



**CHIRON ENERGY SPV 38 S.r.l.**

Chiron Energy SPV 38 S.r.l.  
Via Bigli, 2 20121 Milano  
P.IVA e C.F. 12974590965  
REA MI - 2696363

VIA BIGLI N. 2 - MILANO  
C.F. e P.IVA 12974590965

Regione Emilia - Romagna

Comune di Forlì

Provincia di Forlì-Cesena

**PROGETTO DEFINITIVO**

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica  
**"FORLÌ' 1" - "FORLÌ' 2"**

Via Rossellino, snc

Oggetto:

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI**

Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

**RT.04**

Società di Ingegneria:



**Solux** s.r.l.

Via del Molino 28, 60035 Jesi (AN)  
Tel: 0731 20 50 54 - Email: info@soluxengineering.it  
C.F. e P.IVA 02851330429 | Num. REA: AN - 263477  
[WWW.SOLUXENGINEERING.IT](http://WWW.SOLUXENGINEERING.IT)

Progettista:



Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy

Cod. File:		Scala:	Formato:	Codice:	Rev.:
325S23_PD_RT.04_00.00		-	-	<b>PD</b>	<b>00</b>
Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	03/2025	Prima emissione	Dott. Niccolò Mandolini	Dott. Niccolò Mandolini	Ing. Gabriele Nitrati
1	-				
2	-				

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>3</b>
3.1 IMPIANTO FV "FORLI 1" "FORLI 2" .....	3
<b>4. CONFIGURAZIONE ELETTRICA.....</b>	<b>5</b>
4.1 VERIFICA DELLE CONDIZIONI ELETTRICHE .....	6
4.2 PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI .....	6
4.3 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	7
4.4 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	7
4.4.1 Sistema in corrente alternata (IT) .....	7
4.4.2 Sistema in corrente continua (IT) .....	7
4.4.3 Sistema in corrente alternata servizi ausiliari (TT) .....	8
4.5 MISURE DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA .....	8
4.6 IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	8
<b>5. DETTAGLI DI INSTALLAZIONE.....</b>	<b>10</b>
5.1 INSTALLAZIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI .....	10
5.2 INSTALLAZIONE INVERTER.....	10
5.3 CABINE PREFABBRICATE .....	10
5.4 COLLEGAMENTI ELETTRICI E CAVIDOTTI .....	14
5.5 QUADRI E COMPONENTI ELETTRICI.....	14
<b>6. IMPIANTO ANTINTRUSIONE E DI VIDEOSORVEGLIANZA .....</b>	<b>14</b>
<b>7. VERIFICHE E COLLAUDI FINALI .....</b>	<b>15</b>
7.1 Requisiti tecnici minimi dell'impianto .....	15
<b>8. MANUTENZIONE.....</b>	<b>16</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento, completo degli elaborati grafici allegati, ha lo scopo di illustrare le opere necessarie alla realizzazione di un impianto fotovoltaico che la Società CHIRON ENERGY SPV 38 S.r.l., con sede in Via Bigli n.2 del Comune di Milano (MI), intende realizzare presso il Comune di Forlì nella provincia di Forlì - Cesena.

L'impianto avrà una potenza nominale complessiva di 11.994,84 kW.

Comune:	FORLI'
Provincia:	FORLI' - CESENA
Latitudine:	44° 13'32.37"N
Longitudine:	12° 6'31.30"E
Altitudine:	20 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **D.Lgs 9 aprile 2008, n.81** - *"Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro"*
- **Guida CEI 82-25** - *"Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione"*
- **Norma CEI 0-16** - *"Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica"*;
- **Norma CEI 64-8** - *"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"*;
- **CEI 82-74** - *"Metodi di calcolo delle azioni del vento e criteri di dimensionamento di strutture di supporto di moduli fotovoltaici o di collettori solari"*.
- **CEI EN 61215**: *Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo*;
- **CEI EN 60904-2**: *Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento*

### 3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

I lavori in progetto riguardano la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra della potenza complessiva di 11.994,84 kW costituito da 18.174 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza 660 Wp (tipo LONGI LR7-72HYD-660M o similare).

L'impianto sarà di tipo fisso, senza parti in movimento (tracker). I moduli fotovoltaici saranno esposti a sud con un orientamento di 0° e un'inclinazione rispetto al piano orizzontale di 25° (tilt).

#### 3.1 IMPIANTO FV "FORLI' 1" e "FORLI' 2"

##### Configurazione Sezione impianto "FORLI' 1"

La configurazione dell'impianto "FORLI 1" è stata progettata suddividendola in due sotto-sezioni "FORLI 1.A" e "FORLI 1.B" secondo l'architettura elettrica riportata nella tabella seguente.

SEZIONE IMPIANTO			1.A
POTENZA MODULO FV			0,660 kW
MODULI NELLA STRINGA			26
N. Inverter	N. stringhe	N. moduli	Potenza
1.A1	19	494	326,04 kW
1.A2	19	494	326,04 kW
1.A3	18	468	308,88 kW
1.A4	18	468	308,88 kW
1.A5	18	468	308,88 kW
1.A6	18	468	308,88 kW
1.A7	18	468	308,88 kW
1.A8	18	468	308,88 kW
1.A9	18	468	308,88 kW
<b>TOTALE</b>	<b>164</b>	<b>4264</b>	<b>2814,24 kW</b>

Tabella 1 - Configurazione elettrica sotto-sezione "FORLI' 1.A"

SEZIONE IMPIANTO			1.B
POTENZA MODULO FV			0,660 kW
MODULI NELLA STRINGA			26
N. Inverter	N. stringhe	N. moduli	Potenza
1.B1	19	494	326,04 kW
1.B2	19	494	326,04 kW
1.B3	18	468	308,88 kW
1.B4	18	468	308,88 kW

1.B5	18	468	308,88 kW
1.B6	18	468	308,88 kW
1.B7	18	468	308,88 kW
1.B8	18	468	308,88 kW
1.B9	18	468	308,88 kW
1.B10	18	468	308,88 kW
<b>TOTALE</b>	<b>182</b>	<b>4732</b>	<b>3123,12 kW</b>

Tabella 2 - Configurazione elettrica sotto-sezione "FORLI' 1.B"

Le uscite AC dei n.19 inverter confluiranno verso i quadri di parallelo BT all'interno delle cabine denominate "Cabina MT/BT 1.A", "Cabina MT/BT 1.B". Il valore di tensione sarà successivamente elevato mediante n.4 trasformatori BT/MT 0,8/15 kV della potenza di 1600 kVA, installati all'interno del locale dedicato.

All'interno di tali cabine MT/BT sarà installata anche la centrale antintrusione e gli apparati dell'impianto TVCC

La misura dell'energia prodotta dall'impianto sarà effettuata mediante i dispositivi di misura installati dal Distributore sul punto di connessione.

#### Configurazione Sezione Impianto FV "FORLI' 2"

La configurazione dell'impianto "FORLI' 2" è stata progettata dividendola in tre sotto sezioni "FORLI' 2.A", "FORLI' 2.B" e "FORLI' 2.C", secondo l'architettura elettrica riportata nelle tabelle seguenti.

SEZIONE IMPIANTO			2.A
POTENZA MODULO FV			0,660 kW
MODULI NELLA STRINGA			26
N. Inverter	N. stringhe	N. moduli	Potenza
2.A1	18	468	308,88 kW
2.A2	18	468	308,88 kW
2.A3	18	468	308,88 kW
2.A4	18	468	308,88 kW
2.A5	18	468	308,88 kW
2.A6	18	468	308,88 kW
2.A7	18	468	308,88 kW
2.A8	18	468	308,88 kW
2.A9	18	468	308,88 kW
<b>TOTALE</b>	<b>162</b>	<b>4212</b>	<b>2779,92 kW</b>

Tabella 3 - Configurazione elettrica sotto-sezione "FORLI' 2.A"

SEZIONE IMPIANTO		2.B
POTENZA MODULO FV		0,660 kW
MODULI NELLA STRINGA		26

N. Inverter	N. stringhe	N. moduli	Potenza
2.B1	18	468	308,88 kW
2.B2	18	468	308,88 kW
2.B3	18	468	308,88 kW
2.B4	18	468	308,88 kW
2.B5	20	520	343,20 kW
<b>TOTALE</b>	<b>92</b>	<b>2392</b>	<b>1578,72 kW</b>

Tabella 4 - Configurazione elettrica sotto-sezione "FORLI' 2.B"

SEZIONE IMPIANTO			2.C
POTENZA MODULO FV			0,660 kW
MODULI NELLA STRINGA			26
N. Inverter	N. stringhe	N. moduli	Potenza
2.C1	20	520	343,20 kW
2.C2	20	520	343,20 kW
2.C3	20	520	343,20 kW
2.C4	20	520	343,20 kW
2.C5	19	494	326,04 kW
<b>TOTALE</b>	<b>99</b>	<b>2574</b>	<b>1698,84 kW</b>

Tabella 5 - Configurazione elettrica sotto-sezione "FORLI' 2.C"

Le uscite AC dei n.19 inverter confluiranno verso i quadri di parallelo BT all'interno delle cabine denominate "Cabina MT/BT 2.A", "Cabina MT/BT 2.B" e "Cabina MT/BT 2.C". Il valore di tensione sarà successivamente elevato mediante n.4 trasformatori, 2 per la cabina "2.A", 1 per la cabina "2.B" e 1 per la cabina "2.C", BT/MT 0,8/15 kV della potenza di 1600 kVA tutti installati in locale dedicato all'interno di ogni cabina.

All'interno di tali cabine MT/BT sarà installata anche la centrale antintrusione e gli apparati dell'impianto TVCC.

La misura dell'energia prodotta dall'impianto sarà effettuata mediante i dispositivi di misura installati dal Distributore sul punto di connessione.

#### 4. CONFIGURAZIONE ELETTRICA

Le tavole allegate (TAV.E01-TAV.E02) riportano lo schema elettrico dell'impianto fotovoltaico.

In essa sono evidenziate le principali funzioni svolte dai vari sottosistemi e apparecchiature che compongono il sistema.

La parte in continua sarà gestita come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, saranno provviste di protezione contro i ritorni di corrente inversa e dispositivi di protezione contro le sovratensioni.

Le caratteristiche funzionali dei dispositivi di conversione consentiranno di seguire il punto di massima potenza sulla curva caratteristica I-V (funzione MPPT) attraverso la costruzione dell'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme.

Le strutture di sostegno dei moduli dovranno essere regolarmente collegate all'impianto di terra mediante conduttore giallo-verde.

#### 4.1 VERIFICA DELLE CONDIZIONI ELETTRICHE

Ai fini della compatibilità generatore-inverter per ogni macchina che sarà installata risultano verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

- $V_{M \min} \geq V_{inv \ MPPT \ min}$
- $V_{M \ max} \leq V_{inv \ MPPT \ max}$
- $V_{oc \ max} < V_{inv \ max}$

nelle quali  $V_{inv \ MPPT \ min}$  e  $V_{inv \ MPPT \ max}$  rappresentano, rispettivamente, i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza, mentre la  $V_{inv \ max}$  è il valore massimo di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter.

Considerando una variazione della tensione a circuito aperto di ogni modulo in dipendenza della temperatura pari a  $-0,20\%/^{\circ}C$  per valori di temperatura estremi pari a  $-9^{\circ}C$  e  $+65^{\circ}C$ ,  $V_M$  e  $V_{oc}$  assumono valori accettabili.

In tutti i casi le disuguaglianze risultano rispettate e pertanto si può concludere che vi è compatibilità tra le stringhe di moduli fotovoltaici ed il tipo di inverter adottato.

#### 4.2 PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI

Per le parti di circuito in corrente continua, la protezione contro il cortocircuito sarà assicurata dalla caratteristica tensione corrente dei moduli che limita la corrente di cortocircuito a valori prossimi alla corrente nominale di stringa.

Nella sezione in corrente alternata, la protezione contro il corto circuito sarà assicurata da idonea protezione magnetotermica installata all'interno dei quadri di parallelo BT presenti internamente alle cabine MT/BT.

Per i vari circuiti verranno utilizzati interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente, in modo da realizzare la protezione unica per sovraccarico e cortocircuito.

Per la protezione contro i sovraccarichi sono state verificate le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- $I_b$ : corrente di impiego che percorre il cavo
- $I_n$ : corrente nominale del dispositivo di protezione
- $I_z$ : portata massima del cavo a regime permanente in funzione del tipo di posa e della temperatura ambiente
- $I_f$ : corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

Tali relazioni, indicate dalla norma CEI 64-8, sono riassumibili soltanto nella prima disequazione per gli interruttori automatici magnetotermici, aventi  $I_f \leq 1,45 I_n$ .

Per la protezione contro i cortocircuiti deve essere verificata la seguente condizione:

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$$

dove:

- $(I^2 \cdot t)$  : integrale di Joule in  $A^2 \cdot s$ , che lascia passare il dispositivo di protezione
- $S$  : sezione del conduttore da proteggere in  $mm^2$
- $K$  : coefficiente pari a 115 per i conduttori in rame isolati
- $t$  : tempo di intervento del dispositivo di protezione che si assume  $\leq 5$  s

La condizione di cui sopra risulta automaticamente verificata, in quanto saranno utilizzati esclusivamente interruttori automatici che integrano in uno stesso dispositivo sia la protezione contro i sovraccarichi sia la protezione contro i cortocircuiti.

#### 4.3 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti dotati di marchio di qualità IMQ;
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo. Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risulteranno ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

#### 4.4 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

##### 4.4.1 Sistema in corrente alternata (IT)

L'impianto fotovoltaico farà capo a una fornitura elettrica MT con proprio sistema di trasformazione MT/BT. Il sistema elettrico lato BT sarà del tipo IT.

La protezione contro i contatti indiretti sarà, in questo caso, assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II, i quali non rappresentano né masse, né masse estranee;
- monitoraggio attivo dell'isolamento verso terra mediante appositi dispositivi di controllo isolamento, installati nei quadri di parallelo BT.

##### 4.4.2 Sistema in corrente continua (IT)

Gli inverter previsti saranno senza trasformatore di separazione (transformerless), pertanto il sistema elettrico in corrente continua è un'estensione del sistema in corrente alternata ed è classificato come IT.

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata dai seguenti accorgimenti:

- uso di apparecchiature (moduli fotovoltaici, quadri elettrici, cavi, connettori e quant'altro presente nel lato in continua) in Classe II;
- collegamento a terra delle cornici dei moduli fotovoltaici;
- monitoraggio attivo dell'isolamento verso terra mediante dispositivi installati all'interno degli inverter.

#### 4.4.3 Sistema in corrente alternata servizi ausiliari (TT)

I servizi ausiliari faranno capo ad una fornitura elettrica BT, pertanto si configura un sistema elettrico del tipo TT.

La protezione contro i contatti indiretti sarà, in questo caso, assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II, i quali non rappresentano né masse, né masse estranee;
- interruzione automatica dell'alimentazione mediante interruttori automatici magnetotermici differenziali e verifica del relativo coordinamento con la resistenza dell'impianto di terra.

#### 4.5 MISURE DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA

Saranno installati nella sezione in MT dell'impianto fotovoltaico il dispositivo generale ed il dispositivo di interfaccia. Su tali dispositivi agiranno le protezioni stabilite dalla norma CEI 0-16 e le tarature saranno concordate con il Distributore di energia elettrica.

Per quanto riguarda il dispositivo generale saranno abilitate le soglie 50, 51, 51N, 67N, mentre per la protezione d'interfaccia saranno abilitate le soglie 27, 59, 59V0 ed 81.

I valori di taratura saranno concordati con il Distributore di energia elettrica (DSO).

#### 4.6 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra a servizio dell'impianto fotovoltaico sarà unico.

I conduttori di protezione dovranno avere una sezione non inferiore a quella indicata dalla norma CEI 64-8 dalla quale si deduce la seguente formula:

$$S_P \geq \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- $S_P$  è la sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ );
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (misurata in A);
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $K$  è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dal materiale isolante del conduttore stesso e dalle temperature iniziali e finali (ad esempio per il rame con isolante in PVC  $K$  vale 143):

La Norma CEI 64-8 definisce un metodo semplificativo che permette di calcolare rapidamente la sezione del conduttore di protezione in funzione della sezione dei conduttori attivi, a condizione che sia utilizzato lo stesso tipo di materiale per entrambi i conduttori, protezione ed attivi (ad esempio rame).

Sezione dei conduttori attivi ( $\text{mm}^2$ )	Sezione minima del PE ( $\text{mm}^2$ )
$S \leq 16$	$S$
$16 < S \leq 35$	16

S > 35	S/2
--------	-----

I conduttori di protezione dovranno avere una sezione in accordo a tale tabella in relazione alla sezione dei conduttori di fase del circuito a cui appartengono.

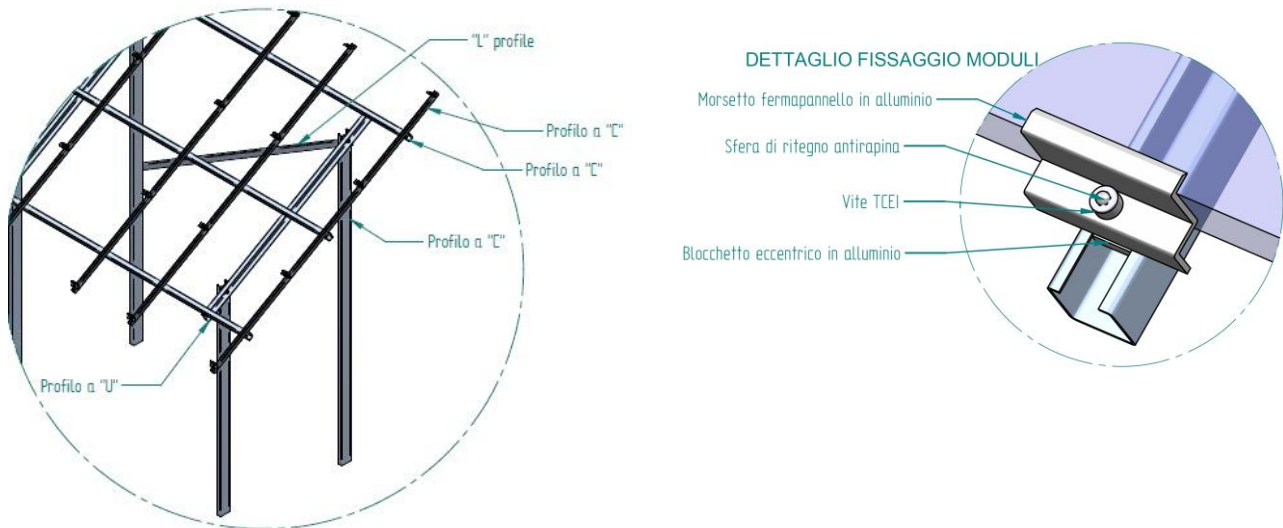
Per garantire la protezione dai contatti indiretti e far funzionare correttamente i dispositivi di controllo dell'isolamento degli inverter, saranno collegate a terra le cornici dei pannelli fotovoltaici, che sono provvisti di apposite asole per la connessione.

I cavi di messa a terra saranno disposti nelle canalizzazioni su cui vanno alloggiati anche i cavi attivi delle stringhe.

## 5. DETTAGLI DI INSTALLAZIONE

### 5.1 INSTALLAZIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici saranno ancorati a delle strutture metalliche in acciaio zincato fisse con strutture di fondazione bipalo.



Tali strutture saranno dimensionate in maniera tale da sopportare i carichi alle quali saranno sottoposte (vento, neve, ecc...). Si mostra un'immagine che rappresenta un particolare della struttura di supporto ed un particolare dell'ancoraggio dei moduli alle strutture di sostegno.

### 5.2 INSTALLAZIONE INVERTER

Gli inverter previsti in progetto sono del tipo con uscita trifase a 800 V e ingressi in cc con tensione massima di 1500 V che offrono una soluzione ad alta tensione ideale per applicazioni su larga scala con installazioni a terra.

Installazione facile e veloce, con connessione plug and play, direttamente sulle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, con conseguente risparmio di tempo e costi per la preparazione del sito e per la gestione di tutto il sistema nel tempo.

### 5.3 CABINE PREFABBRICATE

All'interno del campo fotovoltaico saranno realizzate n.9 cabine prefabbricate:

- n. 5 cabine MT/BT denominate "Cabina MT/BT 1.A", "Cabina MT/BT 1.B", "Cabina MT/BT 2.A", "Cabina MT/BT 2.B", "Cabina MT/BT 2.C";
- n. 2 cabine MT utente denominate "Cabina Utente 1" e "Cabina Utente 2";
- n. 1 Cabina di Consegna (locale DSO + locale MISURA) denominata Cabina di Consegna "BERNARDO\_FV".
- n. 1 Cabina di Sezionamento (LOCALE DSO) denominata Cabina di sezionamento "SANTUARIO\_SZ"

*Tipologia cabine MT/BT*

La struttura di ciascuna cabina MT/BT sarà del tipo a pannelli componibili in grado di

garantire un alto grado di adattabilità e flessibilità.

Gli elementi prefabbricati che costituiranno ciascuna cabina saranno trasportati singolarmente ed assemblati in cantiere.

Sarà composta dai seguenti elementi: la vasca di fondazione, predisposta con i fori a frattura prestabilita e le connessioni per l'impiantito di terra, le pareti, i divisori, il tetto, il pavimento e accessori quali porte, griglie di areazione e torrini eolici.

È previsto che prima dell'arrivo delle cabine elettriche sia stato eseguito lo scavo e predisposta una platea di appoggio in calcestruzzo.

Le strutture saranno calcolate, in conformità al D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni".

Le cabine MT/BT "1.A", "1.B" e "2.A" avranno una superficie utile complessiva di 28,2 m<sup>2</sup>, dimensioni esterne 9,70 m x 3,20 m x 3,00 m (lpxh) e saranno costituite da due locali accessibili dall'interno del campo:

- un locale BT produttore delle dimensioni interne di 5,20 m x 3,00 m x 2,90 m (lpxh);
- un locale trasformatori delle dimensioni interne di 4,20 m x 3,00 m x 2,90 m (lpxh); in tutte le cabine i due trasformatori installati all'interno del locale saranno del tipo in resina della potenza di 1600 kVA.

Le cabine MT/BT "2.B" e "2.C" avranno una superficie utile complessiva di 21,6 m<sup>2</sup>, dimensioni esterne 7,50 m x 3,20 m x 3,00 m (lpxh) e saranno costituite da due locali accessibili dall'interno del campo:

- un locale BT produttore delle dimensioni interne di 4,70 m x 3,00 m x 2,90 m (lpxh);
- un locale trasformatori delle dimensioni interne di 2,50 m x 3,00 m x 2,90 m (lpxh); il trasformatore installato all'interno del locale sarà del tipo in resina della potenza di 1600 kVA.

L'impermeabilizzazione delle coperture sarà realizzata con membrana bitume polimero elastomerico, armata con "tessuto non tessuto" di poliestere a filo continuo, imputrescente, isotropo, termo fissato e applicato a caldo.

Sulle pareti perimetrali delle vasche verrà realizzata una serie di fori a frattura prestabilita per l'ingresso dei cavi, opportunamente sagomati e predisposti per l'installazione di un sistema di passacavi stagni in kit preassemblato, del tipo HRD200 o equivalente.

Le cabine elettriche monoblocco saranno realizzate e marcate CE (EN13225, EN14991, EN14992).

#### *Tipologia cabine MT Utente*

Saranno installate due cabine denominate "Cabina Utente 1" e "Cabina Utente 2".

Le cabine MT utente avranno una struttura monoblocco costruita e assemblata direttamente nello stabilimento di produzione. Questo permetterà di limitare le operazioni di posa e ridurre i tempi di manodopera in cantiere.

Le cabine monoblocco saranno trasportate e consegnate in opera già allestite con le relative apparecchiature elettromeccaniche, garantendo tempi di fornitura più rapidi e costi certi.

Saranno composte da due elementi: la vasca di fondazione predisposta con i fori a frattura prestabilita e le connessioni per l'impianto di terra e il manufatto fuori terra composto dalle pareti, divisori, tetto, pavimento e accessori quali porte, griglie di areazione e torrini eolici.

È previsto che prima dell'arrivo delle cabine elettriche sia stato eseguito lo scavo e predisposta una platea di appoggio in calcestruzzo.

Le strutture saranno calcolate in conformità al D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni".

Le cabine MT utente avranno una superficie utile di 14,49 m<sup>2</sup> con dimensioni esterne 6,50 m x 2,50 m x 3,00 m (lxpxh) e saranno costituite da un unico locale.

L'impermeabilizzazione della copertura sarà realizzata con membrana bitume polimero elastomerico, armata con "tessuto non tessuto" di poliestere a filo continuo, imputrescente, isotropo, termo fissato e applicato a caldo.

Sulle pareti perimetrali delle vasche verrà realizzata una serie di fori a frattura prestabilita per l'ingresso dei cavi, opportunamente sagomati e predisposti per l'installazione di un sistema di passacavi stagni in kit preassemblato, del tipo HRD200 o equivalente.

Le cabine elettriche monoblocco saranno realizzate e marcate CE (EN13225, EN14991, EN14992).

#### *Tipologia cabina di consegna + cabina di sezionamento*

Le cabine saranno del tipo a pannelli componibili in grado di garantire un alto grado di adattabilità e flessibilità.

Gli elementi prefabbricati che costituiranno ciascuna cabina saranno trasportati singolarmente ed assemblati in cantiere.

La cabina di consegna "BERNARDO\_FV" avrà una superficie utile di 24,53 m<sup>2</sup>, con dimensioni esterne 8,97 m x 3,0 m x 3,00 m (lxpxh) e sarà costituita da due locali:

- un locale misure delle dimensioni interne di 1,20 m x 2,82m x 2,90m (lxpxh);
- un locale e-distribuzione delle dimensioni interne di 7,50m x 2,82m x 2,90m (lxpxh).

La cabina di sezionamento "SANTUARIO\_SZ" avrà una superficie utile di 21,15 m<sup>2</sup> con dimensioni esterne 7,68 m x 3,00 m x 3,00 m e sarà costituita da un locale:

- un locale e-distribuzione delle dimensioni interne di 7,50m x 2,82m x 2,90m (lxpxh).
- La suddetta cabina di sezionamento, qualora si rendesse necessario per futuri sviluppi della rete, potrà essere equipaggiata da e-distribuzione con un trasformatore di potenza massima pari a 630 kVA.

Le cabine saranno fornite complete di tutti gli accessori omologati e-distribuzione, quali le porte e griglie di areazione in resina poliestere rinforzata con fibra di vetro con grado di protezione IP33.

Le cabine saranno dotate di vasca di fondazione prefabbricata a tenuta stagna. La vasca prefabbricata in cemento armato, ecologica e "post tesa" sarà progettata in modo tale da impedire l'ingresso dell'acqua dall'esterno e la fuoriuscita dell'olio del trasformatore interno che sarà installato dal gestore di rete e quindi l'eventuale inquinamento del terreno circostante. La vasca sarà dotata di un pavimento flottante prefabbricato in cemento armato, completo di asole e di fori per il passaggio dei cavidotti, secondo le indicazioni concordate con e-distribuzione.

Sulle pareti perimetrali della vasca verranno realizzati una serie di fori per l'ingresso dei cavi di alimentazione della cabina, opportunamente sagomati e predisposti per l'installazione di un sistema di passacavi stagni in kit preassemblato, del tipo HRD200 o equivalente.

Il sistema sarà facilmente modificabile per consentirne la manutenzione e per rendere possibile l'aggiunta di ulteriori cavi o tubi. In assenza del sistema di passacavi stagni la vasca prefabbricata potrà essere fornita di una serie di flange per l'ingresso dei tubi: si tratta di elementi di chiusura in polietilene ad alta densità, stampati ad iniezione per ottenere la più elevata resistenza alla distorsione e all'impatto.

Le flange garantiranno la perfetta sezione cilindrica dei fori e la superficie interna più levigata, così da renderla adatta all'installazione dei passacavi stagni. I diversi elementi che comporranno la vasca di fondazione prefabbricata verranno uniti mediante la tesatura in opera di trefoli di acciaio, previa l'interposizione di una apposita guarnizione che provvederà a garantire la impermeabilità dell'insieme. La continuità tra la maglia di terra interne e quelle esterne avverrà attraverso i connettori in acciaio UNI EU-58 Sezione 40x20 inseriti nel getto della vasca.

Le strutture verranno rifinite a perfetta regola d'arte sia internamente che esternamente. I giunti di unione dei diversi elementi che le compongono verranno stuccati per una perfetta tenuta d'acqua con interposte guaine elastiche a miscela bituminosa al fine di attribuire alla struttura un grado di protezione IP33 - Norme CEI 70-1.

È previsto che prima dell'arrivo della cabina elettrica sia stato eseguito lo scavo e predisposta una platea di appoggio in calcestruzzo.

Il montaggio delle cabine elettriche a pannelli avverrà direttamente in cantiere per mezzo di una squadra dedicata. Il sollevamento avverrà a mezzo autogrù, i pannelli verranno posizionati sulla platea di fondazione e a struttura ultimata verranno eseguite le siliconature con prodotti siliconici ad elevata tenuta. La cabina elettrica a pannelli sarà realizzata e marcata CE (EN13225, EN14991, EN14992).

Il locale a servizio del distributore sarà dotato di accesso diretto e indipendente, sia per il personale, sia per un'autogrù con peso a pieno carico superiore a 24 t.

Le strutture saranno calcolate, in conformità al D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni".

L'impermeabilizzazione della copertura sarà realizzata con membrana bitume polimero elastomerico, armata con "tessuto non tessuto" di poliestere a filo continuo, imputrescente,

isotropo, termo fissato e applicato a caldo.

## 5.4 COLLEGAMENTI ELETTRICI E CAVIDOTTI

Le linee elettriche principali e di distribuzione saranno realizzate con cavi posati entro tubazioni isolanti e/o canalizzazioni installate a vista o interrate.

Per quanto riguarda la scelta e l'installazione dei cavi si dovrà tener presente quanto segue:

- per i circuiti in corrente continua saranno utilizzati cavi H1Z2Z2-K a tensione nominale 1500/1500 V c.c. e tensione massima 1800 V c.c.;
- per i circuiti a tensione nominale non superiore a 230/400 V saranno utilizzati cavi con tensione nominale non inferiore a 450/750 V;
- per i circuiti di segnalazione e di comando sarà ammesso l'impiego di cavi con tensione nominale non inferiore a 300/500 V.

Tutti i cavi BT previsti per posa interrata e/o all'esterno saranno del tipo FG16(O)R16 o (N)A2XY 1,8/3kV o H1Z2Z2-K.

I cavi MT saranno del tipo RG16H1R12 12/20 kV o ARE4H5EX 12/20 kV.

Il dimensionamento dei cavi è stato eseguito in modo tale che la caduta massima di tensione misurata dal punto di consegna a qualsiasi punto dell'impianto, funzionante alla potenza nominale complessiva, sia inferiore al 4% della tensione a vuoto per tutti i circuiti.

Le condutture dovranno essere realizzate in modo da ridurre al minimo la probabilità di innesco e di propagazione d'incendio nelle condizioni di posa, in conformità alla norma CEI 64-8 e dovranno essere protette contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad un'altezza di 2,5 m dal suolo/pavimento.

Le condutture interrate installate in tubo tipo 250 dovranno avere una profondità minima di interrimento pari a 50 cm e inoltre dovranno avere una protezione meccanica addizionale (ad esempio tegolo); se invece saranno utilizzati tubi di tipo 450 o 750, oppure appositi condotti, cunicoli, o altri manufatti in cls, la profondità di interrimento potrà essere minore.

## 5.5 QUADRI E COMPONENTI ELETTRICI

Le apparecchiature di protezione saranno contenute insieme alle altre apparecchiature elettriche di controllo e comando in appositi armadi, completi di profilati DIN per il fissaggio a scatto degli apparecchi, di eventuali piastre di fondo, di sportelli e di tutti gli accessori che completano il quadro nella versione da pavimento e/o da parete, realizzati conformemente alle norme CEI EN 61439.

Ogni circuito sarà singolarmente protetto dai sovraccarichi e cortocircuiti mediante idoneo interruttore magnetotermico conforme alle norme CEI 17-5, approvato dall'Istituto del Marchio di Qualità e autorizzato a portare il marchio IMQ, con potere di interruzione idoneo al punto di installazione.

Tutti gli apparecchi che verranno installati, saranno dotati di marcatura CE e marchio IMQ.

Tutti i componenti posti all'aperto (scatole di connessione, canaline, cavi, ecc.) saranno costituiti da materiali idonei a sopportare le gravose condizioni proprie dell'ambiente esterno, inoltre dovranno essere opportunamente protetti contro l'esposizione all'irraggiamento solare diretto e alla pioggia e/o neve.

## 6. IMPIANTO ANTINTRUSIONE E DI VIDEOSORVEGLIANZA

Nell'area che ospita l'impianto fotovoltaico sarà installato un sistema antintrusione come

deterrente contro l'accesso di persone non autorizzate. Il sistema sarà composto da cavo per il controllo perimetrale lungo tutta la recinzione, sensori a doppia tecnologia in corrispondenza degli accessi e delle strutture tecnologiche sensibili come le cabine elettriche, ecc.

I componenti saranno collegati ad una centrale installata all'interno della cabina MT/BT, a tale centrale sarà collegato anche il combinatore telefonico per l'invio dei messaggi e delle chiamate di allarme.

Inoltre, verrà installato un sistema di TVCC per la videosorveglianza delle aree interne dell'impianto. Tale sistema sarà composto da pali di sostegno per telecamere (altezza fuori terra 5 m), telecamere idonee per installazione all'aperto, posizionate in maniera tale da controllare gli accessi, le strade interne all'area, e le cabine elettriche.

Le telecamere saranno collegate ad un DVR installato all'interno della cabina MT/BT e consentirà la visualizzazione ed il controllo di tutte le telecamere. Sarà inoltre possibile la visualizzazione delle telecamere sia in loco che da remoto.

## 7. VERIFICHE E COLLAUDI FINALI

A lavori ultimati l'installatore dell'impianto effettuerà le verifiche in conformità alla Guida CEI 82-25. In particolare, per la redazione del certificato di regolare esecuzione sarà necessario espletare le seguenti verifiche in cantiere:

- esame a vista
- continuità elettrica delle connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);

### 7.1 Requisiti tecnici minimi dell'impianto

Una volta installato l'impianto, all'atto del collaudo, sarà eseguita la prova tecnico-funzionale allo scopo di determinare le prestazioni dell'impianto, valutando l'indice di prestazione in potenza PRp e verificando che siano soddisfatti i seguenti vincoli:

In cui:

- Pca è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata con incertezza non superiore al 2%
- Rfv2 tiene conto della perdita di energia per effetto della temperatura della cella, Tcel, maggiore di 40 °C e può essere valutato con l'espressione seguente:

$$R_{fv2} = \frac{P_{ca}}{P_{pv}} \left( \frac{T_{cel} - 40}{T_{ref} - 40} \right)^2$$

dove:

- Tcel è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico e può essere misurata mediante un sensore termo resistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo

- $\gamma$  è il coefficiente di temperatura di potenza delle celle fotovoltaiche
- $G_p$  è l'irraggiamento solare, misurato sul piano di moduli, espresso in  $W/m^2$
- GSTC è l'irraggiamento solare in STC (pari a  $1000 W/m^2$ )
- $P_n$  è la potenza nominale (in kWp) del generatore fotovoltaico, determinata come somma delle singole potenze dei moduli desunte dai fogli di dati rilasciati dal costruttore
- $P_{inv}$  è la potenza nominale dell'inverter

Tale verifica dovrà essere effettuata nelle seguenti condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico:

- irraggiamento sul piano dei moduli ( $G_p$ ) superiore a  $600 W/m^2$
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato
- rete del distributore disponibile
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame

Inoltre, la verifica dell'indice prestazionale PRp dovrà essere effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli
- stessa classe di potenza dell'inverter ( $P_{inv} > 20 kW$  o  $P_{inv} \leq 20 kW$ )
- stessa tipologia di modulo
- stessa tipologia di installazione dei moduli

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di controllo automatico della produzione (misura, scarico dei dati e loro memorizzazione in un database) e gestione della diagnostica (anche da remoto).

## 8. MANUTENZIONE

L'impianto fotovoltaico costituisce un impianto di produzione dell'energia elettrica e, come tutti gli impianti, deve essere sottoposto a manutenzione periodica da parte di ditte specializzate.

La zona dell'impianto fotovoltaico (pannelli, inverter, quadri elettrici, strutture di sostegno, ecc.) deve essere accessibile soltanto a persone qualificate nel settore elettrico.

In mancanza di una adeguata manutenzione, il livello di sicurezza dell'impianto fotovoltaico può decadere nel tempo, a causa del naturale decadimento dei materiali isolanti esposti alle intemperie, con pericolo di folgorazione e di incendio.

Nel tempo può decadere anche la funzionalità dell'impianto e la conseguente produzione di energia elettrica (kWh/anno) da cui dipende la remunerazione del capitale investito e il successivo guadagno.

Sarà quindi stipulato un contratto di manutenzione periodica con una impresa installatrice abilitata per gli impianti elettrici ai sensi del DM 37/08, in modo da garantire mediante opportune verifiche e prove, l'effettivo stato dell'impianto fotovoltaico e provvedere a ristabilire, con eventuali interventi mirati, il necessario livello di funzionalità e di sicurezza.

Ai fini degli interventi di manutenzione occorre far riferimento alla Norma CEI 11-27, alla Guida CEI 82-25 e a tutte le altre Norme CEI applicabili.

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di controllo automatico della produzione (misura, scarico dei dati e loro memorizzazione in un database) e gestione della diagnostica (anche da remoto).

## ALLEGATI

Risultano allegati alla presente relazione:

- Scheda tecnica modulo fotovoltaico;
- Scheda tecnica inverter;
- Elaborati grafici:
  - TAV.E01 - Schema elettrico unifilare "FORLI' 1";
  - TAV.E02 - schema elettrico unifilare "FORLI' 2";
  - TAV.E03 - Layout cavidotti.

*Jesi, li Marzo 2025*

# Hi-MO 9 Preliminary

## LR7-72HYD 625~660M

- Products for utility with optimal power generation through the entire lifecycle
- Performance improvement leads to a more than 6.5% power generation gain
- TaiRay wafer & BC technology enhances high product reliability
- Smart manufacturing & LONGi product lifecycle standards deliver exceptional product quality

12

12-year Warranty for  
Materials and Processing

30

30-year Warranty for Extra  
Linear Power Output

### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval

**LONGi**



**24.4%**  
MAX MODULE  
EFFICIENCY

**0~3%**  
POWER  
TOLERANCE

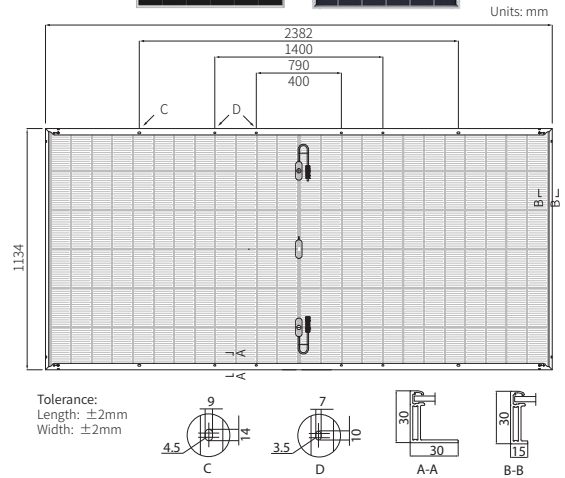
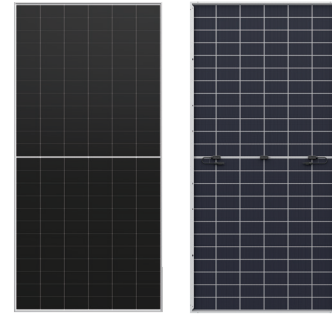
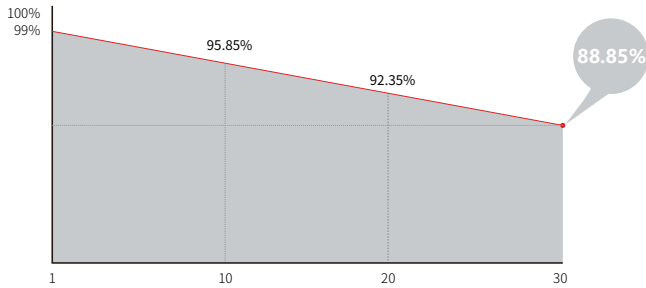
**<1%**  
FIRST YEAR  
POWER DEGRADATION

**0.35%**  
YEAR 2-30  
POWER DEGRADATION

**BC-CELL**  
LOWER OPERATING  
TEMPERATURE

## Additional Value

### 30-Year Power Warranty



## Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0+2.0mm semi-tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	33.5kg
Dimension	2382×1134×30mm
Packaging	36pcs per pallet / 144pcs per 20' GP / 720pcs per 40' HC

## Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C

NOCT : AM1.5 800W/m<sup>2</sup> 20°C 1m/s

Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR7-72HYD-625M		LR7-72HYD-630M		LR7-72HYD-635M		LR7-72HYD-640M		LR7-72HYD-645M		LR7-72HYD-650M		LR7-72HYD-655M		LR7-72HYD-660M	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	625	475.8	630	479.6	635	483.4	640	487.2	645	491.0	650	494.8	655	498.6	660	502.4
Open Circuit Voltage (Voc/V)	53.30	50.65	53.40	50.75	53.50	50.84	53.60	50.94	53.70	51.03	53.80	51.13	53.90	51.22	54.00	51.32
Short Circuit Current (Isc/A)	14.85	11.93	14.93	12.00	15.01	12.06	15.09	12.12	15.17	12.18	15.25	12.25	15.33	12.31	15.41	12.38
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	44.16	41.97	44.26	42.06	44.36	42.16	44.46	42.25	44.56	42.35	44.65	42.43	44.75	42.53	44.85	42.62
Current at Maximum Power (Imp/A)	14.16	11.35	14.24	11.42	14.32	11.48	14.40	11.54	14.48	11.61	14.56	11.67	14.64	11.73	14.72	11.80
Module Efficiency(%)	23.1		23.3		23.5		23.7		23.9		24.1		24.2		24.4	

## Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 645W front)

Pmax/W	Voc/V	Isc/A	Vmp/V	Imp/A	Pmax gain
677	53.70	15.93	44.56	15.20	5%
710	53.70	16.69	44.56	15.93	10%
744	53.80	17.45	44.66	16.65	15%
776	53.80	18.20	44.66	17.38	20%
808	53.80	18.96	44.66	18.10	25%

## Operating Parameters

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

## 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 Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.200%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.260%/°C

# SUN2000-330KTL-H1

## Smart PV Controller

For APAC, LATAM & EUROPE



Max. Efficiency  
≥ 99.0%



Smart Connector-level  
Detection (SCLD)



Smart Self-cleaning  
Fan (SSCF)



IP66  
Protection



MBUS  
Supported



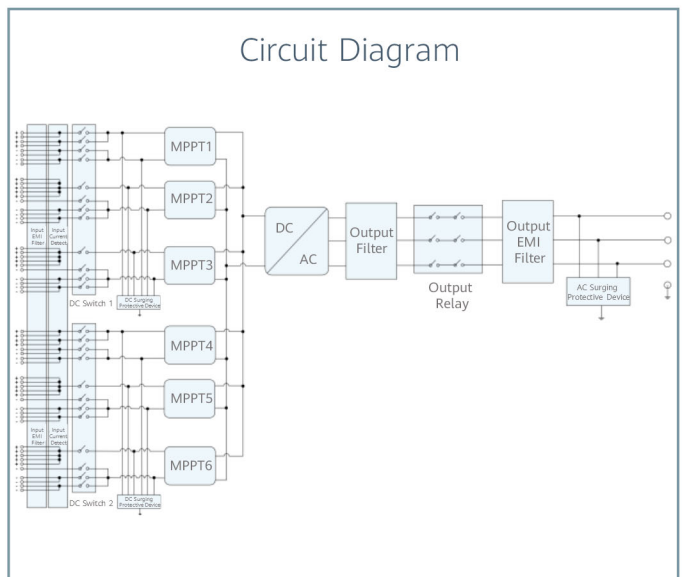
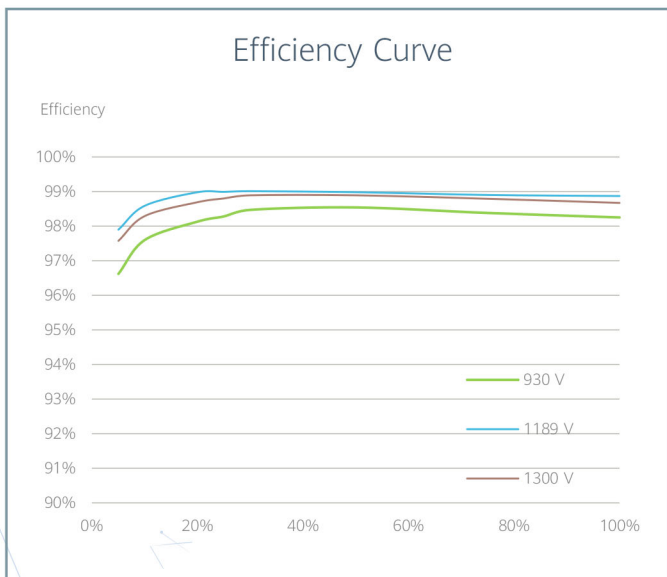
Smart String-level  
Disconnection (SSLD)



Smart IV Curve Diagnosis  
Supported



Surge Arresters for  
DC & AC



SUN2000-330KTL-H1  
**Technical Specifications**

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	THD <sub>i</sub> < 1% (Rated)
Protection	
Smart String-level Disconnection (SSLD)	Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Detection	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Detection 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)	≤ 112 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	HH4SMM4TMSPA / HH4SFM4TMSPA
AC Connector	Support OT / DT Terminal (Max. 400 mm <sup>2</sup> )
Protection Degree	IP 66
Anti-corrosion Protection	C5-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.	