fase progettuale risultano indicative. Maggiori dettagli saranno presenti nel progetto esecutivo a valle dell'autorizzazione, allo scopo di tenere conto anche di eventuali prescrizioni tecniche che dovessero emergere in fase istruttoria.

Le lunghezze e le sezioni indicate risultano in generale sovrastimate allo scopo di contenere le cadute di tensione dei vari tratti al di sotto del 2%. Le lunghezze effettive di ogni tratto di linea verranno dettagliatamente calcolate in sede di progettazione esecutiva.

I cavi dei sistemi di II categoria devono essere dotati di uno schermo o di una guaina metallica connessa a terra almeno ad una estremità del cavo.

Il sistema sarà esercito alla frequenza industriale di 50Hz, la tensione di esercizio in MT sarà 30kV.

Il cavo BT in corrente continua che porterà l'energia da ogni singola stringa alla rispettiva cassetta di parallelo stringhe dovrà avere una lunghezza massima di 100 m, con tensione di esercizio massima pari a 1,5 kV e una potenza nominale massima pari a 15 kWp.

Il cavo BT in corrente continua che porterà l'energia elettrica da ogni singola cassetta di parallelo stringhe al rispettivo inverter dovrà essere di tipo FG7(O)R 0,6/1 kV 2x(1x120) mm² per una lunghezza massima di 150 m, con tensione di esercizio max di 792 V e una potenza nominale max di 315 kWp;

In merito al cavo che trasporterà l'energia dal quadro generale di media tensione delle cabine dei vari sottocampi fino alla cabina di interconnessione, lo stesso sarà di tipo tripolare ARP1H5EE 18/30 kV 3X1X240 mm². Mentre il cavo che parte dalla cabina di interconnessione e sezionamento fino al punto di consegna situato nella cabina quadri elettrici dovrà essere del tipo ARP1H5EE 18/30 kV 3x1x630 mm² per una lunghezza massima di circa 23 Km m e una potenza nominale di 14,5 MW.

Si rappresenta che le lunghezze dei cavi sono indicative, e tendenzialmente sovrastimate in questa fase progettuale; esse fanno riferimento alle massime lunghezze possibili relativamente alla sezione del cavo per contenere le cadute di tensione dei vari tratti di linea al di sotto dell'1-2%, per ciascun tratto. Le lunghezze effettive di ogni tratto di linea verranno dettagliatamente calcolate in sede di progetto esecutivo.

9.2 Cavidotti

I cavidotti saranno costituiti da tubi corrugati a doppia parete in PE, di diametro pari a 50 mm, 200 mm e 400 mm a seconda del caso come indicato negli elaborati grafici.

Dopo aver effettuato lo scavo a sezione obbligata di profondità pari a 1.50 m, essi saranno posati su un letto di sabbia; il rinterro dovrà avvenire con sabbione e materiale di risulta così come indicato nelle tavole di progetto.

All'interno dello scavo dovrà essere posato un nastro segnalatore in modo che la presenza della tubazione sia ben indicata.

All'interno di ogni sottocampo i cavidotti interni saranno interrati e posizionati al di sotto della viabilità stradale in progetto.

Il tratto di cavidotto esterno alle aree dei sottocampi, invece, sarà unico e sarà posizionato al di sotto della viabilità stradale esistente. Per la posa, in particolare, è prevista la demolizione della pavimentazione impermeabile esistente e la sua integrale ricostruzione in seguito alle opportune operazioni di scavo, posa del cavidotto e rinterro. Nell'elaborato "Sezioni tipo stradali, ferroviarie, idriche e simili" sono indicate in dettaglio le modalità di posa.

Lungo il tracciato del cavidotto, inoltre, saranno realizzati dei giunti unipolari a circa 500-800 m l'uno dall'altro. Il posizionamento esatto dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze al di sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto, ma certamente saranno realizzati all'interno di pozzetti denominati "buche giunti".

9.3 Pozzetti di ispezione

Dovranno essere posati in opera pozzetti di ispezione in calcestruzzo armato vibrato (necessari per l'infilaggio dei cavi) con un interasse di circa 200 m per i cavidotti interni e 5-800 m per il cavidotto esterno.

Essi dovranno essere confezionati con inerti selezionati di apposita granulometria e basso rapporto acqua-cemento e dovranno essere dotati di fori per il passaggio dei cavi; saranno posati su un letto di calcestruzzo magro.

I pozzetti dovranno essere carrabili, idonei a sopportare carichi stradali di 1° categoria, dotati di chiusino in ghisa e di dimensioni come da elaborati grafici di progetto.

9.4 Impianto di terra

L'impianto di terra della cabina sarà realizzato con un anello perimetrale in corda di rame nudo e ai quattro vertici verranno posti dei picchetti in acciaio zincato di lunghezza 2 m completi di collare per il fissaggio della corda di rame. È opportuno che siano presi tutti i provvedimenti per limitare gli effetti della corrosione con particolare attenzione agli accoppiamenti di metalli diversi.

Il terreno di riempimento intorno al dispersore dovrà essere del tipo vegetale e non contenere materiale di risulta.

L'impianto di terra realizza il collegamento equipotenziale di tutte le parti metalliche. La sezione dei conduttori equipotenziali principali sarà maggiore o uguale a metà di quella del conduttore di protezione principale di sezione maggiore, con un minimo di 6 mm².

L'impianto di dispersione sarà costituito da dispersori a puntazza di acciaio zincato $l = 2$ m e da treccia di rame nuda $S = 50$ mm².

Andrà realizzato il collegamento a terra delle strutture metalliche.

Gli impianti di terra delle strutture prefabbricate sono tutti tra essi collegati e da questi alle strutture metalliche dell'impianto, anch'esse connesse a terra. Si crea, in tal modo, una unica maglia equipotenziale comune a tutto l'impianto, tale da evitare l'insorgere di tensioni pericolose di passo e di contatto.

Al conduttore di protezione dell'impianto di terra andranno collegate tutte le masse metalliche che, per cedimento dell'isolamento, potrebbero assumere il potenziale dell'impianto (tubazioni, canaline, cassette e scatole metalliche, carcasse dei quadri elettrici).

Conoscendo la massima corrente di guasto a terra I_f e il tempo di eliminazione del guasto a terra t_f richiesti dall'ente distributore, e quindi il valore di contatto U_{tp} ammissibile in relazione al tempo di intervento delle protezioni (tabella C.3 della CEI 11-1), si può calcolare il massimo valore della resistenza di terra ammissibile.

Se la massima tensione di contatto rientra nei limiti $U_t \leq U_{tp}$ l'impianto di terra è considerato idoneo, altrimenti bisogna intervenire per riportare la tensione di contatto entro i limiti di sicurezza.

Se nei locali saranno presenti lavoratori subordinati anche solo stagionali si fa presente che si dovrà procedere alla verifica dell'impianto di terra e alla denuncia all'ISPESL e all'ASL/ARPA.

10 Opere di videosorveglianza ed illuminazione

10.1 Videosorveglianza

La videosorveglianza sarà costituita da telecamere che saranno puntate su tutto lo spazio a ridosso del perimetro dei sottocampi. Ogni telecamera sorveglierà circa 30 metri di spazio perimetrale e funzionerà giorno e notte.

Il sistema di telecamere includerà un videoregistratore digitale in grado di acquisire, processare, archiviare, riprodurre le immagini, sia localmente, grazie al display fornito, che da accesso remoto tramite il protocollo dati di Lan-Wan Tcp/Ip.

Le telecamere ad uso perimetrale saranno a colori del tipo night&day, da esterno IP66, con riscaldamento.

Utilizzando i pali dell'illuminazione perimetrali del campo è possibile evitare l'installazione di ulteriori pali e sfruttare, per il passaggio del cavo, la canalizzazione progettata per l'illuminazione.

Per l'infrastruttura fisica di collegamento delle telecamere si utilizzerà il cavo UTP, il quale consente, a differenza del coassiale, di fare tratte sino a 1000 metri senza attenuazione percepibile del segnale. Il risultato sarà una maggiore nitidezza delle immagini di giorno e di notte.

10.2 Impianto di illuminazione

BLOCCHI DI FONDAZIONE PER PALI

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione della scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale accuratamente costipato.

PALI DI SOSTEGNO

Saranno impiegati pali rastremati o conici con braccio zincato avente sezione terminale del braccio del diametro di 60 mm a partire da sezione di base del diametro minimo 110 mm, da incassare nel terreno, spessore minimo 3,2 mm, comprensivo di fori per alloggiamento fusibili. Sono compresi il basamento di sostegno delle dimensioni di 70x70x100 cm per pali di altezza oltre i 6500 mm in conglomerato cementizio con classe di resistenza C25/30, lo scavo, la tubazione del diametro 300 mm per il fissaggio del palo, la sabbia di riempimento tra palo e tubazione, il collare in cemento, il ripristino del terreno, il pozzetto 30x30 cm ispezionabile, il chiusino in P.V.C. pesante carrabile o in lamiera zincata.

APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi dovranno essere rispondenti all'insieme delle norme:

- CEI 34-21 fascicolo n. 1034 Novembre 1987 e relative varianti;
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 Luglio 1986 e relative varianti "proiettori per illuminazione";
- CEI 34-33 fascicolo n. 803 Dicembre 1986 e relative varianti "apparecchi per illuminazione stradale".

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24. Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della Norma CEI 34-21.

Gli apparecchi dovranno inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti di Legge. In genere l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno);
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen;
- diagramma del fattore di utilizzazione;
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

11 Opere di completamento

11.1 Recinzioni e cancelli di ingresso

Con lo scopo di proteggere le attrezzature descritte in precedenza, si prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale costituita da una maglia metallica costituita da acciaio zincato di diametro pari a 4 mm e sostenuta da pali (saldati alla rete) di tipo IPE 100 con un interasse di 3 m che verranno ancorati al terreno mediante un plinto in cls.

Per non ostacolare gli spostamenti della piccola fauna terrestre e il deflusso delle acque superficiali, tuttavia, è prevista la realizzazione di una luce libera tra il piano campagna e la parte inferiore della rete non inferiore a 7 cm.

Per ogni sottocampo, inoltre, si prevede la realizzazione di cancelli di ingresso mediante la posa di due pilastri in cls armato in grado di sostenere due battenti costituiti da tubolari in acciaio zincato e da una rete metallica in acciaio zincato.

11.2 Canali per la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale

Sono previsti interventi di regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale mediante la realizzazione di canalette longitudinali e trasversali in terra rivestite con geostuoie antierosive inerbite ancorate al terreno. Tali canali, a sezione trapezoidale, avranno sezioni utili comprese tra 40/120x40 e 110/330x110 cm.

Per risolvere le problematiche connesse con le eventuali interferenze tra tali canali di drenaggio con le altre opere previste in progetto (per esempio le strade di progetto) è prevista la posa in opera di scatolari prefabbricati in cls con una sezione utile maggiore o uguale a quella dei canali corrispondenti.

11.3 Realizzazione di fasce perimetrali con specie mellifere

La rinaturalizzazione di una parte delle aree coltivate attraverso la realizzazione di fasce occupate da vegetazione autoctona (c.d. *flowering strips*) e/o siepi e filari arborei è utile tanto in ottica di miglioramento dell'inserimento paesaggistico dell'impianto, quanto per la creazione di nuovi corridoi ecologici o il potenziamento di quelli esistenti, con lo scopo di favorire l'interconnessione di aree naturali tra loro separate o tra le quali gli spostamenti della fauna sono limitati da fattori antropici (recinzioni non permeabili, flusso veicolare lungo la viabilità, ecc.).

Nel presente progetto si prevede di porre a dimora specie selezionate tra quelle autoctone e rilevabili negli ambienti naturali limitrofi. In particolare, è ipotizzabile l'impiego di specie appartenenti ai seguenti ambienti:

- Cespuglieti temperati a latifoglie decidue dei suoli ricchi;
- Querceti mediterranei a cerro;
- Ostrieti a *Carpinus betulus*;
- Ambienti rurali.

Di seguito una possibile lista di specie impiegabili, con indicazione dell'eventuale interesse mellifero.

Lavori di realizzazione di un parco agrovoltaico della potenza di 103 MW con annesso impianto di storage e delle relative opere connesse nel comune di Ariano Irpino (AV)

PD_1_10_CA_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Tabella 4: Specie selezionabili per gli interventi di miglioramento ambientale e paesaggistico (Fonte: ns. elaborazione su dati Bellucci V. et al., 2021)

Portamento	Famiglia	Den. Scientifica	Den. Comune	Int. Mellifero
Arboreo	<i>Aceraceae</i>	<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	**
Arboreo	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus pubescens</i>	Roverella	Int.
Arboreo	<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	Orniello	***
Arbustivo	<i>Buxaceae</i>	<i>Buxus sempervirens</i>	Bosso	**
Arbustivo	<i>Carpifoliaceae</i>	<i>Viburnum tinus</i>	Lentaggine	***
Arbustivo	<i>Cornaceae</i>	<i>Cornus mas</i>	Corniolo	***
Arbustivo	<i>Cornaceae</i>	<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinella	***
Arbustivo	<i>Fabaceae</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Vulneraria	**
Arbustivo	<i>Fabaceae</i>	<i>Coronilla emerus</i>	Cornetta dondolina	**
Arbustivo	<i>Fabaceae</i>	<i>Dorycnium hirsutum</i>	Trifoglio irsuto	**
Arbustivo	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>	Alaterno	***
Arbustivo	<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	**
Arbustivo	<i>Rosaceae</i>	<i>Malus sylvestris</i>	Melo selvatico	**
Arbustivo	<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus mahaleb</i>	Ciliegio canino	Int.
Arbustivo	<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo selvatico	**
Arbustivo	<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa canina</i>	Rosa canina	***
Erbaceo	<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus carota</i>	Carota	***
Erbaceo	<i>Fabaceae</i>	<i>Lathyrus venetus</i>	Cicerchia veneta	Int.
Erbaceo	<i>Fabaceae</i>	<i>Vicia cassubica</i>	Veccia dei cassubi	-
Erbaceo	<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia glutinosa</i>	Salvia vischiosa	-
Erbaceo	<i>Primulaceae</i>	<i>Cyclamen hederifolium</i>	Ciclamino	-
Erbaceo	<i>Primulaceae</i>	<i>Primula vulgaris</i>	Primula	-
Erbaceo	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Anemone apennina</i>	Anemone dell'Appennino	-
Erbaceo	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Anemone hortensis</i>	Anemone stellata	Int.

*** Interesse mellifero elevato; ** Interesse mellifero medio; * Interesse mellifero basso; * Int. Interesse mellifero generico

Tra le specie selezionabili ai fini dell'utilizzo dell'area di impianto come pascolo e non riportate in precedenza, Bellucci V. et al. (2021) indica un interesse mellifero anche per *Trifolium repens* e *Vicia sativa*.