

COMUNE DI CODIGORO

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A 69,10 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 60 MW UBICATO IN LOCALITA' CORTE SERRAGLIONA NEL COMUNE DI CODIGORO (FE)

Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini
Ing. Francesco Piergiovanni



Progetto Linea Elettrica

Geom. Stelio Poli
Ing. Chiara Baldi
Geom. Valentina Cristofori



Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani
Ing. David Negrini

Studio Associato Ne.Ma
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confine 24/a - 48015 Cervia (RA)
RIVA 02653670394

Geologia e Acustica

Dott.ssa Giulia Bastia
Dott. Maurizio Castellari
Dott.ssa Marta Cristiani

**CASTELLARI
AMBIENTE**



Progetto Strutturale

Ing. Gianluca Ruggi



Progetto Architettonico

Arch. Antonio Gasparri
Arch. Andrea Ricci Bitti

Collaboratori

Arch. Isabella Cevolani
Arch. Martina Cortesi
Arch. Agnese Di Tirro
Arch. Beatrice Mari
Arch. Francesco Ricci Bitti
Arch. Valeria Tedaldi
Arch. Cecilia Veneri
Dott. Cristian Griguoli



COMMITTENTE: LS SOLAR SRL

p.IVA 02700970391

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCS767R26H199U

PROGETTISTA: Ingegnere David Negrini

C.F. NGRD72E08H199E

Ingegnere **Roberta Mazzolani**

C.F. MZZRRT81S45C265D

N. ELABORATO

A1

ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA
DESCRITTIVA GENERALE**

SCALA

RIFERIMENTO PRATICA

IMPIANTO FV LEONA SUD

DATA

29/07/2022

REVISIONE

General contractor

PROTESA
A COMPANY OF 

Protesa spa

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail info@protesa.net sito www.protesa.net

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.

In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file CARTIGLIO REV.01.dwg

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. INTRODUZIONE.....	3
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
5. UBICAZIONE IMPIANTO.....	6
7. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	14
8. PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO.....	15
8.1 MODULI FOTOVOLTAICI.....	15
8.2 SOLAR INVERTER.....	18
8.3 STRUTTURE DI FISSAGGIO.....	22
8.4 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE.....	24
9. IMPIANTI AUSILIARI E OPERE CIVILI.....	25
9.1 IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE.....	25
9.2 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PERIMETRALE.....	25
9.3 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA.....	25
9.4 RECINZIONE PERIMETRALE.....	26

1. PREMESSA

L'opera oggetto della presente relazione illustrativa riveste un ruolo di importanza strategica nell'assetto energetico Nazionale in quanto contribuisce, in modo molto significativo, al raggiungimento degli obiettivi energetici proposti dall'Italia e inseriti nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (NECP), come indicato nel documento "National Survey Report of PV Power Application in Italy 2018" redatto a cura del GSE e dell'RSE. A tal proposito, il Paese si è impegnato ufficialmente ad incrementare la quota di energia elettrica consumata e prodotta da fonti rinnovabili (FER), passando di fatto dal 34% nel 2017 al 55% nel 2030.

Il raggiungimento di un tale ottimistico risultato non può, in alcun modo, prescindere dal contributo fornito dalla produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaica) che rappresenta la quota parte più importante di energia "verde" prodotta in Italia. Quanto sopra descritto si traduce, in pratica, in un necessario incremento della capacità fotovoltaica installata che, per perseguire gli obiettivi prefissati, nel 2030 dovrebbe raggiungere i 50 GW complessivi, attualmente si attesta attorno ai 20 GW complessivi.

Molto è stato fatto in passato da parte del Governo per incentivare la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica, e, dopo un breve periodo di stallo durato circa 4/5 anni, oggi sono state profuse nuove forze e nuove idee propedeutiche al conseguimento dei suddetti obiettivi energetici e dare nuovo slancio al mercato Nazionale delle energie rinnovabili. Tuttavia, da analisi effettuate risulterebbe che tutti gli sforzi profusi non sarebbero sufficienti per il raggiungimento degli obiettivi energetici 2030, e quindi sarebbero destinati a rimanere un miraggio senza l'apporto fornito allo scopo dalle grandi centrali fotovoltaiche, ovvero da impianti in utility scale che producono energia rinnovabile in regime di grid parity.

Le stesse considerazioni vanno ovviamente fatte anche in relazione al Piano Energetico Regionale, lo strumento di programmazione strategica con il quale la Regione ha definito gli obiettivi e le modalità per far fronte agli impegni fissati dall'UE attraverso la Roadmap al 2050.

Con il Decreto Ministeriale 15 marzo 2012, cosiddetto Burden Sharing, sono state assegnate alle Regioni le rispettive quote di produzione di energia da fonti rinnovabili elettriche e termiche per concorrere al raggiungimento dell'obiettivo nazionale.

Tra i macro-obiettivi del PER c'è non solo quello di allinearsi alla media nazionale, ma quello di divenire esempio virtuoso per produzione energetica da fonti rinnovabili e nell'innovazione energetica.

In tale contesto le opere oggetto della presente relazione possono essere considerate di importanza fondamentale, quasi strategica, nel panorama energetico Nazionale.

2. INTRODUZIONE

Scopo del presente documento è quello di illustrare i criteri progettuali e le principali caratteristiche tecniche relative alla costruzione di un impianto fotovoltaico associato alla società LS SOLAR SRL con sede in Vicolo Gabbiani 30 Ravenna (RA).

Si prevede di realizzare il parco fotovoltaico alloggiando i moduli su apposite strutture di sostegno che andranno a loro volta infisse nel terreno, senza l'ausilio di elementi in calcestruzzo, sia prefabbricato che in opera. In questo modo si fornisce un adeguato supporto sia a fronte dei carichi propri che accidentali, mantenendo al contempo inalterate le caratteristiche di permeabilità dell'area.

Le strutture di sostegno hanno un orientamento EST-OVEST e ciascuna è composta da 12 moduli fotovoltaici da 545 Wp, in modo da ottimizzare gli spazi, per un totale di 126.792 moduli e una potenza complessiva installata di 69,1 MWp per una produzione di 78,21 GWh annui.

L'impianto sarà alimentato tramite una fornitura elettrica in cavi sotterranei da 132 kV in Alta Tensione e verrà allacciato mediante nuovo stallo AT alla cabina primaria situata in via Cartiera nel comune di Codigoro, secondo le modalità previste dalla soluzione tecnica indicata dal distributore stesso.

La tabella 1 riporta la denominazione e la potenza nominale di picco dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione illustrativa:

DENOMINAZIONE IMPIANTO	LEONA SUD
POTENZA DI PICCO (MWp)	69,10
POTENZA NOMINALE (MW)	60,00

Tabella 1

L'impianto sarà direttamente collegato alla rete pubblica di distribuzione e trasmissione dell'energia elettrica in alta tensione (grid connected) in modalità di cessione pura, ovvero l'energia prodotta dall'impianto non sarà utilizzata in loco ma totalmente immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso.

L'idea alla base del presente sviluppo progettuale è quella di massimizzare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico in rapporto alla superficie utile di terreno disponibile nel pieno rispetto di tutte le norme tecniche di costruzione e di esercizio vigenti. La scelta dell'architettura di impianto e dei materiali da utilizzare per la costruzione tengono conto della moderna tecnologia che è in grado di offrire in termini di materiali e degli standard costruttivi propri della Società proponente.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Dovranno essere rispettate le prescrizioni imposte dalla D.M. 37-2008: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

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

- Legge n.186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- D.Lgs. n.81 del 9/04/2008: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge 791/77: "attuazione della direttiva europea n.73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione"
- D.Lgs. 14/08/96 n°493: "Segnaletica di sicurezza e/ o salute sul luogo del lavoro";
- D.Lgs. 12/11/96 n°615: "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993". D.G.R. 5/1 del 28/01/2016.

In base alla destinazione finale d'uso degli ambienti interessati, dovranno essere rispettate le prescrizioni normative tecniche dettate da:

- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in C.A. e a 1500 V in C.C.";
- CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo da 1 a 45 Kv";
- CEI 17-6: "Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 KV";
- CEI 17-11: "Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori - sezionatori in aria e unità combinate con fusibili per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1.000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1.200 V";
- CEI 17-13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per Bassa Tensione. Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)";
- CEI 17-21: "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione";
- CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare." Si sottolinea come, in conformità a quanto prescritto dalla Normativa CEI 23-51, i quadri di distribuzione con corrente nominale maggiore di 32A (e minore di 125A), sono sottoposti a verifiche analitiche dei limiti di sovratemperatura, secondo le modalità illustrate dalla stessa CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- CEI 20-22: "Prova dei cavi non propaganti l'incendio";
- CEI 20-38: "Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi";

- ISO 3684: "Segnali di sicurezza, colori";
- CEI 81-3: "Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico";
- CEI 81-10/1: "Protezione contro i fulmini" Principi generali CEI 81-10/2: "Protezione contro i fulmini" Valutazione del rischio CEI 81-10/3: "Protezione contro i fulmini" Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone CEI 81-10/4: "Protezione contro i fulmini" Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
- Sono inoltre considerate le raccomandazioni contenute all'interno delle seguenti Guide:
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-25 "Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0. Calcolo delle correnti";
- CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI 64-50 "Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali";
- CEI 64-53: "Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale;
- "CEI 0-16; V4:" Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica".

4. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto in esame è costituito dai seguenti macro elementi:

1. campo fotovoltaico: realizzato con moduli a terra con orientamento est-ovest e ubicato su terreno agricolo di cui il proponente risulta titolare di diritto di superficie condizionato alla autorizzazione dell'impianto. Il campo è delimitato da idonea recinzione e mitigazione dell'impatto visivo e paesaggistico con opere a verde (filari di alberi e siepi);
2. impianti ausiliari al corretto funzionamento del campo quali impianto di illuminazione, impianto TVCC, impianto di terra e impianto dati;
3. cabine di trasformazione BT/MT (30/0,8 kV): situate all'interno dell'area recintata e posizionate sulla viabilità di servizio dell'impianto stesso;
4. trasformazione MT/AT (132/30 kV): posizionata all'interno dell'area recintata è il punto in cui la tensione viene trasformata da Media Tensione ad Alta Tensione;
5. elettrodotto di connessione 132 kV semplice terna in cavi sotterranei unipolari di lunghezza pari a circa 2,5 km realizzato completamente interrato su terreni di cui il proponente acquisirà servitù bonaria;
6. realizzazione di stallo all'interno della cabina primaria di Codigoro.

Nel corso della presente relazione verranno sinteticamente descritti gli interventi di progetto, rimandando alle relazioni allegate per maggiori dettagli relativi ai singoli aspetti progettuali.

5. UBICAZIONE IMPIANTO

Come anticipato, l'impianto fotovoltaico in progetto, sarà realizzato interamente nel territorio del comune di Codigoro, provincia di Ferrara, su terreni regolarmente censiti al catasto come da piano particellare di seguito riportato (tabella 2). Il design di impianto ha tenuto conto delle superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico, come di seguito riportato.



Figura 1: Layout di progetto su base catastale

L'area oggetto di studio è ubicata in un'area periferica ad ovest della città di Codigoro ed è delimitata a Nord, Est ed Ovest da aree agricole e a Sud dalla strada provinciale 16a.

Rispetto all'agglomerato urbano della città di Codigoro, l'area di impianto è ubicata in un'area individuata nella zona periferica ad Ovest dell'abitato della cittadina ad una distanza media di circa 4,5 km in linea d'aria dal suo centro.

L'area oggetto di intervento si presenta, allo stato attuale, utilizzata per la produzione agricola con prevalenza di coltivazioni estensive, non arboree.

DENOMINAZIONE IMPIANTO	LEONA SUD
LATITUDINE	44°51'47" N
LONGITUDINE	12°04'12" E
FOGLIO CATASTALE	50, 51
PARTICELLE FOGLIO 50	31, 9 (in parte)
PARTICELLE FOGLIO 51	99, 3, 96 (in parte); 18,19, 36 (intero)

Tabella 2



Figura 2: Definizione del progetto su base catastale

Nell'immagine satellitare di cui sopra, l'area occupata dall'impianto fotovoltaico è evidenziata in rosso. Per quanto riguarda l'elettrodotto, ovvero la linea elettrica in cavo alla tensione nominale di esercizio di 132 kV (AT) che collega l'impianto alla RTN tramite realizzazione di un nuovo stallo in aria linea AT in Cabina Primaria si specifica che il percorso dello stesso transita per la gran parte in parallelo al Canale Bella, in area privata di cui il proponente sta acquisendo servitù bonaria per il passaggio dello stesso. Nell'immagine che segue si riporta, su catastale, l'elettrodotto di progetto. Si rimanda comunque agli elaborati grafici allegati per i dettagli in merito.



Figura 3: Elettrodotto su base catastale

Le proprietà interessate dalla realizzazione dell'elettrodotto sono riportate nella tabella che segue:

Elettrodotto 132 kV "C.P. Codigoro - Leona Sud" vers 4						ELENCO DITTE			
n°	Ditta	Cod Fisc /P. IVA	foglio	mapp	sub	Classamento	Percorrenza	Percorrenza Complessiva	NOTE
10	E-DISTRIBUZIONE S.P.A. con sede in ROMA (RM)	05779711000	78	48		Ente Urbano	20	20	
20	COMUNE DI CODIGORO con sede in CODIGORO (FE)	00339040388	81	19		Pascolo	320	370	
			79	36		Incolto Sterile	50		
30	AGRICOLA DANTE SOCIETA' AGRICOLA S.R.L. con sede in CONSELICE (RA)	00175560390	78	21		Seminativo	55	57	
			78	34		Seminativo	2		
50	SOCIETA' AGRICOLA SANTAMARIA S.R.L. con sede in CESENA (FC)	01603010404	79	29	1	Ente Urbano	30	30	
60	AGRICOLA LAMBERTA S.A.S. DI AMADORI DENIS & C. con sede in CESENA (FC)	00967850389	79	32		Seminativo Irriguo	35	550	Buca Giunti
			79	35		Seminativo Irriguo	405		
			79	22		Seminativo Irriguo	110		
110	SOCIETA' AGRICOLA FIORIN DI LIONELLO & C. S.S. con sede in LUGO (RA)	01188980393	80	110		Seminativo	20	100	
			80	151		Seminativo	80		
130	DEMANIO DELLO STATO OPERE DI BONIFICA	80193210582	80	111		Seminativo	0	80	
			80	133		Seminativo	4		
			80	113		Seminativo	9		
			80	112		Seminativo	21		
			80	91		Prato	4		
			66	68		Prato	5		
			66	71		Seminativo	3		
			66	69		Prato	0		
			66	85		Seminativo	5		
			66	57		Seminativo	8		
			66	56		Pascolo	5		
			66	87			2		
			66	1			5		
51	40		Incolto Sterile	9					
210	Peretti Cinzia nata a Codigoro (FE) il 03/06/1964	PRTCZ64M43C814E	66	88		Seminativo Irriguo	191	273	Buca Giunti
			66	102		Seminativo Irriguo	82		
230	Peretti Oriana nata a Codigoro (FE) il 27/08/1954	PRTRNN54M67C814R	66	101			145	590	Buca Giunti
			66	78		Seminativo	184		
			66	82		Seminativo	261		
270	Marchi Tiziana nata a Codigoro (FE) il 18/04/19 e Marchi Tiziano nato a Codigoro (FE) il 20/08/1959	MRCTZN65D59C814X MRCTZN59M20C814N	66	84		Seminativo	7	264	
			66	15		Seminativo Irriguo	257		
300	IMMOBILIARE FIORITA S.R.L. con sede in FERRARA (FE)	00269710281	51	5		Seminativo	20	311	
			51	133			140		
			51	37		Seminativo	115		
			51	88		Seminativo Irriguo	6		
			51	36		Seminativo Irriguo	30		

Nel punto di consegna della linea elettrica è prevista la realizzazione di un'area, di dimensioni pari a 55x50 metri, costituita da una stazione di Alta Tensione 132/30 kV con un trasformatore da 80 MVA e da un locale tecnico Stazione Alta Tensione contenente il quadro di media tensione di smistamento. La rete di media tensione a 30kV sarà distribuita con modalità radiale in partenza dal quadro di smistamento ubicato nel locale tecnico della Stazione di Alta Tensione.

La configurazione dell'impianto fotovoltaico prevede l'installazione di n. 13 cabine elettriche di trasformazione 30/0.8kV, ciascuna composta da n.2 trasformatori da 2500 kVA.

6. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO: CARATTERISTICHE SALIENTI

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato a terra e si estenderà su una superficie di terreno a destinazione prettamente agricola insistente nel territorio del comune di Codigoro (FE). Nella tabella 3 si riportano le caratteristiche principali per ciascun impianto:

DENOMINAZIONE IMPIANTO	LEONA SUD
SUPERFICIE RECINTATA (ha)	43,8 ha
POTENZA NOMINALE (MW)	60,00
POTENZA DI PICCO (MWp)	69,1
MODULI INSTALLATI	126.792
TOTALE INVERTER	254

Tabella 3

Il sistema realizzato composto da moduli, ancoraggi e struttura di sostegno, avrà prestazioni meccaniche idonee a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente.

I moduli fotovoltaici utilizzati avranno potenza pari a 545 W, verranno montati su dei supporti con inclinazione di 10° e avranno tutti la medesima esposizione; gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

I pannelli scelti per la realizzazione dell'impianto oggetto della presente relazione sono di tipo bifacciale, avranno dimensioni pari a 2256 H x 1133 L x 35 P mm e sono composti da 144 celle in silicio monocristallino. L'impianto è composto da 126.792 moduli aggregati in 10.566 vele da 12 elementi ciascuna e alloggiati, su supporti costituiti da strutture metalliche di peso proprio ridotto, a loro volta connesse al terreno mediante pali infissi o viti a trivella.

Si prevede di utilizzare moduli in silicio monocristallino ad alta efficienza di caratteristiche tecnologiche tali da soddisfare interamente i requisiti previsti dalle norme tecniche del Decreto Ministeriale sul fotovoltaico del 05 luglio 2012 (D.M. 05/07/2012), del Decreto Ministeriale sul fotovoltaico del 19 febbraio 2007 (D.M. 19/02/2007) e s.m.i., delle Delibere Attuative della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (A.E.E.G.) n° 98/08, n° 179/08, n° 84/2012 e s.m.i. che si intendono qui integralmente trascritte.

Ogni modulo, di peso 32,3 kg circa, presenta una cornice in alluminio anodizzato dotata di più fori per consentire il fissaggio alla carpenteria di sostegno e il passaggio dei cavi. Inoltre, la vetratura anteriore, in vetro temperato, è caratterizzata da elevata resistenza soprattutto alle azioni flessionali, e alla grandine (Norma CEI/EN 61215) ed è altamente trasparente, mentre quella posteriore è rinforzata per conferire al sistema modulo-cornice una sufficiente rigidità e resistenza alle azioni di vento e neve.

Le altre caratteristiche del modulo sono:

- Alte prestazioni con efficienza del modulo pari 21,3%.
- Telaio in lega di alluminio anodizzato ad alta resistenza, con angoli robusti.
- Celle incapsulate in EVA (etilvinilacetato) di elevata qualità.
- Fori di drenaggio per una migliore evacuazione dell'acqua condensata con parti d'angolo robuste e protette.
- Rivestimento posteriore impermeabilizzante ad alta prestazione.
- Scatola di giunzione IP68 certificata TUV con connettori MC4 e 3 diodi di by-pass ad alto rendimento; garantisce il funzionamento del modulo anche in caso di ombreggiamenti localizzati.

I dati elettrici in condizioni standard dei moduli sono i seguenti:

Tolleranza di potenza (%)	0 ~ + 5W
Tensione di massima potenza (V)	41,80
Corrente di massima potenza (A)	13,04
Tensione a circuito aperto (V)	49,65
Corrente di corto circuito (A)	13,92

Per la conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata fruibile dal sistema di distribuzione e trasmissione nazionale, saranno utilizzate delle stazioni di trasformazione composte dalla combinazione di inverter da 800 V_{ac} , trasformatore MT/BT 30/0,8 kV, quadri elettrici oltre agli apparati di gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati.

Il design di impianto prevede l'utilizzo di inverter di stringa, ovvero unità statiche di conversione della corrente DC/AC caratterizzate da potenze nominali molto elevate e dotate di multi-MPPT (inseguimento della massima potenza), nello specifico caso in esame gli MPPT per ciascuna unità inverter saranno dodici, visto che ogni singola macchina sono in realtà dodici di potenza pari ad 1/12 di quella nominale. Come evidenziato, ogni inverter è collocato in campo in una struttura di supporto dedicata. Pertanto, ciascun inverter è poi collegato ad un quadro di sezionamento, che a sua volta è connesso ad un quadro AC all'interno della cabina di trasformazione più vicina all'apparato. Al suo interno oltre al quadro in corrente alternata che raccoglie tutti gli inverter sarà presente un trasformatore MT/BT da 30/0,8 kV, necessario ad elevare la tensione da 800 V a quella di rete (30000 V).

Le cabine di trasformazione avranno una struttura a pannelli, ovvero moduli componibili in loco, di dimensioni (12,5 L x 3,2 H) metri; saranno posizionate in tre corridoi centrali, di larghezza pari a circa 15 metri, al fine di ottimizzare le lunghezze dei cavi in bassa tensione (BT). Lo spazio all'interno del manufatto sarà organizzato in modo tale da avere un'area per il sezionamento e la protezione delle apparecchiature MT ed il contenimento di un trasformatore da 20 kVA dedicato all'alimentazione di tutti i servizi a corredo dell'impianto fotovoltaico. All'interno delle cabine sono previsti due box dedicati all'inserimento di due trasformatori da 2500 kVA di altezza pari a 2400 mm e uno spazio destinato all'installazione del quadro BT di potenza a cui afferiscono le linee dell'impianto fotovoltaico.

All'interno del campo è prevista anche l'installazione di una stazione di alta tensione 132/30 kV e un locale tecnico, di dimensioni pari a 20,0 x 4,0 metri contenente il quadro di media tensione di smistamento, un'area in cui convergono le linee BT, il wc a servizio degli operatori specializzati nell' Alta Tensione e un locale misure. Nel locale tecnico saranno collocati sia i principali apparati ausiliari che consentono la corretta gestione ed esercizio dell'impianto come quelli per la trasmissione dati, per il sistema antintrusione e la videosorveglianza, sia tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

Il quadro di media tensione è l'apparato dove saranno attestate tutte le linee MT provenienti dalle cabine di trasformazione in campo e rappresenta il punto di interfaccia con la rete di MT.

Il campo fotovoltaico prevede la realizzazione di un sistema di viabilità interna e/o perimetrale che possa consentire in modo agevole il raggiungimento di tutti i componenti in campo, sia per garantire la sicurezza dell'opera, che per la corretta gestione nelle operazioni di manutenzione.

La viabilità perimetrale e centrale interna all'impianto sarà in stabilizzato a +0,50 cm rispetto al piano campagna attuale in modo tale da poter garantire una maggior sicurezza idraulica dei macchinari presenti all'interno delle cabine, sia per poter garantire il rispetto del principio dell'invarianza idraulica. L'impianto sarà protetto contro gli accessi indesiderati mediante l'installazione di una recinzione perimetrale e di un sistema di illuminazione e videosorveglianza. L'accesso carrabile sarà costituito da un cancello a due ante realizzato in maglia elettrosaldata zincata, larghezza 5 metri e montato su pilastri in ferro zincato con interasse da 2 metri, infissi nel terreno ad una certa profondità.

La recinzione perimetrale sarà realizzata in rete metallica, elettrosaldata e plasticata, verde a maglia sciolta alta 1,80 metri, collegata a pilastri in ferro zincato alti 2 metri infissi direttamente nel suolo per una profondità di 100 cm. La rete non sarà realizzata a totale chiusura del perimetro, rispetto al piano campagna, infatti, sarà lasciato un passaggio di altezza 20 cm che consenta il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia.

La viabilità perimetrale e centrale interna all'impianto sarà realizzata con del misto di cava fine e medio e avranno una larghezza rispettivamente pari a 8 e 15 metri.

Il sistema di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione dei componenti in campo su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in calcestruzzo armato lungo tutto il perimetro e nella strada interna (dove sono posizionate le cabine e gli inverter). I pali avranno un'altezza massima di 3,0 metri, saranno dislocati ogni 40 metri lungo la recinzione perimetrale e su di essi saranno montati i corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza. I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati lungo tutto il perimetro e nei tratti interni all'area in cui è prevista la sistemazione delle cabine di trasformazione. Nell'esercizio ordinario degli impianti non sono previsti consumi di energia, eccezion fatta per il sistema di illuminazione e videosorveglianza che avrà una sua linea di alimentazione elettrica tradizionale: è prevista l'installazione di un trasformatore di 20 kVA per il funzionamento di tutti i sistemi ausiliari.

L'energia prodotta dal generatore fotovoltaico sarà disponibile al confine fisico dell'impianto ad una tensione nominale di 132 kV messa a disposizione dal distributore di rete e- Distribuzione S.P.A.

Sia le linee di bassa tensione in corrente continua e in corrente alternata, sia le linee di media tensione andranno nell'area di pertinenza all'impianto. Tutti i cavi saranno posati in polifora all'interno di scavi con l'ausilio di cavidotti o protezioni meccaniche. In tal caso la profondità di posa dei cavi sarà di 80 cm sia per i cavi di bassa tensione che per quelli di media tensione; tutti saranno opportunamente segnalati mediante la posa di nastro ad una distanza di circa 30 cm verso il piano campagna.

I collegamenti, esterni all'area di impianto, saranno realizzati per quanto possibile a lato della viabilità comunale e rurale esistente; i cavi saranno in parte interrati in trincea, mentre in corrispondenza del Canale Bella e della Condotta Reale verrà realizzata una T.O.C (trivellazione orizzontale controllata, definita anche teleguidata), come indicato nel Progetto Definitivo dell'impianto di produzione alla rete di e-distribuzione.

L'esercizio ordinario dell'impianto fotovoltaico non richiede ausilio o presenza di personale addetto, tranne per le eventuali operazioni di riparazione in caso di guasto o per le operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie. Con cadenza saltuaria sarà necessario provvedere alla pulizia dell'impianto, che si divide in due operazioni: lavaggio dei pannelli fotovoltaici per rimuovere lo sporco naturalmente accumulatosi sulle superfici captanti (trasporto eolico e meteorico) e preparazione del terreno sottostante i pannelli. La frequenza delle suddette operazioni avrà indicativamente carattere stagionale, salvo casi particolari individuati durante la gestione dell'impianto. Le operazioni di lavaggio dei pannelli saranno effettuate con un trattore di piccole dimensioni equipaggiato con una lancia in pressione e una cisterna di acqua demineralizzata. Il trattore passerà sulla viabilità di impianto e laverà i pannelli alla bisogna. L'azione combinata di acqua demineralizzata e pressione assicura una pulizia ottimale delle superfici captanti evitando sprechi di acqua potabile e il ricorso a detersivi e sgrassanti.

Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione di natura elettrica saranno effettuate da ditte specializzate, con proprio personale e mezzi, con cadenze programmate o su chiamata del gestore dell'impianto.

7. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

In riferimento alla tecnologia fotovoltaica attualmente disponibile sul mercato per impianti utility scale, per il presente progetto sono state implementate le migliori soluzioni di sistema che consentono al contempo di massimizzare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e minimizzare l'occupazione di suolo e l'utilizzo di risorse naturali.

L'evoluzione tecnologica consente di raggiungere, mediante l'installazione di un numero di moduli relativamente ridotto, potenze di picco molto rilevanti, come indicato in tabella 3.

In tabella 4 sono riportate le caratteristiche di dimensionamento dell'impianto. Le stringhe fotovoltaiche saranno collegate direttamente ai rispettivi ingressi del relativo inverter. Ciascun inverter e quadro di sezionamento saranno collocati in campo esattamente sotto la struttura di sostegno delle vele di pannelli e fissati ad un sostegno metallico appositamente realizzato e infisso nel terreno.

La trasformazione sarà pertanto composta da tredici cabine di trasformazione MT/BT, un quadro AC e dagli apparati ausiliari necessari al funzionamento ordinario dell'intero sistema. Ogni cabina di trasformazione gestirà un sottocampo, in totale sono previsti quattro sottocampi così suddivisi:

- Gruppo di conversione da 25 inverter da 225 kW, composto da 19 stringhe;
- Gruppo di conversione da 181 inverter da 225 kW, composto da 20 stringhe;
- Gruppo di conversione da 18 inverter da 225 kW, composto da 21 stringhe;
- Gruppo di conversione da 30 inverter da 320 kW, composto da 24 stringhe.

Il sistema fotovoltaico sarà progettato e realizzato in modo tale che tutti i componenti abbiano una tensione limite di esercizio in corrente continua di 1.500 V, valore questo che andrà a definire la stringatura in funzione dei parametri tecnici dei moduli scelti.

DENOMINAZIONE IMPIANTO	LEONA SUD
NUMERO DI MODULI	126.792
CABINE DI TRASFORMAZIONE	13
NUMERO TOTALE INVERTER	254
POTENZA NOMINALE INVERTER IN CA (kVA)	225, 320
TOTALE POTENZA AC IMPIANTO (kVA)	60.000

Tabella 4

8. PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO

I generatori fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, connessi alla rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia solare viene convertita in corrente elettrica continua per alimentare il carico-utente e/o immessa in rete, con la quale lavora in regime di interscambio.

Gli impianti fotovoltaici sono composti dal generatore fotovoltaico, che è la parte in corrente continua (c.c.) dell'impianto, comprensivo di inverter in grado di convertire la tensione da c.c. a corrente alternata (c.a). I moduli sono in grado di convertire l'energia derivante dalla luce solare in un generatore elettrico attraverso una giunzione P-N (semiconduttore). Una volta convertita la tensione, essa viene trasferita al valore di rete (30000 V) attraverso i trasformatori.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, inverter, trasformatore fino al sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, permette di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa al carico utilizzatore.

Nel seguito del paragrafo si descriveranno le tecniche e le tecnologie scelte per l'impianto LEONA SUD con indicazioni delle prestazioni relative, nonché sulle soluzioni progettuali e operative adottate per minimizzare le emissioni e il consumo di risorse naturali.

8.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Lo stato dell'arte sulle tecnologie disponibili per il settore fotovoltaico prevede l'utilizzo, per i grandi impianti utility scale, di moduli fotovoltaici le cui celle sono realizzate prettamente in silicio cristallino sia nella versione monocristallino che policristallino. Tutte le altre tecnologie si sono dimostrate o troppo costose o poco efficienti. Le prestazioni raggiunte dai moduli fotovoltaici in silicio cristallino attualmente disponibili sul mercato, in termini di efficienza e di comportamento in funzione della temperatura, sono notevolmente migliori rispetto a quelle disponibili anche solo un paio di anni fa. Attualmente il grado di efficienza di conversione si attesta attorno al 18% per i moduli in silicio policristallino e ben oltre il 22% per quelli in silicio monocristallino sia tradizionali che con tecnologia PERC (Passivated Emitter and Rear Cell). Questo risultato tecnologico ha consentito ai moduli fotovoltaici di raggiungere potenze nominali maggiori a parità di superficie del modulo.


Per il presente progetto la scelta dei moduli è ricaduta sulla tecnologia in silicio monocristallino del tipo bifacciale con moduli di potenza pari a 545W e dimensioni (2256 x 1133 x 35 mm), il modulo individuato è LONGI SOLAR HI-MO 5 per il quale si evidenzia un massimo di efficienza di 21,3%.


Basato su un wafer di silicio di 182 mm di grandi dimensioni e su una cella PERC monocristallina, il modulo LONGI è dotato di diverse caratteristiche di progettazione innovative che consentono un'uscita di potenza superiore a 520W. L'eccellente coefficiente di temperatura e le prestazioni di bassa irradiazione si traducono in una maggiore potenza. Inoltre, la corrente di lavoro è di circa 13 A, che si adatta perfettamente agli inverter di stringa tradizionali e la modalità bifacciale aumenta la resa energetica complessiva.

Hi-MO 5

LR5-72HBD 520~545M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Globally validated bifacial energy yield
- High module quality ensures long-term reliability

 12-year Warranty for Materials and Processing

 30-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

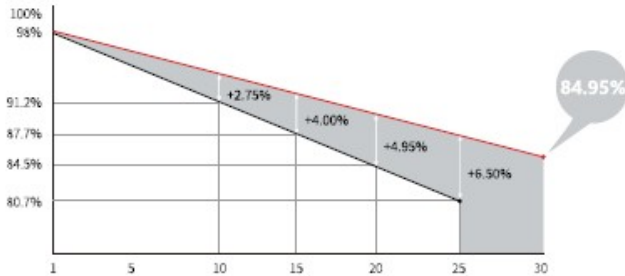
IEC 61215, IEC 61730, UL 61730
ISO 9001:2008: ISO Quality Management System
ISO 14001:2004: ISO Environment Management System
TS62941: Guideline for module design qualification and type approval
OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

LONGI



Additional Value

30-Year Power Warranty



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , positive 400 / negative 200mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	32.3kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC

Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C

Test uncertainty for P_{max}: ±3%

	520	525	530	535	540	545
Power Class	520	525	530	535	540	545
Maximum Power (P _{max} /W)	520	525	530	535	540	545
Open Circuit Voltage (V _{oc} /V)	48.90	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65
Short Circuit Current (I _{sc} /A)	13.57	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92
Voltage at Maximum Power (V _{mpp} /V)	41.05	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80
Current at Maximum Power (I _{mp} /A)	12.67	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04
Module Efficiency(%)	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3

Operating Parameters

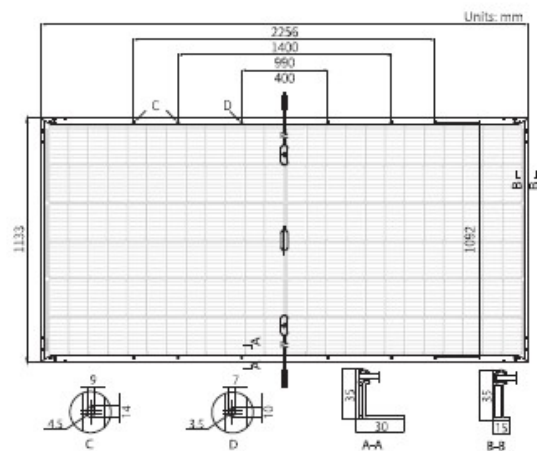
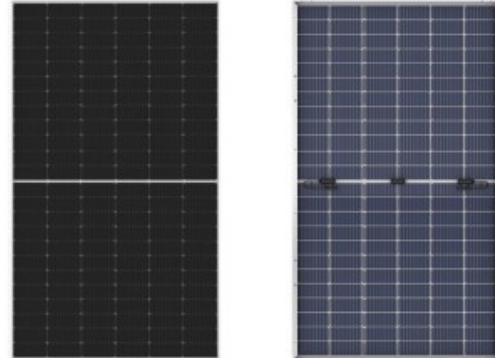
Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
V _{oc} and I _{sc} Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 29
Bifaciality	70±5%

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of I _{sc}	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.284%/°C
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.350%/°C



L'efficienza di un modulo fotovoltaico, e più in generale le sue prestazioni complessive, subiscono un degrado costante e lineare nel tempo a causa di fenomeni di degradazione sia meccanica che elettrica, su scala sia macroscopica che microscopica (degradazione delle giunzioni, deriva elettronica, degradazione della struttura cristallina del silicio, etc.). Di fatto, la vita utile di un modulo fotovoltaico si attesta tra i 25 e i 30 anni, oltre i quali si impone una sostituzione del modulo per via della bassa efficienza raggiunta, dopodiché sarà necessaria una sostituzione dell'intero generatore per ripristinarne le prestazioni.

8.2 SOLAR INVERTER

L'inverter (convertitore statico) è il cuore di un sistema fotovoltaico ed è l'apparato al quale è demandata la funzione di conversione della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico in corrente alternata.



L'inverter di stringa scelto sarà ubicato sotto la fila di tracker e fissato ad un supporto dedicato. L'inverter ha grado di protezione tale da poter essere installato all'aperto, utilizzando un sistema di raffreddamento ad aria "smart air cooling" in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti elettronici. Le unità previste sono tutte uguali ed hanno una potenza nominale alle condizioni di test standard di 225 kVA ($\cos \varphi = 1$) e con 12 MPPT per ciascuna unità. In tabella 5 si riporta il numero e la taglia degli inverter utilizzati per l'impianto in oggetto.

DENOMINAZIONE IMPIANTO	LEONA SUD
N. INVERTER PREVISTI	224 da 225 kW 30 da 320 kW
DIMENSIONI (mm)	1051x660x363 per INV. da 225kW 1136x870x361 per INV. da 320 kW

Tabella 5

Come più volte indicato, si provvederà all'installazione in campo di 13 stazioni di trasformazione di cui dodici aventi una potenza nominale di 2345 kW, mentre la tredicesima cabina avrà una potenza nominale ripartita in 1820 kW e 1920 kW.

L'MPPT, ovvero Maximum Power Point Tracker, rappresenta un sistema elettronico in grado di far lavorare l'inverter al pieno delle sue possibilità in funzione delle condizioni al contorno presenti (irraggiamento, temperatura, etc.); in particolare sposta il punto di lavoro della macchina sulla curva tensione/corrente in modo da avere sempre le migliori prestazioni possibili.

Come anticipato ogni unità di conversione statica sarà posizionata direttamente in campo e sarà collocata a ridosso delle strutture di sostegno, fissati sui montanti piantati nel terreno. Ad oggi gli inverter previsti per il progetto sono di marca SUNGROW SG250HX e SUNGROW SG350HX; essi sono in grado di supportare gli impianti di nuova generazione operanti a tensioni limiti in corrente continua pari a 1.500 V e in corrente alternata ad 800 V in modo da convertire le sezioni di cavo in BT.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche degli inverter previsti nel progetto.

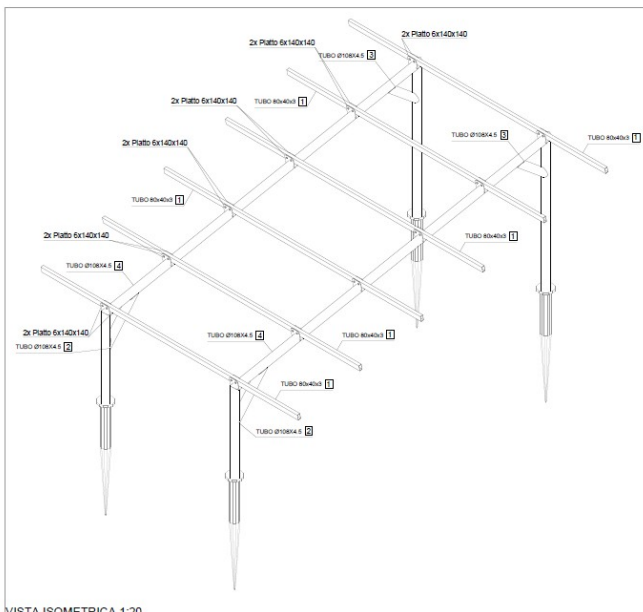
Designazione	SG250HX - V113
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 500 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	500 V - 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V - 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	30 A * 12
Corrente di cortocircuito max.	50 A * 12
Uscita (CA)	
Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C/200 kVA @50°C
Potenza CA nominale in uscita	225kW
Corrente CA max. in uscita	180,5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 - 880V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 - 55 Hz, 60 Hz / 55 - 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo - 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
Efficienza	
Efficienza max.	99.0 %
Efficienza europea	98.8 %
Protezione	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC	Si
Sezionatore CA	No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Si
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
Dati Generali	
Dimensioni (L x A x P)	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66
Consumo energetico notturno	< 2 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	da -30 a 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 - 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+App
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , opzionale 10 mm ²)
Tipo di collegamento CA	Terminali OT (Max. 300 mm ²)
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N, 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna, LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva oltre a controllo velocità rampa di potenza

Designazione	SG350HX
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 550 V
Tensione nominale in ingresso	1080 V
Intervallo tensione MPP	500 V – 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V – 1300 V
N. di MPPT	12 (Opzionale: 14/16)
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	12 * 40 A (Opzionale: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Corrente di cortocircuito max.	60 A
Uscita (CA)	
Potenza CA massima in uscita alla rete	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C / 295 kVA @ 50 °C
Potenza CA nominale in uscita	320 kW
Corrente CA max. in uscita	254 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	640 – 920 V
Frequenza di rete nominale / Intervallo f frequenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % I _n
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo – 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
Efficienza	
Efficienza max. / Efficienza europea / Efficienza CEC	99.01 % / 98.8 % / 98.5 %
Protezione	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC / Sezionatore CA	Si / No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna (Q at night)	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Opzionale
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
Dati Generali	
Dimensioni (L x A x P)	1136*870*361 mm
Peso	≤ 116 kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66 (NEMA 4X)
Consumo energetico notturno	< 6 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	-30 to 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 – 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , opzionale 10 mm ²)
Tipo di collegamento CA	Supporto terminali OT / DT (Max. 400 mm ²)
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna (Q at night), LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva, velocità rampa di potenza, Q-U e P-f

Nel suo punto più basso, il modulo si trova ad una quota di circa 1,70 mt dal terreno.

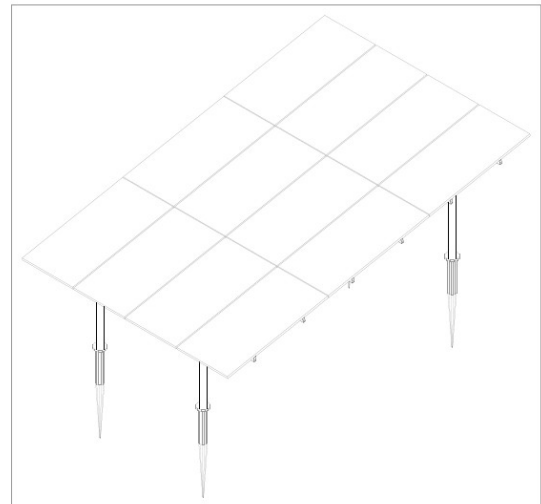
Una simile altezza è sufficiente a mantenere il modulo ben distante dal suolo, evitando spiacevoli interferenze nel caso di forti precipitazioni e consentendo sempre una ottimale ventilazione dell'intradosso dello stesso modulo, attraverso gli ampi spazi che si creano tra il terreno e la leggera struttura di sostegno, oltre a consentire il passaggio di persone.

I profili ad omega sono fissati alle strutture dei moduli tramite dei nodi metallici, opportunamente studiati per sopportare le sollecitazioni indotte dalla struttura, dai carichi di vento e neve e contemporaneamente raggiungere gli angoli di tilt progettuali. I profili sorreggono poi i traversi principali costruiti in lamiera zincata, che coprono tutta la lunghezza dei pannelli da sostenere; di seguito una rappresentazione grafica dei relativi profili.



VISTA ISOMETRICA 1:20

Q.tà	Nome	Lungh.	Trattamento
24	Bullone UNI 5739 M12x70	70	Zincato



Numero disegnato	Q.tà	Nome	Materiale	Lunghezza (mm)	Trattamento	Area (cm²)	Perimetro (mm)	Superficie (cm²)	Superficie totale (m²)
1	2	TUBO Ø108x4,5	SP24	450	Zincato	31,7	11,7	3,7	0,8
1	2	TUBO Ø64x3,5	SP24	450	Zincato	13,8	11,7	2,4	0,6
1	2	TUBO Ø108x4,5	SP24	500	Zincato	31,7	12,2	3,9	0,9
1	2	TUBO Ø64x3,5	SP24	500	Zincato	13,8	12,2	2,7	0,7
Totale						91,0	47,8	12,7	3,0
M.T.		24	BULLONE	70					
M.T.		24	BULLONE	70					

Copie di serraggio per bulloni di 8.8
Rif. D.M. 17/01/2018 - Tab. 4.2.XVI

Classe	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
M10	80	110	140	170	200	230	260	290	320	350
M12	100	130	160	190	220	250	280	310	340	370
M14	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
M16	140	170	200	230	260	290	320	350	380	410
M18	160	190	220	250	280	310	340	370	400	430
M20	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
M22	200	230	260	290	320	350	380	410	440	470
M24	220	250	280	310	340	370	400	430	460	490
M27	250	280	310	340	370	400	430	460	490	520
M30	280	310	340	370	400	430	460	490	520	550

8.4 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE

Come anticipato, all'interno del campo fotovoltaico saranno installate n. 13 cabine di dimensioni 12500 L x 3200 H mm, ospitanti tutti gli apparati di gestione dell'energia proveniente del generatore fotovoltaico. Ciascuna cabina di trasformazione va a definire un sottocampo. Di seguito si riportano i principali componenti:

1. N° 2 trasformatori Green in resina potenza pari a 2500VA per elevare la tensione da 800 V a 30000 V, valore di tensione della rete di distribuzione.
2. Quadro di bassa tensione, che prevede la presenza della protezione di bassa tensione in particolare delle linee provenienti dal sottocampo di riferimento, ovvero degli inverter.



9. IMPIANTI AUSILIARI E OPERE CIVILI

L'impianto fotovoltaico in progetto si completa con alcune opere "accessorie" ma fondamentali per il corretto esercizio e manutenzione dello stesso.

9.1 IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE

Si provvederà alla posa diretta interrata di una corda di rame nudo della sezione minima pari a 95 mmq che andrà a collegare tutte le masse e masse estranee presenti in campo. Vista la vastità del campo, si provvederà altresì a realizzare tramite il medesimo collegamento un sistema equipotenziale in grado di evitare l'introduzione nel sistema di potenziali pericolosi sia per gli apparati che per il personale.

Al sistema di messa a terra saranno anche collegati tutti gli apparati esistenti come quelli del sistema di supervisione (SCADA), dell'illuminazione perimetrale etc., mentre non saranno ad esso collegati i componenti di classe II e le masse estranee aventi valori di resistenza verso terra maggiori dei limiti imposti da normativa tecnica.

9.2 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PERIMETRALE

L'impianto fotovoltaico sarà corredato di un sistema di illuminazione realizzato con corpi illuminanti a led installati su pali di altezza fuori terra pari a 3 metri, sia lungo il perimetro sia nel corridoio centrale dell'area, dove saranno posizionate le cabine e gli inverter. L'accensione sarà comandata, tramite contattore, dal sistema antintrusione, in particolare la centrale invierà un segnale attraverso il quale si accenderanno le luci perimetrali. L'accensione sarà inibita durante il giorno mediante l'installazione di un dispositivo crepuscolare e sarà settorializzata in funzione della tipologia di allarme registrato dalla centrale antintrusione. I pali di illuminazione saranno installati ad una distanza tale da garantire un adeguato livello di illuminamento del campo, indicativamente la distanza tra un palo e l'altro può essere stimata in circa 40 metri, non è richiesta particolare uniformità nell'illuminazione delle zone di interesse. Su ciascun palo di illuminazione si provvederà all'installazione di un corpo illuminante a LED di potenza 50W che sviluppa un flusso luminoso pari a 5500 lm con grado di protezione IP65 adeguato alla posa all'aperto.

9.3 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Il sistema di sicurezza sarà realizzato sia perimetralmente al campo dove saranno posizionate in modo strategico le telecamere al fine di garantire una corretta copertura di tutto il perimetro, sia nel corridoio centrale al fine di soddisfare anche la copertura delle cabine e inverter. Gli apparati di registrazione e gestione come NVR e switch saranno collocati all'interno della cabina di trasformazione e tutti gli elementi in campo saranno collegati mediante fibra ottica multimodale.

Oltre al perimetro si prevede di installare anche telecamere tipo bullet in corrispondenza delle stazioni di trasformazioni e dell'accesso al campo. Tutte le telecamere saranno dotate di sensore di movimento in modo che si eviti un elevato flusso di segnale da gestire dalla centrale.

9.4 RECINZIONE PERIMETRALE

Opera propedeutica alla costruzione di ciascun impianto è la realizzazione di una recinzione perimetrale a protezione del generatore fotovoltaico e degli apparati dell'impianto. Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà con la sola infissione di pali nel terreno. Le opere di recinzione e mitigazione a verde saranno particolarmente curate. La recinzione verrà arretrata rispetto al confine del lotto, e in questa striscia verrà realizzata una fascia di schermatura, differente a seconda dei tratti, così come riportato nelle tavole allegate (opere di mitigazione).

In questo modo si potrà perseguire l'obiettivo di costituire una barriera visiva per un miglior inserimento paesaggistico dell'impianto. Come sostegni alla recinzione verranno utilizzati pali in ferro zincato internamente ed eternamente e con rivestimento in poliestere e speciale cappuccio in PVC. I pali, alti 2 m, verranno conficcati nel terreno per una profondità pari a 100 cm. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi. La rete metallica sarà elettrosaldata e plasticata, verde a maglia sciolta. I fili verticali e orizzontali della rete elettrosaldata, entrambi lineari, saranno in ferro zincato.

Il tipo di recinzione sopra descritto è rappresentato, a titolo indicativo, nella foto seguente:



Esempio di recinzione perimetrale