

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 1 di/of 51

COMUNE DI ISPICA**Libero Consorzio Comunale di Ragusa**

**PROGETTO PER L'INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO
FOTOVOLTAICO LOCALIZZATO NEL COMUNE DI ISPICA DI
POTENZA PARI A 40,012 MWP**

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE E DEGLI
IMPIANTI**



SCS Ingegneria S.R.L.
Via F.do Ayroldi, 10
72017 – Ostuni (BR)
Tel/Fax 0831.336390
www.scsingegneria.it

**IL DIRETTORE TECNICO:
ING. ANTONIO SERGI**

			DATA: febbraio 2022	
	Scopo Documento / Utilization Scope: PROGETTO DEFINITIVO			
REV. N.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	APPROVATO
00	21/02/2022	Prima emissione	S.Miccoli	A. Sergi

PROGETTO/ <i>Project</i> ISPICA FV (3661)	SCS CODE																		
	COMPANY	FUNCTION	TYPE	DISCIPLINE			COUNTRY			TEC.	PLANT				PROGRESSIVE			REVISION	
	SCS	DES	R	G	E	N	I	T	A	P	3	6	6	1	0	1	2	0	0

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00 PAGE 2 di/of 51
--	---	--

INDICE

1	PREMESSA	3
2	CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO	4
2.2	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI.....	5
2.3	DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI NEUTRO	8
2.4	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	8
2.5	CADUTE DI TENSIONE.....	9
2.6	SCELTA DELLE PROTEZIONI.....	10
2.7	VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE	10
2.8	CALCOLI ELETTRICI	12
3	DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	18
3.1	GENERATORE FOTOVOLTAICO	19
3.2	GENERATORE FOTOVOLTAICO	19
3.2.1	INVERTER 1995 KVA.....	21
3.2.2	INVERTER 1500 KVA.....	24
3.2.3	INVERTER 998 KVA.....	27
3.2.4	INVERTER 500 KVA.....	30
3.2.5	INVERTER 300 KVA.....	33
3.3	QUADRO MT.....	36
3.4	TRASFORMATORE MT/BT.....	37
3.4.1	TRASFORMATORE 2000 KVA	38
3.4.2	TRASFORMATORE 1500 KVA	39
3.4.3	TRASFORMATORE 1000 KVA	40
3.4.4	TRASFORMATORE 500 KVA.....	41
3.4.5	TRASFORMATORE 300 KVA.....	42
3.5	TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX.....	43
4	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO FV	43
4.1	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI IN BT.....	43
4.2	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI IN MT.....	45
5	IMPIANTO GENERALE DI TERRA	45
6	SISTEMA DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI	45
7	CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE	48
7.1	CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO	48
7.2	STRUTTURA PORTAMODULI	50
7.3	FONDAZIONI DEI CABINATI	51
8	ALLEGATO 1	51
9	ALLEGATO 2	51
10	ALLEGATO 3	51

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 3 di/of 51

1 PREMESSA

La "Società Limes 13 S.R.L.", nell'ambito della propria attività imprenditoriale, ha previsto la realizzazione di un parco fotovoltaico denominato in seguito "Impianto Ispica" in C.da Pantano Secco, nel territorio di Ispica in provincia di Ragusa.

L'area è identificata catastalmente ai *fogli 66, 68 e 75 del Comune di Ispica*.

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico avente potenza DC pari a 40,012 MWp e una potenza AC pari a 35,024 MW. L'impianto sarà ubicato su un'area di circa 68,76 ha complessivi.

L'area di impianto è ubicata in contrada Pantano Secco snc, a circa 6,8 km in linea d'aria a sud-est rispetto al centro abitato di Ispica.

L'impianto sarà interamente smantellato al termine della sua vita utile e l'area sarà restituita come si presente allo stato di fatto attuale. Una volta terminata la fase di esercizio, l'impianto verrà smantellato, e le varie componenti verranno separate in maniera tale da poter riciclare quanto più materiale possibile.

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 4 di/of 51

2 CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO

A seguire un elenco della normativa di riferimento:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 64-8 Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a
- Guida CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
- IEC 60502-2 IIa Ed. 2005-03: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 5 di/of 51

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

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

2.2 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il progetto prevede l'installazione di una tipologia di struttura portamoduli di tipo tracker. La tipologia di strutture a prevedersi permetteranno l'alloggiamento di una o due stringhe per ognuna, stringhe formate nello specifico da 28 moduli connessi in serie.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del modulo usato:

SOGETTO PROPONENTE:

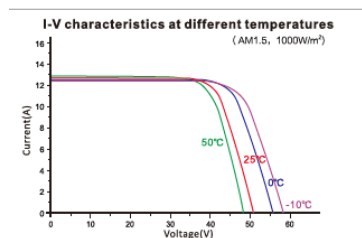
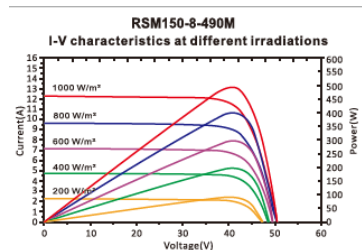
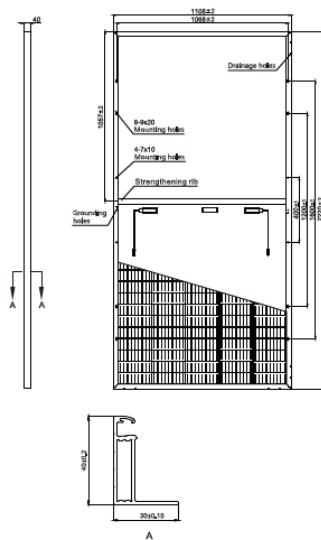
LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 6 di/of 51

Dimensions of PV Module Unit: mm**ELECTRICAL DATA (STC)**

Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495M	RSM150-8-500M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	480	485	490	495	500
Open Circuit Voltage-Voc(V)	50.72	50.79	50.86	50.93	51.00
Short Circuit Current-Isc(A)	12.10	12.20	12.30	12.40	12.50
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	42.17	42.24	42.31	42.38	42.45
Maximum Power Current-Imp(A)	11.40	11.50	11.60	11.70	11.80
Module Efficiency (%) *	19.5	19.7	19.9	20.1	20.3

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495M	RSM150-8-500M
Maximum Power-Pmax (Wp)	359.3	363.1	366.8	370.6	374.4
Open Circuit Voltage-Voc (V)	46.66	46.73	46.79	46.86	46.92
Short Circuit Current-Isc (A)	9.92	10.00	10.09	10.17	10.25
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	38.63	38.69	38.76	38.82	38.88
Maximum Power Current-Imp (A)	9.30	9.38	9.47	9.55	9.63

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline 210×70mm
Cell configuration	150 cells (5×15+5×15)
Module dimensions	2220×1108×40mm
Weight	28.5kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm² (12AWG), Positive(+) 270mm, Negative(-) 270mm
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.37%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	25A
Limiting Reverse Current	25A

Figura 1: Datasheet modulo fotovoltaico

Il layout dell'impianto e gli schemi delle strutture sono riportati negli elaborati grafici progettuali.

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori dalle sovracorrenti.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 7 di/of 51

protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi.

Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide in funzione delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV)
- IEC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

La sezione viene scelta in modo che la portata del cavo selezionato sia superiore alla I_z min. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Dalla sezione dei conduttori selezionati deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 8 di/of 51

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopracitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilpropilenica G5-G7: K = 14
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7: K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 176
- Cavo in rame nudo: K = 228

2.3 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm², se il conduttore è in rame, e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

2.4 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 9 di/of 51

- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned}
S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\
16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\
S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2
\end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A)
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

2.5 CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate mediante la formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt} = 1.73$ per sistemi trifase.

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 10 di/of 51

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70°C per i cavi con isolamento PVC o a 90°C per i cavi con isolamento EPR, mentre il secondo è riferito a 50 Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

2.6 SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare, le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

2.7 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3, "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) mediante i punti di intersezione tra le curve dell' I^2t lasciato passare dall'interruttore automatico e quella dell' I^2t sopportabile dal cavo. Pertanto:

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 11 di/of 51

a) Protezione da cortocircuito assicurata da interruttori automatici. Si hanno due intersezioni per le quali:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
- $I_{ccmin} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).

b) Protezione da cortocircuito assicurata da fusibili. Si ha un'unica intersezione per cui:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ia).

c) Protezione da cortocircuito e sovraccarico assicurata da unico dispositivo di protezione.

In questo caso, la verifica della corrente di cortocircuito minima non è necessaria per via della tipologia di intersezione delle curve di riferimento dell' I^2t del dispositivo di protezione e del cavo che si ottiene.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 12 di/of 51

2.8 CALCOLI ELETTRICI

Si riportano di seguito due tabelle esemplificative relative alle caratteristiche tecniche dei cavi utilizzati per la distribuzione dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico oggetto della presente relazione di calcolo e in particolare riferite a:

- cavi di bassa tensione in alluminio di collegamento tra String Box e le cabine di conversione di campo;
- cavi di media tensione in alluminio per la distribuzione della potenza AC dalle cabine di conversione di campo alle due cabine di consegna;

Per quanto riguarda i cavi di stringa invece, necessari per il collegamento in parallelo a livello di ciascuno String Box delle stringhe di moduli fotovoltaici, è stata considerata una sezione di 6 mm².

Tutti i cavi considerati ai fini della progettazione sono in linea con le specifiche tecniche della committenza in termini di caratteristiche tecniche richieste.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di bassa tensione, in particolare delle tratte che vanno dagli string inverter alle rispettive cabine di trasformazione, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60364-5-52 applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono (metodo di installazione D2):

- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2: (numero di circuiti nello stesso scavo a distanza pari a 0.25 m) = 0,70
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1,00
- K4: (resistività termica del suolo 2 K*m/W) = 1,12

CIRCUITO BT		DETTAGLIO STRING BOX		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO							
ORIGINE	DESTINAZ.	STRINGHE IN PARALLELO	POTENZA TRASPORTATA (Wp)	Vdc (V)	Ib (A)	CONFORMAZ.	LUNGHEZZA CIRCUITO (m)	ΔV (%)	ΔV (%)	ΔV TOT (%)	ΔP TOT (%)	MATERIALE	
								STRINGA - STRING BOX	STRING BOX - INVERTER	STRINGA - INVERTER		CONDUTTORE	ISOLANTE
CU1	SB.1.1	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	59	0,60%	0,12%	0,72%	0,67%	Al	XLPE
	SB.1.2	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	71	0,60%	0,14%	0,74%	0,69%	Al	XLPE
	SB.1.3	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	131	0,60%	0,27%	0,86%	0,81%	Al	XLPE
	SB.1.4	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	191	0,60%	0,39%	0,98%	0,92%	Al	XLPE
	SB.1.5	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	269	0,60%	0,55%	1,14%	1,08%	Al	XLPE
CU2	SB.1.1	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	123	0,60%	0,25%	0,85%	0,79%	Al	XLPE
	SB.1.2	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	161	0,60%	0,33%	0,92%	0,87%	Al	XLPE
	SB.1.3	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	221	0,60%	0,45%	1,05%	0,98%	Al	XLPE
	SB.1.4	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	279	0,60%	0,57%	1,16%	1,09%	Al	XLPE
	SB.1.5	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm ²)	339	0,60%	0,69%	1,29%	1,21%	Al	XLPE

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 13 di/of 51

CU3	SB3.1	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm²)	95	0,60%	0,17%	0,77%	0,71%	AI	XLPE
	SB3.2	11	154000	1500,0	171,9	2x(1x300 mm²)	163	0,60%	0,23%	0,82%	0,76%	AI	XLPE
CU4	SB4.1	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm²)	55	0,60%	0,10%	0,69%	0,65%	AI	XLPE
	SB4.2	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm²)	257	0,60%	0,46%	1,05%	0,98%	AI	XLPE
	SB4.3	12	168000	1500,0	187,5	2x(1x300 mm²)	117	0,60%	0,18%	0,77%	0,72%	AI	XLPE
CU5	SB5.1	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	175	0,60%	0,38%	0,97%	0,92%	AI	XLPE
	SB5.2	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	125	0,60%	0,25%	0,85%	0,80%	AI	XLPE
	SB5.3	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	173	0,60%	0,35%	0,95%	0,89%	AI	XLPE
	SB5.4	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	265	0,60%	0,54%	1,14%	1,07%	AI	XLPE
	SB5.5	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	311	0,60%	0,67%	1,27%	1,20%	AI	XLPE
	SB5.6	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	381	0,60%	0,82%	1,42%	1,35%	AI	XLPE
	SB5.7	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	597	0,60%	1,21%	1,81%	1,71%	AI	XLPE
	SB5.8	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	503	0,60%	1,02%	1,62%	1,53%	AI	XLPE
	SB5.9	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	411	0,60%	0,84%	1,43%	1,35%	AI	XLPE
	SB5.10	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	433	0,60%	0,88%	1,48%	1,39%	AI	XLPE
CU6	SB6.1	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm²)	63	0,60%	0,11%	0,71%	0,66%	AI	XLPE
	SB6.2	11	154000	1500,0	171,9	2x(1x300 mm²)	203	0,60%	0,28%	0,88%	0,81%	AI	XLPE
CU7	SB7.1	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	469	0,60%	1,01%	1,61%	1,53%	AI	XLPE
	SB7.2	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	379	0,60%	0,77%	1,37%	1,29%	AI	XLPE
	SB7.3	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	257	0,60%	0,52%	1,12%	1,05%	AI	XLPE
	SB7.4	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	99	0,60%	0,20%	0,80%	0,75%	AI	XLPE
	SB7.5	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	287	0,60%	0,58%	1,18%	1,11%	AI	XLPE
	SB7.6	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	113	0,60%	0,24%	0,84%	0,79%	AI	XLPE
	SB7.7	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	99	0,60%	0,21%	0,81%	0,76%	AI	XLPE
	SB7.8	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	211	0,60%	0,43%	1,03%	0,96%	AI	XLPE
	SB7.9	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	305	0,60%	0,62%	1,22%	1,14%	AI	XLPE
	SB7.10	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	405	0,60%	0,82%	1,42%	1,34%	AI	XLPE
CU8	SB8.1	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	365	0,60%	0,74%	1,34%	1,26%	AI	XLPE
	SB8.2	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	225	0,60%	0,46%	1,05%	0,99%	AI	XLPE
	SB8.3	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	221	0,60%	0,45%	1,05%	0,98%	AI	XLPE
	SB8.4	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	187	0,60%	0,38%	0,98%	0,92%	AI	XLPE
	SB8.5	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	201	0,60%	0,41%	1,01%	0,94%	AI	XLPE
CU9	SB9.1	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	321	0,60%	0,69%	1,29%	1,23%	AI	XLPE
	SB9.2	12	168000	1500,0	187,5	2x(1x300 mm²)	277	0,60%	0,42%	1,02%	0,93%	AI	XLPE
	SB9.3	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	509	0,60%	1,03%	1,63%	1,54%	AI	XLPE
	SB9.4	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	407	0,60%	0,83%	1,42%	1,34%	AI	XLPE
	SB9.5	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	103	0,60%	0,21%	0,81%	0,76%	AI	XLPE
	SB9.6	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	133	0,60%	0,27%	0,87%	0,81%	AI	XLPE
	SB9.7	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm²)	109	0,60%	0,19%	0,79%	0,74%	AI	XLPE
	SB9.8	12	168000	1500,0	187,5	2x(1x300 mm²)	171	0,60%	0,26%	0,86%	0,79%	AI	XLPE
	SB9.9	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm²)	275	0,60%	0,49%	1,09%	1,01%	AI	XLPE
	SB9.10	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm²)	377	0,60%	0,67%	1,27%	1,17%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 14 di/of 51

	S89.11	16	224000	1500,0	250,0	2x(1x300 mm²)	373	0,60%	0,76%	1,35%	1,28%	AI	XLPE
CU10	S810.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	63	0,60%	0,13%	0,72%	0,68%	AI	XLPE
	S810.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	281	0,60%	0,57%	1,17%	1,10%	AI	XLPE
	S810.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	389	0,60%	0,79%	1,39%	1,31%	AI	XLPE
	S810.4	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	469	0,60%	1,01%	1,61%	1,53%	AI	XLPE
	S810.5	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	551	0,60%	1,19%	1,79%	1,70%	AI	XLPE
	S810.6	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	609	0,60%	1,32%	1,91%	1,82%	AI	XLPE
	S810.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	497	0,60%	1,01%	1,61%	1,51%	AI	XLPE
	S810.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	427	0,60%	0,87%	1,46%	1,38%	AI	XLPE
	S810.9	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	371	0,60%	0,75%	1,35%	1,27%	AI	XLPE
	S810.10	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	55	0,60%	0,11%	0,71%	0,66%	AI	XLPE
CU11	S811.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	85	0,60%	0,17%	0,77%	0,72%	AI	XLPE
	S811.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	49	0,60%	0,10%	0,70%	0,65%	AI	XLPE
	S811.3	11	154000	1500,0	171,9	2x(1x300 mm²)	305	0,60%	0,43%	1,02%	0,93%	AI	XLPE
	S811.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	401	0,60%	0,82%	1,41%	1,33%	AI	XLPE
	S811.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	477	0,60%	0,97%	1,57%	1,48%	AI	XLPE
	S811.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	535	0,60%	1,09%	1,68%	1,59%	AI	XLPE
	S811.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	347	0,60%	0,71%	1,30%	1,23%	AI	XLPE
	S811.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	271	0,60%	0,55%	1,15%	1,08%	AI	XLPE
CU12	S812.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	335	0,60%	0,68%	1,28%	1,20%	AI	XLPE
	S812.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	251	0,60%	0,51%	1,11%	1,04%	AI	XLPE
	S812.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	189	0,60%	0,38%	0,98%	0,92%	AI	XLPE
	S812.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	51	0,60%	0,10%	0,70%	0,66%	AI	XLPE
	S812.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	103	0,60%	0,21%	0,81%	0,76%	AI	XLPE
	S812.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	167	0,60%	0,34%	0,94%	0,88%	AI	XLPE
	S812.7	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	227	0,60%	0,49%	1,09%	1,03%	AI	XLPE
	S812.8	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	289	0,60%	0,62%	1,22%	1,16%	AI	XLPE
	S812.9	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	389	0,60%	0,79%	1,39%	1,31%	AI	XLPE
	S812.10	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	457	0,60%	0,99%	1,58%	1,51%	AI	XLPE
CU13	S813.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	505	0,60%	1,03%	1,62%	1,53%	AI	XLPE
	S813.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	569	0,60%	1,16%	1,75%	1,65%	AI	XLPE
	S813.3	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	633	0,60%	1,37%	1,96%	1,87%	AI	XLPE
	S813.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	497	0,60%	1,01%	1,61%	1,51%	AI	XLPE
	S813.5	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	419	0,60%	0,90%	1,50%	1,43%	AI	XLPE
	S813.6	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	91	0,60%	0,20%	0,79%	0,75%	AI	XLPE
	S813.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	65	0,60%	0,13%	0,73%	0,68%	AI	XLPE
	S813.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	551	0,60%	1,12%	1,72%	1,62%	AI	XLPE
	S813.9	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	421	0,60%	0,86%	1,45%	1,37%	AI	XLPE
	S813.10	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	193	0,60%	0,39%	0,99%	0,93%	AI	XLPE
CU14	S814.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	111	0,60%	0,23%	0,82%	0,77%	AI	XLPE
	S814.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	95	0,60%	0,19%	0,79%	0,74%	AI	XLPE
	S814.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	53	0,60%	0,11%	0,70%	0,66%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 15 di/of 51

	SB14.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	197	0,60%	0,40%	1,00%	0,94%	AI	XLPE
	SB14.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	307	0,60%	0,62%	1,22%	1,15%	AI	XLPE
	SB14.6	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	403	0,60%	0,87%	1,47%	1,40%	AI	XLPE
	SB14.7	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	551	0,60%	1,19%	1,79%	1,70%	AI	XLPE
	SB14.8	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	711	0,60%	1,54%	2,13%	2,04%	AI	XLPE
	SB14.9	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	555	0,60%	1,13%	1,72%	1,63%	AI	XLPE
	SB14.10	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	621	0,60%	1,26%	1,86%	1,75%	AI	XLPE
CU15	SB15.1	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	75	0,60%	0,16%	0,76%	0,71%	AI	XLPE
	SB15.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	81	0,60%	0,16%	0,76%	0,71%	AI	XLPE
	SB15.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	289	0,60%	0,59%	1,18%	1,11%	AI	XLPE
	SB15.4	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	399	0,60%	0,86%	1,46%	1,39%	AI	XLPE
	SB15.5	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	465	0,60%	1,00%	1,60%	1,52%	AI	XLPE
	SB15.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	575	0,60%	1,17%	1,77%	1,67%	AI	XLPE
	SB15.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	663	0,60%	1,35%	1,94%	1,83%	AI	XLPE
	SB15.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	515	0,60%	1,05%	1,64%	1,55%	AI	XLPE
	SB15.9	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	447	0,60%	0,91%	1,51%	1,42%	AI	XLPE
	SB15.10	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	381	0,60%	0,77%	1,37%	1,29%	AI	XLPE
CU16	SB16.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	71	0,60%	0,14%	0,74%	0,69%	AI	XLPE
	SB16.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	295	0,60%	0,60%	1,20%	1,13%	AI	XLPE
	SB16.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	397	0,60%	0,81%	1,40%	1,32%	AI	XLPE
	SB16.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	521	0,60%	1,06%	1,66%	1,56%	AI	XLPE
	SB16.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	523	0,60%	1,06%	1,66%	1,56%	AI	XLPE
	SB16.6	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	557	0,60%	1,20%	1,80%	1,72%	AI	XLPE
	SB16.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	471	0,60%	0,96%	1,55%	1,46%	AI	XLPE
	SB16.8	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	385	0,60%	0,83%	1,43%	1,36%	AI	XLPE
	SB16.9	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	277	0,60%	0,60%	1,19%	1,13%	AI	XLPE
	SB16.10	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	55	0,60%	0,11%	0,71%	0,66%	AI	XLPE
CU17	SB17.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	569	0,60%	1,16%	1,75%	1,65%	AI	XLPE
	SB17.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	515	0,60%	1,05%	1,64%	1,55%	AI	XLPE
	SB17.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	449	0,60%	0,91%	1,51%	1,42%	AI	XLPE
	SB17.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	151	0,60%	0,31%	0,90%	0,85%	AI	XLPE
	SB17.5	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	57	0,60%	0,12%	0,72%	0,68%	AI	XLPE
	SB17.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	87	0,60%	0,18%	0,77%	0,72%	AI	XLPE
	SB17.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	125	0,60%	0,25%	0,85%	0,80%	AI	XLPE
	SB17.8	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	213	0,60%	0,46%	1,06%	1,00%	AI	XLPE
	SB17.9	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	303	0,60%	0,65%	1,25%	1,19%	AI	XLPE
	SB17.10	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	469	0,60%	0,95%	1,55%	1,46%	AI	XLPE
CU18	SB18.1	14	196000	1500,0	218,8	2x(1x300 mm ²)	45	0,60%	0,08%	0,68%	0,63%	AI	XLPE
	SB18.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	167	0,60%	0,34%	0,94%	0,88%	AI	XLPE
	SB18.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	277	0,60%	0,56%	1,16%	1,09%	AI	XLPE
	SB18.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	543	0,60%	1,10%	1,70%	1,60%	AI	XLPE
	SB18.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm ²)	441	0,60%	0,90%	1,49%	1,41%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 16 di/of 51

	SB18.6	11	154000	1500,0	171,9	2x(1x300 mm²)	395	0,60%	0,55%	1,15%	1,04%	AI	XLPE
	SB18.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	379	0,60%	0,77%	1,37%	1,29%	AI	XLPE
	SB18.8	18	252000	1500,0	281,3	2x(1x300 mm²)	471	0,60%	1,08%	1,67%	1,61%	AI	XLPE
CU19	SB19.1	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	75	0,60%	0,16%	0,76%	0,71%	AI	XLPE
	SB19.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	53	0,60%	0,11%	0,70%	0,66%	AI	XLPE
	SB19.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	253	0,60%	0,51%	1,11%	1,04%	AI	XLPE
	SB19.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	305	0,60%	0,62%	1,22%	1,14%	AI	XLPE
	SB19.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	383	0,60%	0,78%	1,38%	1,30%	AI	XLPE
	SB19.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	487	0,60%	0,99%	1,59%	1,50%	AI	XLPE
	SB19.7	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	593	0,60%	1,28%	1,88%	1,79%	AI	XLPE
	SB19.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	551	0,60%	1,12%	1,72%	1,62%	AI	XLPE
	SB19.9	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	453	0,60%	0,92%	1,52%	1,43%	AI	XLPE
	SB19.10	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	187	0,60%	0,40%	1,00%	0,95%	AI	XLPE
CU20	SB20.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	59	0,60%	0,12%	0,72%	0,67%	AI	XLPE
	SB20.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	67	0,60%	0,14%	0,73%	0,69%	AI	XLPE
	SB20.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	431	0,60%	0,88%	1,47%	1,39%	AI	XLPE
	SB20.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	613	0,60%	1,25%	1,84%	1,74%	AI	XLPE
	SB20.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	263	0,60%	0,53%	1,13%	1,06%	AI	XLPE
	SB20.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	175	0,60%	0,36%	0,95%	0,89%	AI	XLPE
	SB20.7	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	265	0,60%	0,57%	1,17%	1,11%	AI	XLPE
	SB20.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	241	0,60%	0,49%	1,09%	1,02%	AI	XLPE
	SB20.9	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	591	0,60%	1,28%	1,87%	1,79%	AI	XLPE
	SB20.10	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	477	0,60%	1,03%	1,63%	1,55%	AI	XLPE
CU21	SB21.1	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	57	0,60%	0,12%	0,72%	0,68%	AI	XLPE
	SB21.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	105	0,60%	0,21%	0,81%	0,76%	AI	XLPE
	SB21.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	269	0,60%	0,55%	1,14%	1,08%	AI	XLPE
	SB21.4	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	293	0,60%	0,60%	1,19%	1,12%	AI	XLPE
	SB21.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	549	0,60%	1,12%	1,71%	1,62%	AI	XLPE
	SB21.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	427	0,60%	0,87%	1,46%	1,38%	AI	XLPE
	SB21.7	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	383	0,60%	0,78%	1,38%	1,30%	AI	XLPE
	SB21.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	497	0,60%	1,01%	1,61%	1,51%	AI	XLPE
	SB21.9	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	385	0,60%	0,83%	1,43%	1,36%	AI	XLPE
	SB21.10	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	327	0,60%	0,71%	1,30%	1,24%	AI	XLPE
CU22	SB22.1	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	81	0,60%	0,16%	0,76%	0,71%	AI	XLPE
	SB22.2	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	157	0,60%	0,32%	0,92%	0,86%	AI	XLPE
	SB22.3	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	269	0,60%	0,55%	1,14%	1,08%	AI	XLPE
	SB22.4	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	331	0,60%	0,71%	1,31%	1,25%	AI	XLPE
	SB22.5	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	391	0,60%	0,79%	1,39%	1,31%	AI	XLPE
	SB22.6	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	493	0,60%	1,00%	1,60%	1,51%	AI	XLPE
	SB22.7	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm²)	645	0,60%	1,39%	1,99%	1,90%	AI	XLPE
	SB22.8	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	585	0,60%	1,19%	1,79%	1,68%	AI	XLPE
	SB22.9	16	224000	1500,0	250	2x(1x300 mm²)	471	0,60%	0,96%	1,55%	1,46%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE
		SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 17 di/of 51

SB22.10	17	238000	1500,0	265,6	2x(1x300 mm ²)	359	0,60%	0,78%	1,37%	1,30%	Al	XLPE
---------	----	--------	--------	-------	----------------------------	-----	-------	-------	-------	-------	----	------

Tabella 1: Caratteristiche tecniche dei cavi di bassa tensione (String Box - Cabine di Conversione)

La caduta di tensione sul tratto stringa - string box è stata ottenuta considerando cautelativamente tutte i cavi di stringa di lunghezza lineare pari a 65 metri.

Il valore di tensione utilizzato ai fini del calcolo è quello del sistema nelle condizioni nominali di esercizio alla massima potenza del modulo (V_{mp}). La massima caduta di tensione che si ottiene nella sezione DC dell'impianto è quella sul circuito DC di collegamento tra lo String Box 14.8 e la cabina di trasformazione CU14. La caduta di tensione totale in questo caso è pari all'2,13%. Per quanto riguarda le perdite di potenza totali sui circuiti DC, queste si attestano all'incirca a 468,8 kW.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di media tensione, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60502-2 2005, applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono (metodo di installazione B.5.2.a):

- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2: (numero di circuiti 2-3-4-5 a 0,20 m) = 0,83 - 0,73 - 0,68 - 0,63
- K3: (profondità di posa a 1,0 m) = 0,98
- K4: (resistività termica del suolo 2 K*m/W) = 0,88

IDENTIFICAZIONE	CIRCUITO MT		DETTAGLIO CIRCUITO		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO						
	ORIGINE	DESTINAZIONE	SISTEMA	POTENZA TRASPORTATA (kVA)	V (kV)	I _b (A)	CONFORMAZIONE	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)	ΔP (%)	MATERIALE		V/V _m (kV)
Linea 1											CONDUTTORE	ISOLANTE	
	CU 2	CU 1	3φ	998	30	19,2	3 x (1 x 120 mm ²)	50	0,00 %	0,00 %	AL	XLPE	18/30
	CU 1	CU 3	3φ	1996	30	38,4	3 x (1 x 120 mm ²)	264	0,02 %	0,02 %	AL	XLPE	18/30
	CU 3	CU 5	3φ	2296	30	44,2	3 x (1 x 120 mm ²)	170	0,02 %	0,01 %	AL	XLPE	18/30
	CU 4	CU 5	3φ	500	30	9,6	3 x (1 x 120 mm ²)	104	0,00 %	0,00 %	AL	XLPE	18/30
Linea 2	CU5	CAB. RACC.	3φ	4791	30	92,2	3 x (1 x 120 mm ²)	1098	0,20 %	0,17 %	AL	XLPE	18/30
	CU 7	CU 6	3φ	1995	30	38,4	3 x (1 x 120 mm ²)	253	0,02 %	0,02 %	AL	XLPE	18/30
	CU 8	CU 6	3φ	998	30	19,2	3 x (1 x 120 mm ²)	167	0,01 %	0,01 %	AL	XLPE	18/30
	CU 6	CAB. RACC.	3φ	3293	30	63,4	3 x (1 x 120 mm ²)	503	0,06 %	0,05 %	AL	XLPE	18/30
Linea 3	CU 14	CU 13	3φ	1995	30	38,4	3 x (1 x 120 mm ²)	213	0,02 %	0,01 %	AL	XLPE	18/30
	CU 13	CU 12	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	480	0,07 %	0,06 %	AL	XLPE	18/30
	CU 12	CU 9	3φ	5985	30	115,2	3 x (1 x 120 mm ²)	145	0,03 %	0,03 %	AL	XLPE	18/30
	CU 9	CU 11	3φ	7980	30	153,6	3 x (1 x 150 mm ²)	247	0,06 %	0,06 %	AL	XLPE	18/30
	CU 11	CU 10	3φ	9480	30	182,4	3 x (1 x 150 mm ²)	22	0,01 %	0,01 %	AL	XLPE	18/30
	CU 10	CAB. RACC.	3φ	11475	30	220,8	3 x (1 x 240 mm ²)	141	0,03 %	0,03 %	AL	XLPE	18/30

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00 PAGE 18 di/of 51
--	--	---

Connessione Interna	CAB. RACC.	CAB. GEN.	3φ	19559	30	376,4	2 x 3 x (1 x 240 mm ²)	1986	0,40 %	0,35 %	AL	XLPE	18/30
Linea 4	CU 16	CU 15	3φ	1995	30	38,4	3 x (1 x 120 mm ²)	27	0,00 %	0,00 %	AL	XLPE	18/30
	CU 15	CU 17	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	273	0,04 %	0,04 %	AL	XLPE	18/30
	CU 17	CU 18	3φ	5985	30	115,2	3 x (1 x 120 mm ²)	330	0,08 %	0,07 %	AL	XLPE	18/30
	CU 18	CAB. GEN.	3φ	7485	30	144,0	3 x (1 x 120 mm ²)	602	0,17 %	0,17 %	AL	XLPE	18/30
Linea 5	CU 20	CU 19	3φ	1995	30	38,4	3 x (1 x 120 mm ²)	22	0,00 %	0,00 %	AL	XLPE	18/30
	CU 19	CU 21	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	590	0,09 %	0,08 %	AL	XLPE	18/30
	CU 22	CU 21	3φ	5985	30	115,2	3 x (1 x 120 mm ²)	282	0,06 %	0,06 %	AL	XLPE	18/30
	CU 21	CAB. GEN.	3φ	7980	30	153,6	3 x (1 x 150 mm ²)	123	0,03 %	0,03 %	AL	XLPE	18/30
Connessione Esterna	CAB. GEN.	SSU	3φ	35024	30	674,0	2 x 3 x (1 x 300 mm ²)	10836	2,16 %	1,77 %	AL	XLPE	18/30

Tabella 2: Caratteristiche tecniche dei cavi di media tensione

Tenuto conto che la massima corrente MT può essere assunta pari alla corrente nominale del trasformatore, la sezione minima scelta e indicata nello schema unifilare per il cavo MT è pari a 120 mm², sovradimensionata rispetto ai parametri di funzionamento previsti.

Inoltre tale scelta è determinata dalla tenuta del cavo alle possibili correnti di cortocircuito che potrebbero instaurarsi a livello dei quadri di media tensione prima dell'apertura del circuito da parte delle protezioni in caso di guasto. Queste correnti sono state considerate elevate in questa fase progettuale non di dettaglio.

In merito alle cadute di tensione, la massima caduta di tensione sui diversi circuiti MT è pari a 0,29 %, corrispondente alla linea MT n.4, per quel che riguarda le connessioni interne e il 2,16% per il cavidotto di connessione tra impianto FV e sottostazione di elevazione MT/AT.

3 DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli fotovoltaici di potenza 500 Wp raggruppati in stringhe da 28 moduli ciascuna come indicato nello schema elettrico unifilare.

L'impianto fotovoltaico sarà suddiviso in ventidue sottocampi identificabili con ciascuna cabina di conversione presente all'interno della sezione stessa. Ogni cabina di conversione ospita un trasformatore di potenza MT/BT, un trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari d'impianto, i quadri elettrici BT ed MT ed i servizi ausiliari.

In ciascuna stringa i moduli sono collegati in serie, con i terminali positivi e negativi di ognuna di esse collegati direttamente in ingresso delle string box. Ciascuna string box è collegata in ingresso al quadro di parallelo DC di ciascun inverter presente in ciascuna cabina di conversione in linea con lo schema elettrico unifilare dell'impianto.

L'uscita in media tensione di ciascuna cabina di conversione sarà collegata alle cabine di consegna formata da una linea in configurazione ad anello che si attesterà su un quadro MT installato nella cabina utente di campo.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 19 di/of 51

3.1 GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli fotovoltaici in silicio cristallino aventi potenza 500 Wp raggruppati in stringhe da 28 moduli ciascuna come indicato nello schema elettrico unifilare. I moduli saranno installati a terra per file parallele su strutture di supporto di tipo tracker.

I moduli sono collegati a gruppi di 28 in serie che formano una stringa le cui caratteristiche risultanti sono riportati in tabella:

Moduli per stringa	N°	28
Potenza nominale	Wp	14.000
Tensione nominale	V	1188,6
Tensione a circuito aperto	V	1428,0
Corrente nominale	A	11,80
Corrente di cortocircuito	A	12,50

3.2 GENERATORE FOTOVOLTAICO

Nell'impianto sono previsti complessivamente 179 string box per consentire il parallelo delle stringhe e ventidue Conversion unit per la conversione DC/AC, rispettivamente n.3 Conversion unit di potenza pari a 1995 KVA e n.1 Conversion unit di potenza pari a 1500 KVA; a ciascuno string box saranno collegate un numero di stringhe che va da 10 stringhe in parallelo a 18 stringhe in parallelo delle quali risultano le grandezze indicate in tabella seguente:

Stringhe per String Box	N°	11
Potenza nominale	kWp	154,00

Stringhe per String Box	N°	12
Potenza nominale	kWp	168,00

Stringhe per String Box	N°	14
Potenza nominale	kWp	196,00

Stringhe per String Box	N°	16
Potenza nominale	kWp	224,00

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 20 di/of 51

Stringhe per String Box	N°	17
Potenza nominale	kWp	238,00

Stringhe per String Box	N°	18
Potenza nominale	kWp	252,00

Di seguito si riporta il datasheet di riferimento per gli inverter centralizzati a installarsi all'interno dell'impianto fotovoltaico:

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 - PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 21 di/of 51

3.2.1 INVERTER 1995 KVA

SUNWAY TG STANDARD series

SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD

Indoor Application



SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 22 di/of 51



Main features	
Model	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD
MPPT voltage range ⁽¹⁾	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	910 - 1500 V
Number of independent MPPTs	1 (Master-Slave) or 2 (Independent)
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V $\pm$ 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range ⁽³⁾	Circular Capability
Operating temperature range	-25 $\div$ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP54
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	4000 m

Input ratings (DC)			
Maximum short circuit PV input current	1500 A each MPPT (double MPPT configuration) or 3000 A (single MPPT configuration)		
PV voltage Ripple	< 1%		
Output ratings (AC)			
	25 °C	45 °C	50 °C
Rated output power	1995 kVA	1774 kVA	1663 kVA
Rated output current	1800 A	1600 A	1500 A
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		
Inverter efficiency			
Maximum / EU / CEC efficiency ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %		
Inverter dimensions and weight			
Dimensions (W x H x D)	3000 x 2100 x 800 mm		
Weight	2700 kg		
Auxiliary consumptions			
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W		
Auxiliary consumptions	1800 W		

NOTES⁽¹⁾ @ rated V_{AC} and $\cos \phi = 1$.⁽²⁾ With power derating⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.⁽⁵⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 23 di/of 51



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 5650 m ³ /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected ⁽²⁾	14 / 14
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

NOTES

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) Fuses to be ordered separately.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 - PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 24 di/of 51

3.2.2 INVERTER 1500 KVA

SUNWAY TG STANDARD series

SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD

Indoor Application

(Custom Output Power 1500 kVA)



SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 25 di/of 51



Main features	
Model Name	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD
Configuration	Custom Output Power 1500 kVA
MPPT voltage range ⁽¹⁾	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	910 - 1500 V
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V $\pm$ 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range ⁽³⁾	Circular Capability
Operating temperature range	-25 $\div$ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP20
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	4000 m
Base Unit Converter Model ⁽⁵⁾	TG 900 1500V TE
Input ratings (DC)	
Maximum short circuit PV input current	2 x 1500A
PV voltage Ripple	< 1%
Output ratings (AC)	
Output power	1500 kVA up to 50°C ambient temperature ⁽⁸⁾
Rated output current	1353 A ⁽⁸⁾
Power threshold	1% of Rated output power
Total AC current distortion	$\leq$ 3% ⁽⁷⁾
MPPT and conversion efficiency	
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8% / 99.7%
Max / EU / CEC conversion efficiency ^{(1) (6)}	98.7 % / 98.4 % / - %
Inverter dimensions and weight	
Dimensions (W x H x D)	3000 x 2100 x 800 mm
Weight	2700 kg
Auxiliary consumptions	
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W
Auxiliary consumptions	1800 W

NOTES⁽¹⁾ @ rated V_{AC} and $\cos \varphi = 1$.⁽²⁾ With power derating⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.⁽⁵⁾ The inverter is a modular cabinet, composed by n.2 Independent converters model TG 900 1500V TE.⁽⁶⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999⁽⁷⁾ At nominal power⁽⁸⁾ Custom Output Power option. AC Power limited to 1500 kVA

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 26 di/of 51



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 5650 m ³ /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole / fuse protected ⁽²⁾	14 / 14
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

NOTES

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) DC Fuses not included. Number and current rating of DC fuses configurable.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 - PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 27 di/of 51

3.2.3 INVERTER 998 KVA

SUNWAY TG STANDARD series

SUNWAY TG900 1500V TE - 640 STD

Indoor Application



SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 28 di/of 51



Main features	
Model	SUNWAY TG900 1500V TE - 640 STD
MPPT voltage range ⁽¹⁾	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	910 - 1500 V
Number of independent MPPTs	1
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V $\pm$ 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range ⁽³⁾	Circular Capability
Operating temperature range	-25 $\div$ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP54
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	4000 m

Input ratings (DC)			
Maximum short circuit PV input current	1500		
PV voltage Ripple	< 1%		
Output ratings (AC)			
	25 °C	45 °C	50 °C
Rated output power	998 kVA	887 kVA	832 kVA
Rated output current	900 A	800 A	750 A
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		
Inverter efficiency			
Maximum / EU / CEC efficiency ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %		
Inverter dimensions and weight			
Dimensions (W x H x D)	1800 x 2100 x 800 mm		
Weight	1745 kg		
Auxiliary consumptions			
Stop mode losses / Night losses	45 W / 45 W		
Auxiliary consumptions	1250 W		

NOTES

⁽¹⁾ @ rated V_{AC} and $\cos \varphi = 1$.

⁽²⁾ With power derating

⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.

⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.

⁽⁵⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 29 di/of 51



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 3100 m ³ /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected ⁽²⁾	7 / 7
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

NOTES

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) Fuses to be ordered separately.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 - PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 30 di/of 51

3.2.4 INVERTER 500 KVA

SUNWAY TG OUTDOOR series

SUNWAY TG900 1500V TE - 640 STD

Custom Output Power Configuration (500 kW)

Indoor Application



SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 31 di/of 51



Main features	
Model	SUNWAY TG900 1500V TE - 640 OD (w custom output power)
MPPT voltage range ⁽¹⁾	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	910 - 1500 V
Number of independent MPPTs	1
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V $\pm$ 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range ⁽³⁾	Circular Capability
Operating temperature range	-25 $\div$ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP20
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	4000 m

Input ratings (DC)	
Maximum short circuit PV input current	1500
PV voltage Ripple	< 1%

Output ratings (AC)	
Rated output power (up to 50°C)	500 kVA ⁽⁷⁾
Rated output current	451 A ⁽⁷⁾
Power threshold	1% of Rated output power
Total AC current distortion	$\leq$ 3% ⁽⁶⁾

MPPT and conversion efficiency	
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %
Maximum / EU / CEC efficiency ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %

Inverter dimensions and weight	
Dimensions (W x H x D)	1800 x 2100 x 800 mm
Weight	1745 kg

Auxiliary consumptions	
Stop mode losses / Night losses	45 W / 45 W
Auxiliary consumptions	1250 W

NOTES

⁽¹⁾ @ rated V_{AC} and $\cos \phi = 1$.

⁽²⁾ With power derating

⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.

⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.

⁽⁵⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999

⁽⁶⁾ At nominal power

⁽⁷⁾ Resulting from Power Limitation obtained applying the inverter Custom Output Power Option

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 32 di/of 51



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 3100 m ³ /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected ⁽²⁾	7 / 7
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

NOTES

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) Fuses to be ordered separately.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 - PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 33 di/of 51

3.2.5 INVERTER 300 KVA

SUNWAY TG OUTDOOR series

SUNWAY TG900 1500V TE - 600 STD

Custom Output Power Configuration (300 kW)

Indoor Application



SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 34 di/of 51



Main features	
Model	SUNWAY TG900 1500V TE - 600 STD (w custom output power)
MPPT voltage range ⁽¹⁾	880 - 1200 V
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	850 - 1500 V
Number of independent MPPTs	1
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	600 V $\pm$ 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range ⁽³⁾	Circular Capability
Operating temperature range	-25 $\div$ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP20
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	4000 m

Input ratings (DC)	
Maximum short circuit PV input current	1500
PV voltage Ripple	< 1%

Output ratings (AC)	
Rated output power (up to 50°C)	300 kVA ⁽⁷⁾
Rated output current	290 A ⁽⁷⁾
Power threshold	1% of Rated output power
Total AC current distortion	$\leq$ 3% ⁽⁶⁾

MPPT and conversion efficiency	
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %
Maximum / EU / CEC efficiency ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %

Inverter dimensions and weight	
Dimensions (W x H x D)	1800 x 2100 x 800 mm
Weight	1745 kg

Auxiliary consumptions	
Stop mode losses / Night losses	45 W / 45 W
Maximum Auxiliary consumptions	1250 W

NOTES

⁽¹⁾ @ rated V_{AC} and $\cos \phi = 1$.

⁽²⁾ With power derating

⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.

⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.

⁽⁵⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999

⁽⁶⁾ At nominal power

⁽⁷⁾ Resulting from Power Limitation obtained applying the inverter Custom Output Power Option

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 35 di/of 51



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 3100 m ³ /h (max)
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected ⁽²⁾	7 / 7
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

NOTES

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) Fuses to be ordered separately.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 36 di/of 51

3.3 QUADRO MT

Di seguito vengono indicate le caratteristiche del quadro di media tensione della Santerno Power Units.

	Technical Document	CPI 15010
---	--------------------	-----------

3. Technical features**3.1 Electrical characteristics**

Electrical requirements		
Data	Unit	Value
Rated Voltage	kV	24
Service Voltage	kV	22 +- 10%
Rated Frequency	Hz	50 ±3 Hz
Rated current	A	630
Lightning impulse withstand voltage (between phases and towards the ground)	kV	125
Lightning impulse withstand voltage (across the isolating distance)	kV	145
Power frequency withstand voltage (between the phases)	kV	50
Power frequency withstand voltage (across the isolating distance)	kV	60
Rated short time withstand current I_k	kA	16
Rated peak withstand current I_p (making capacity)	kA	2.5 I_k
Rated duration of short circuit t_k	s	3
Terminals		Type C connectors
Degree of protection on front face		IP33
Degree of protection on electrical MV circuits		IP67
Internal Arc withstand current AFLR	kA	20 kA 1s
Loss of Service Continuity class		LSC 2A

Il quadro è progettato, prodotto e testato in conformità agli standard IEC (International Electrical Code) e in particolare possono essere applicati i seguenti standard di riferimento.

- IEC 62271 – 100 - High voltage alternating current circuit breakers
- IEC 62271-102 - Alternating current disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-103 - High voltage switches for rated voltage above 1kV and up to 52kV
- IEC 62271-105 - Alternating current switch - fuse combination
- IEC 62271-1 - Common specifications for high voltage switchgear and controlgear

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 37 di/of 51

- IEC 62271-200 - A.C. Metal enclosed switchgear and controlgear for rated voltage above 1kV and up to 52kV
- IEC 62271-201 - AC insulated enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-202 - Compact sub-station system
- IEC 60282-1 - Protection fuse
- IEC 60265-1 - Switch disconnectors
- IEC 60376 - Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment
- IEC 60447 - Basic and safety principles for HMI, marking and identification -Actuating principles
- IEC 60470 - Contactors
- IEC 60044 - Instrument transformers
- IEC 60125 - Protection relays
- IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code)

3.4 TRASFORMATORE MT/BT

Nella conversion unit a valle degli inverter lato AC sarà presente un trasformatore trifase MT/BT caratterizzato da una potenza funzione del cabinato corrispondente.

L'uscita MT di ogni trasformatore sarà collegata ad un quadro di media tensione, presente nel cabinato della conversion unit, composto da uno scomparto con un interruttore automatico MT con relativa protezione di massima corrente, come indicato nello schema unifilare.

Le uscite in media tensione di ciascuna conversion unit saranno collegate al quadro MT presente nella Cabina di consegna MT.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 38 di/of 51

3.4.1 TRASFORMATORE 2000 KVA

 SANTERNO ENERTRONICA GROUP	Technical Document	LV/MV Trafo
--	--------------------	-------------

Technical Data**Electrical Data**

DATA	U.M.	VALUE	NOTE
Rated Power	kVA	2000 (1000 + 1000)	
Frequency	Hz	50	
Phases		3	
Primary Voltage	kV	30	+/- 10%
Primary Tapping Voltage Range		(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	m	<= 1000 a.s.l.	
Primary Connection		Delta	
Secondary Voltage	V	640 - 640	
Secondary Connections		Wye Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	kV	36/50/125	
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	kV	3.6/10/-	
Phase Displacement		Dy11y11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method		AN	(*) see ventilation listed in the accessories list
Climatic Classification		C2	
Environmental Classification		E2	
Fire Behaviour Classification		F1	
Insulating Material Classification pri/sec		F/F	
Operating Temperature min / max	°C	-20 / +45	
Core Temperature Rise - pri/sec	°C	95/95	
No-Load Loss (at rated voltage)	W	A0	According to UE N.548/2014
Load Loss (at 120°C)	W	Ak	According to UE N.548/2014
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/sec @ rated power	%	6	
No-Load Current (at rated voltage)	%	0.6	
Partial Discharge Level	pC	≤10	
Windings Material		Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	dB(A)	<80	
Weight (indicative)	kg	5000	to be e confirmed
Wheelbase (Lu x La)	mm	1070 x 1070	to be e confirmed
Installation room dimensions (L x H x W)	mm	3230 x 2640 x 2240	

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 39 di/of 51

3.4.2 TRASFORMATORE 1500 KVA

 SANTERNO ENERTRONICA GROUP	Technical Document	LV/MV Trafo
--	--------------------	-------------

Technical Data**Electrical Data**

DATA	U.M.	VALUE	NOTE
Rated Power	kVA	2000 (1000 + 1000)	
Frequency	Hz	50	
Phases		3	
Primary Voltage	kV	30	+/- 10%
Primary Tapping Voltage Range		(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	m	<= 1000 a.s.l.	
Primary Connection		Delta	
Secondary Voltage	V	640 - 640	
Secondary Connections		Wye Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	kV	36/50/125	
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	kV	3.6/10/-	
Phase Displacement		Dy11y11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method		AN	(*) see ventilation listed in the accessories list
Climatic Classification		C2	
Environmental Classification		E2	
Fire Behaviour Classification		F1	
Insulating Material Classification pri/sec		F/F	
Operating Temperature min / max	°C	-20 / +45	
Core Temperature Rise - pri/sec	°C	95/95	
No-Load Loss (at rated voltage)	W	A0	According to UE N.548/2014
Load Loss (at 120°C)	W	Ak	According to UE N.548/2014
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/sec @ rated power	%	6	
No-Load Current (at rated voltage)	%	0.6	
Partial Discharge Level	pC	≤10	
Windings Material		Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	dB(A)	<80	
Weight (indicative)	kg	5000	to be e confirmed
Wheelbase (Lu x La)	mm	1070 x 1070	to be e confirmed
Installation room dimensions (L x H x W)	mm	3230 x 2640 x 2240	

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 40 di/of 51

3.4.3 TRASFORMATORE 1000 KVA

	Technical Document	LV/MV Trafo
---	--------------------	-------------

Technical Data

DATA	U.M.	VALUE	NOTE
Rated Power	kVA	1000	
Frequency	Hz	50	
Phases		3	
Primary Voltage	kV	30	+/- 10%
Primary Tapping Voltage Range		(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	m	<= 1000 a.s.l.	
Primary Connection		Delta	
Secondary Voltage	V	640	
Secondary Connections		Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	kV	36/50/125	
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	kV	1.1/3/-	
Phase Displacement		Dy11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method		AN	(*) see ventilation listed in the accessories list
Climatic Classification		C2	
Environmental Classification		E2	
Fire Behavior Classification		F1	
Insulating Material Classification pri/sec		F/F	
Operating Temperature min / max	°C	-20 / +45	
Core Temperature Rise - pri/sec	°C	95/95	
No-Load Loss (at rated voltage)	W	A0	According to UE N.548/2014
Load Loss (at 120°C)	W	Ak	According to UE N.548/2014
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/ sec @ rated power	%	6	
No-Load Current (at rated voltage)	%	0.6	
Partial Discharge Level	pC	≤10	
Windings Material		Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	dB(A)	<80	
Weight (indicative)	kg	4500	to be e confirmed
Wheelbase (Lu x La)	mm	1070 x 1070	to be e confirmed
Installation room dimensions (L x H x W)	mm	2660 x 2640 x 2240	To be confirmed

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 41 di/of 51

3.4.4 TRASFORMATORE 500 KVA

	Technical Document	LV/MV Trafo
---	--------------------	-------------

Technical Data

DATA	U.M.	VALUE	NOTE
Rated Power	kVA	500	
Frequency	Hz	50	
Phases		3	
Primary Voltage	kV	30	+/- 10%
Primary Tapping Voltage Range		(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	m	<= 1000 a.s.l.	
Primary Connection		Delta	
Secondary Voltage	V	640	
Secondary Connections		Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	kV	36/50/125	
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	kV	1.1/3/-	
Phase Displacement		Dy11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method		AN	(*) see ventilation listed in the accessories list
Climatic Classification		C2	
Environmental Classification		E2	
Fire Behavior Classification		F1	
Insulating Material Classification pri/sec		F/F	
Operating Temperature min / max	°C	-20 / +45	
Core Temperature Rise - pri/sec	°C	95/95	
No-Load Loss (at rated voltage)	W	A0	According to UE N.548/2014
Load Loss (at 120°C)	W	Ak	According to UE N.548/2014
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/ sec @ rated power	%	6	
No-Load Current (at rated voltage)	%	0.6	
Partial Discharge Level	pC	≤10	
Windings Material		Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	dB(A)	<69	
Weight (indicative)	kg	2000	
Dimensions (LxHxD) (indicative)	mm	1500 x 1800 x 900	

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 42 di/of 51

3.4.5 TRASFORMATORE 300 KVA

 SANTERNO ENERTRONICA GROUP	Technical Document	LV/MV Trafo
--	--------------------	-------------

Technical Data

DATA	U.M.	VALUE	NOTE
Rated Power	kVA	300	
Frequency	Hz	50	
Phases		3	
Primary Voltage	kV	30	+/- 10%
Primary Tapping Voltage Range		(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	m	<= 1000 a.s.l.	
Primary Connection		Delta	
Secondary Voltage	V	600	
Secondary Connections		Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	kV	36/50/125	
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	kV	1.1/3/-	
Phase Displacement		Dy11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method		AN	(*) see ventilation listed in the accessories list
Climatic Classification		C2	
Environmental Classification		E2	
Fire Behavior Classification		F1	
Insulating Material Classification pri/sec		F/F	
Operating Temperature min / max	°C	-20 / +45	
Core Temperature Rise - pri/sec	°C	95/95	
No-Load Loss (at rated voltage)	W	A0	According to UE N.548/2014
Load Loss (at 120°C)	W	Ak	According to UE N.548/2014
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/ sec @ rated power	%	6	
No-Load Current (at rated voltage)	%	0.6	
Partial Discharge Level	pC	≤10	
Windings Material		Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	dB(A)	<69	
Weight (indicative)	kg	420	
Dimensions (LxHxD) (indicative)	mm	1200 x 1100 x 680	

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 43 di/of 51

3.5 TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX

A monte di ogni trasformatore MT/BT (quindi lato BT), è prevista una linea per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina e dell'intero impianto che andrà a confluire in un quadro elettrico specifico.

L'alimentazione in BT dei servizi ausiliari sarà consentita tramite la presenza di un trasformatore BT/BT (640/400 Vac) di potenza nominale di 30 kVA (isolato in resina) e, in parallelo, in assenza di alimentazione dall'impianto, sarà comunque garantita da una linea temporanea di backup indipendente.

4 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO FV

Sulla base dei componenti sopra indicati, si riportano i calcoli di dimensionamento atti a verificare se tutti i componenti del generatore fotovoltaico sono correttamente accoppiati; inoltre, vengono definite le sezioni dei conduttori da impiegare in modo da verificare le portate degli stessi conduttori e la caduta di tensione.

4.1 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI IN BT

Il dimensionamento dei conduttori viene eseguito in base a due criteri: criterio della caduta di tensione e criterio termico.

Relativamente alla caduta di tensione la normativa non prevede specifici valori per gli impianti fotovoltaici; tuttavia in considerazione che le perdite hanno un elevato valore economico, derivante dall'incentivo del conto energia è opportuno limitare la caduta di tensione totale in CC a valori prossimi al 2% nella quasi totalità dei circuiti.

Il calcolo della caduta di tensione nei diversi tratti è eseguito applicando l'espressione:

$$\Delta V = \frac{2 \times I \times L \times \rho}{S}$$

dove:

- I = l'intensità della corrente in A;
- L = la lunghezza del cavo in m;
- S = la sezione del cavo in mm²;
- ρ = la resistività (rame 0,01725 ed alluminio 0,028 Ohm×mm²/m).

Relativamente al criterio termico per i singoli conduttori, si fa riferimento, come corrente di impiego I_b, alla corrente di cortocircuito (la massima che può percorrere il circuito) stilata in accordo alle prescrizioni della normativa vigente in materia e, a favore della sicurezza, ulteriormente maggiorata del 10%. Tale corrente, dovrà essere inferiore alla portata del

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 44 di/of 51

conduttore scelto, calcolata con la seguente espressione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

Dove:

- K1: Fattore di correzione che tiene conto della temperatura dell'aria/terreno;
- K2: Fattore di correzione che tiene conto del mutuo distanziamento dei circuiti;
- K3: Fattore di correzione che tiene conto della profondità di posa del circuito (valido per installazioni caratterizzate da posa interrata);
- K4: Fattore di correzione che tiene conto della resistività termica del terreno (valido per installazioni caratterizzate da posa interrata).

La protezione dal sovraccarico e dal corto circuito deve essere garantita sia per i cavi che per i moduli.

I moduli connessi in serie a formare ciascuna stringa fotovoltaica, sono protetti mediante dei fusibili con corrente nominale pari a 30 A; la loro corrente nominale risulta superiore alla corrente di cortocircuito di una stringa e, pertanto, idonea a garantire la protezione dei moduli che tollerano sempre una corrente inversa (quella che li interessa in caso di cortocircuito) superiore a 2 volte la corrente di cortocircuito del modulo (che è pari alla corrente di cortocircuito della stringa).

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 45 di/of 51

4.2 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI IN MT

I cavi in media tensione sono previsti per ciascuno dei tre collegamenti del primario del trasformatore al quadro MT della cabina di conversione e da questo al quadro mt previsto nelle cabine di raccolta e generale MT.

I cavi saranno posati direttamente nel terreno, in accordo a quanto indicato nel layout di riferimento. I cavi impiegati saranno caratterizzati da un conduttore in alluminio con isolamento in XLPE. Tenuto conto che la massima corrente MT può essere assunta pari alla corrente nominale del trasformatore, la sezione minima scelta e indicata nello schema unifilare è 120 mm², nettamente sovradimensionata rispetto ai parametri di funzionamento previsti.

5 IMPIANTO GENERALE DI TERRA

L'impianto di terra da realizzare deve soddisfare le disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare, si ricorda che l'impianto di terra è costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra, attraverso una bassa impedenza.

6 SISTEMA DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

Sarà realizzato un sistema di protezione dalle sovratensioni costituito da:

- limitatori di sovratensione per linee dati delle unità centrali;
- limitatori di sovratensione per protezione delle centrali di apparati sensibili come : centrale telefonica, rivelazione incendio, etc.;
- limitatori di sovratensione per protezione di linee di segnale;
- limitatori di sovratensione per protezioni delle linee dati.

Si dovranno fornire e posare in opera protezioni per le linee Ethernet, e tutte le linee dati e per tutte le unità centrali di centri informatici (supervisione, eccetera).

Dovranno essere utilizzate apparecchiature del seguente tipo:

- protezione compatte delle linee dati e sistemi di trasmissione:
 - Tipo 1 reti ethernet:
 - tensione segnale 6 Volt;
 - corrente nominale di scarica isn (8/20) 8 kA;
 - trasmissione 10 Mbits;
 - capacità trasversale Cq minore di 30 pF;
 - perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB;
 - tempo di innesco minore di 1 ns;

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00 PAGE 46 di/of 51
▪ tensione massima segnale 15 V; ○ Tipo 1 linee dati: ▪ tensione segnale 6 Volt; ▪ corrente nominale di scarica isn(8/20) 8 kA; ▪ trasmissione 10 Mbits; ▪ capacità trasversale Cq minore di 50 pF; ▪ perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB; ▪ tempo di innesco minore di 1 ns; ▪ tensione massima segnale 15 V. • Protezioni dirette le linee di trasmissione e di ricezione direttamente nel cavo saranno inoltre protetti con Connettori tipo UHF tipo: ○ potenza di trasmissione 400 W; ○ corrente nominale di scarica isn(8/20) 5 kA; ○ frequenza di trasmissione 2,5 Ghz; ○ perdita di trasmissione fino a 2,5 GHz minore di 0,8 dB; ○ tempo di innesco minore di 100 ns. • Impedenza 75 Ω; • Protezioni di tutti gli ingressi/uscite delle unità centrali contro le sovratensioni nelle linee dati tipo: ○ Tensione segnale Us +-12 V ○ Tensione massima segnale Usmax +/-15 V ○ Corrente nominale 100 mA ○ Corrente nominale di scarica isn(8/20) 5 kA; ○ Corrente massima di prova isg 10 kA ○ Frequenza di trasmissione 2,5 Ghz ○ Rate di trasmissione 100 kBits ○ Limitazione tensione a 1kV/micros 20 V ○ Tempo di innesco minore di 1 ns; ○ Impedenza 75 ohm. L'opera comprende l'integrazione al sistema equipotenziale e dovrà essere coordinato in sede di scelta delle apparecchiature e delle reti effettivamente montate dall'Appaltatore. Il sistema nel suo complesso dovrà essere rispondente alla CEI 81-4 e dovrà garantire la protezione dalle scariche atmosferiche e dalle sovratensioni.		

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 47 di/of 51

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

Dovranno essere evitati:

- parallelismi tra BUS e parti metalliche appartenenti a sistemi di protezione contro i fulmini;
- formazioni di spire costituite da linee BUS, linee elettriche e altre parti metalliche.
- Collegamento a terra degli schermi: quando il sistema prevede l'uso di cavi schermati, lo schermo va collegato a terra in un solo punto per evitare che possa convogliare le correnti di guasto e quindi diventare una sorgente di disturbo o, peggio, subire danni per effetto Joule.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 - PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 48 di/of 51

7 CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE**7.1 CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO**

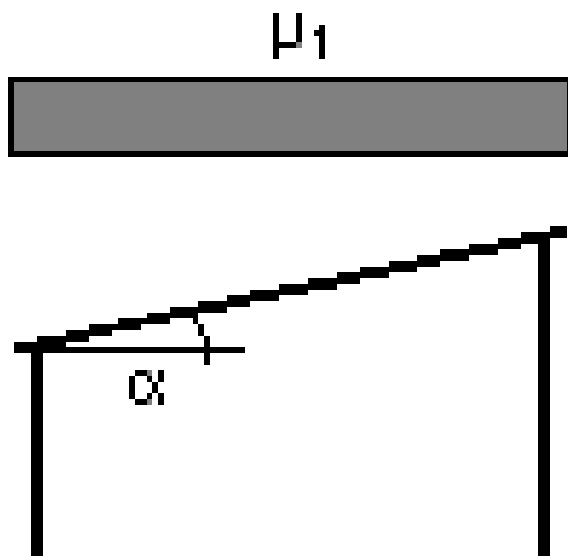
Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

NEVE:

Zona Neve = III

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni $C_{tr} = 1$ per $T_r = 50$ anni C_e (coeff. di esposizione al vento) = 0,90Valore caratteristico del carico al suolo = $q_{sk} C_e C_{tr} = 54$ daN/mqCopertura ad una falda:Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 55,0^\circ$ $m_1 = 0,13 \Rightarrow Q_1 = 7$ daN/mqSchema di carico:

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 49 di/of 51

VENTO:

Zona vento = 4

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 28 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 500 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 170 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 28,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$ per $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 28,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: D

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)]

Esposizione: Cat. II - Zona costiera entro 10 km dal mare

($K_r = 0,19$; $Z_o = 0,05 \text{ m}$; $Z_{min} = 4 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 49 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,87$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 4,50 \text{ m}$

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 90 \text{ daN/mq}$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:

Zona: IV

$T_{min} = -3.53^\circ$ [NTC 3.5.7]

$T_{max} = 41.66^\circ$ [NTC 3.5.8]

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 13 S.R.L.
Via Giuseppe Giardina 22
96018 – PACHINO (SR)
P.iva: 10363370965



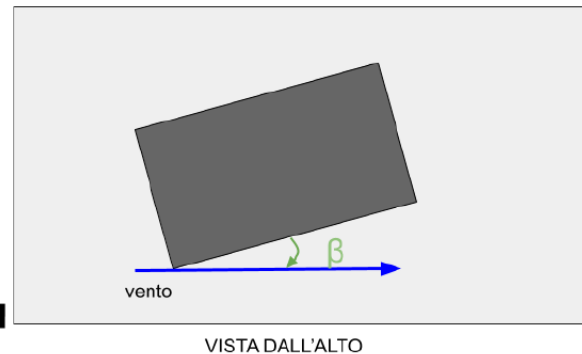
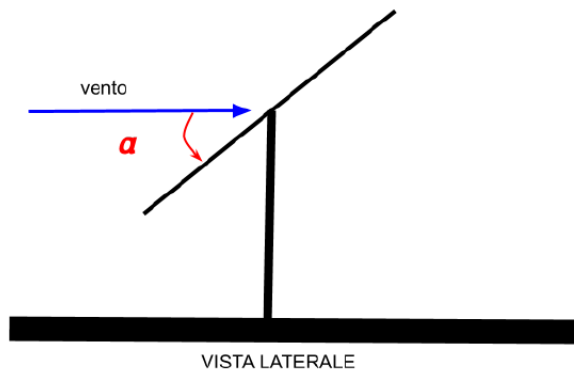
CODE

SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00

PAGE 50 di/of 51

7.2 STRUTTURA PORTAMODULI

Le strutture presentate, sono del tipo inseguitore monoassiali. Questi elementi sono prefabbricati e realizzati in officina e solo assemblati in sito. Il fornitore ha provveduto a fornire dei certificati (Allegato1), dai quali si evince il processo di produzione, ed in particolare le risultanze dei test della galleria del vento per cui le strutture sono progettate.



TEST 2XND												
	β [°]	α [°]	Wspeed nominal [m/s]	Wspeed actual [m/s]	L_corr [N]	D_corr [N]	Cl_corr*S [m^2]	Cd_corr*S [m^2]	LA_corr[N]	LB_corr [N]	Pitch Moment [Nm]	Pitch Moment coefficient t*S*c [m^3]
Run 25	0	0	30	32,267	64,680	231,120	0,112	0,399	253,496	-197,833	-28,960	-0,050
Run 26	0	5	40	41,969	39,532	375,046	0,041	0,386	343,809	-312,358	-98,392	-0,101
Run 27	0	60	12	11,604	-40,307	85,306	-0,534	1,131	47,343	-89,406	-30,315	-0,402
Run 28	0	-60	12	11,417	38,938	110,470	0,533	1,512	139,687	-103,682	4,949	0,068
Run 29	45	0	30	32,101	195,610	231,911	0,342	0,406	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 30	45	5	40	41,785	126,998	384,518	0,132	0,401	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 31	45	60	12	12,039	-35,346	70,615	-0,437	0,874	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 32	45	-60	12	11,784	46,252	90,690	0,596	1,169	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 33	90	0	30	32,365	105,758	241,237	0,183	0,417	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 34	90	5	40	41,655	196,515	397,427	0,207	0,419	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 35	90	60	12	12,510	8,512	35,002	0,098	0,403	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 36	90	-60	12	12,498	13,908	35,940	0,160	0,414	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

In particolare, il vento base per l'area di progetto è pari a 28 m/s. La struttura opera con il sistema ad inseguimento fino ad una velocità pari a 11,4 m/s, dopo di che si setta su una posizione di protezione (Stow position), nella quale resiste a velocità del vento pari a circa 41 m/s.

Prima della costruzione sarà cura del fornitore delle strutture tracker l'emissione del certificato di conformità delle strutture portamoduli.

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 13 S.R.L. Via Giuseppe Giardina 22 96018 – PACHINO (SR) P.iva: 10363370965		CODE SCS.DES.R.GEN.ITA.P.3661.012.00
		PAGE 51 di/of 51

7.3 FONDAZIONI DEI CABINATI

I cabinati, così come le fondazioni degli stessi, sono di tipo prefabbricato. Questi elementi sono perciò realizzati in officina e solo assemblati in sito, dove si provvede a preparare il piano di posa con uno strato di magrone. Le strutture di fondazione sono fornite sotto forma di vasca prefabbricata, su cui si innesta la cabina.

8 ALLEGATO 1

Certificato di conformità:

- Comal - test Tracker_ Test effettuato presso il "Wind Tunnel Raffaele Balli" del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli studi di Perugia.

9 ALLEGATO 2

- Datasheet modulo FV: RSM150-8-480-500M G5.3 IEC1500V-40mm 2020H1-2-EN

IL PROGETTISTA



Device under test:
Solar Tracker unit

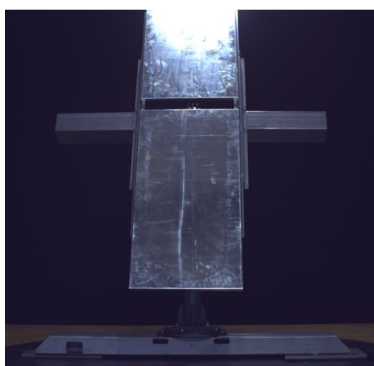


Figure 1: Test Layout

Scientific Supervisor: Prof. Francesco Castellani

Technical Supervisor: Dott. Roberto Pignattini

Roberto Pignattini

1 Introduzione

Il presente documento riassume e discute le prove condotte presso la galleria del vento "R.Balli" del Dipartimento di Ingegneria dell' Università degli Studi di Perugia, su commissione dell'azienda Comal. Lo scopo dei test è stato quello di valutare le sollecitazioni aerodinamiche agenti su un solar tracker su cui sono installati due moduli fotovoltaici affiancati, al variare della direzione di incidenza tra il vento e la superficie esposta. Le prove sono state effettuate sulle configurazioni denominate **2XN** e **2XND**, rispettivamente con i due pannelli contigui e distanziati.

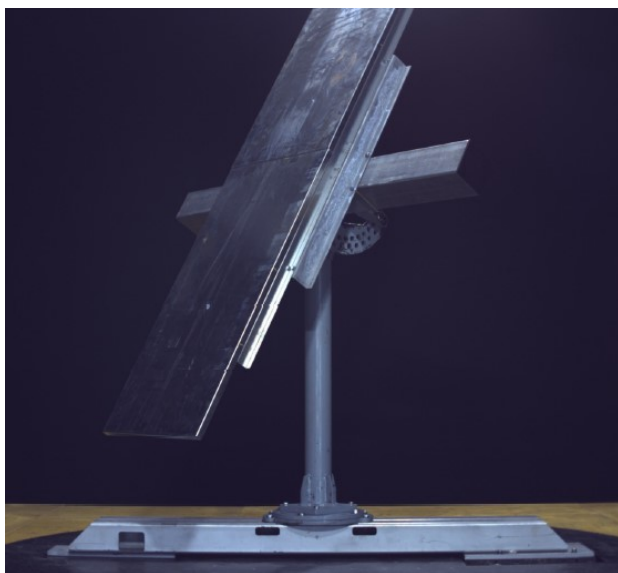


Figure 2: Configurazione con pannelli contigui 2XN.

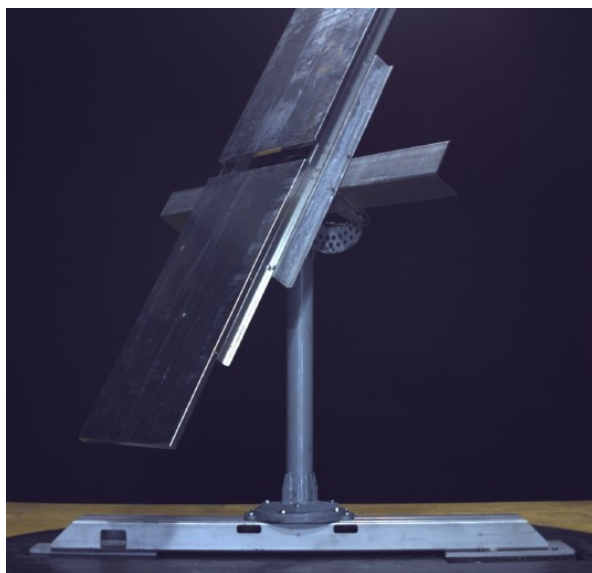


Figure 3: Configurazione con pannelli distanziati 2XND.

La strumentazione di cui è dotata la galleria del vento permette di ottenere in uscita sia l'intensità dei carichi aerodinamici sul pannello, quantificati dalle forze di Lift (L - ortogonale alla direzione del vento) e Drag (D - in direzione parallela al vento) che i parametri ambientali in cui le prove hanno avuto luogo: velocità del vento, temperatura dell'aria, pressione statica e dinamica, umidità relativa e densità dell'aria. I dati relativi ai carichi e ai parametri ambientali sono stati poi utilizzati nel calcolo dei coefficienti aerodinamici per la superficie investita $C_L \cdot S$ (Lift) e $C_D \cdot S$ (Drag). Tali parametri sono stati calcolati secondo le formule:

$$C_L \cdot S = \frac{L}{\frac{1}{2}\rho v^2} \quad C_D \cdot S = \frac{D}{\frac{1}{2}\rho v^2} \quad (1)$$

dove L è la forza di Lift, D è la forza di Drag, S è la superficie investita, ρ è la densità dell'aria e v la velocità del vento.

Nel capitolo 6 vengono sintetizzati i dati di ogni prova eseguita. Successivamente, nel capitolo 3 si mostrano dei grafici di confronto tra le due configurazioni testate.

2 Tabelle riassuntive

Le tabelle seguenti mostrano i valori di Lift, Drag, $C_L \cdot S$ e $C_D \cdot S$ nelle diverse prove che sono state condotte. I valori mostrati delle forze sono espressi in Newton. Gli angoli per definire le diverse configurazioni sono conformi alle convenzioni riportate nelle figure 4 e 11.

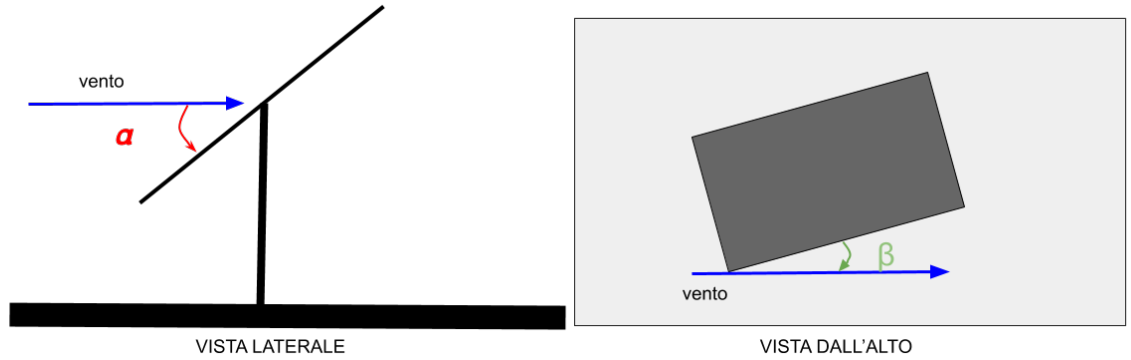


Figure 4: Configurazione ad un pannello oggetto dei test

TEST 2xN												
	β [°]	α [°]	Wspeed nominal [m/s]	Wspeed actual [m/s]	L_corr [N]	D_corr [N]	Cl_corr*S [m^2]	Cd_corr*S [m^2]	LA_corr[N]	LB_corr [N]	Pitch Moment [Nm]	Pitch Moment coefficient t Cm*S*c [m^3]
Run 13	0	0	30	32,435	45,911	230,147	0,078	0,390	237,131	-197,411	-38,824	-0,066
Run 14	0	5	40	41,983	38,859	371,383	0,040	0,379	338,837	-307,806	-99,562	-0,102
Run 15	0	60	12	11,642	-40,612	82,555	-0,530	1,077	44,649	-86,966	-29,811	-0,389
Run 16	0	-60	12	11,439	38,509	110,056	0,520	1,487	139,474	-103,865	5,537	0,075
Run 17	45	0	30	31,994	198,574	230,862	0,347	0,403	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 18	45	5	40	41,693	155,265	380,511	0,161	0,395	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 19	45	60	12	12,073	-35,507	67,912	-0,433	0,828	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 20	45	-60	12	11,795	47,072	90,668	0,600	1,156	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 21	90	0	30	32,233	145,032	227,976	0,250	0,393	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 22	90	5	40	41,657	238,892	377,843	0,249	0,394	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 23	90	60	12	12,476	11,834	33,607	0,135	0,385	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 24	90	-60	12	12,493	18,294	34,535	0,209	0,394	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Figure 5

TEST 2XND												
	β [°]	α [°]	Wspeed nominal [m/s]	Wspeed actual [m/s]	L_corr [N]	D_corr [N]	Cl_corr*S [m^2]	Cd_corr*S [m^2]	LA_corr[N]	LB_corr [N]	Pitch Moment [Nm]	Pitch Moment coefficient t*S*c [m^3]
Run 25	0	0	30	32,267	64,680	231,120	0,112	0,399	253,496	-197,833	-28,960	-0,050
Run 26	0	5	40	41,969	39,532	375,046	0,041	0,386	343,809	-312,358	-98,392	-0,101
Run 27	0	60	12	11,604	-40,307	85,306	-0,534	1,131	47,343	-89,406	-30,315	-0,402
Run 28	0	-60	12	11,417	38,938	110,470	0,533	1,512	139,687	-103,682	4,949	0,068
Run 29	45	0	30	32,101	195,610	231,911	0,342	0,406	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 30	45	5	40	41,785	126,998	384,518	0,132	0,401	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 31	45	60	12	12,039	-35,346	70,615	-0,437	0,874	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 32	45	-60	12	11,784	46,252	90,690	0,596	1,169	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 33	90	0	30	32,365	105,758	241,237	0,183	0,417	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 34	90	5	40	41,655	196,515	397,427	0,207	0,419	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 35	90	60	12	12,510	8,512	35,002	0,098	0,403	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Run 36	90	-60	12	12,498	13,908	35,940	0,160	0,414	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Figure 6

3 Confronto tra prove 2xN e 2xND

Le figure 7, 8 e 9 effettuano un confronto tra le due configurazioni testate a parità di angolo β e al variare di quello α .

Analizzando i risultati si può notare come tra i due allestimenti del solar tracker non vi siano differenze sostanziali per quanto riguarda il valore dei coefficienti calcolati.

Un dato che conferma precedenti ipotesi, riguarda il fatto che sia per $\beta = 0^\circ$ che per $\beta = 45^\circ$ i coefficienti di lift assumono per $\alpha = 5^\circ$ un valore minore rispetto al caso con $\alpha = 0^\circ$ e ciò è valido sia per il caso 2xN che per quello 2xND.

Da notare, infine, come il coefficiente di Drag si attesti ad un valore praticamente costante nei casi con $\beta = 90^\circ$, ciò può essere imputabile alla minore area che il pannello espone al vento. In questa condizione sono il palo e la trave di sostegno a generare la maggior parte del Drag che quindi risulta non affetto da variazioni dell'angolo di inclinazione.

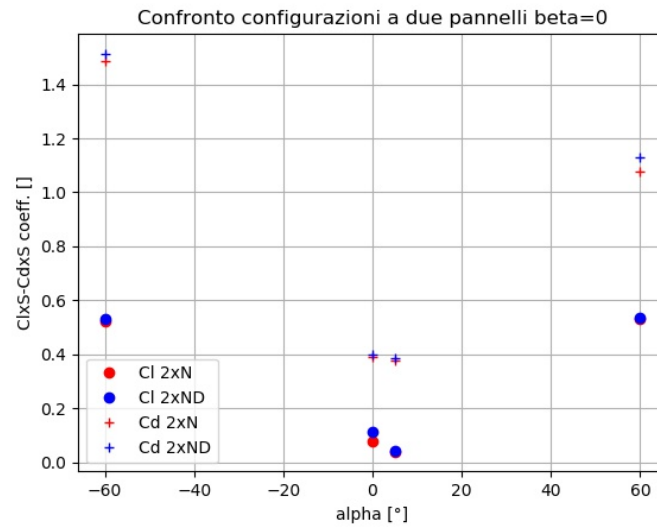


Figure 7

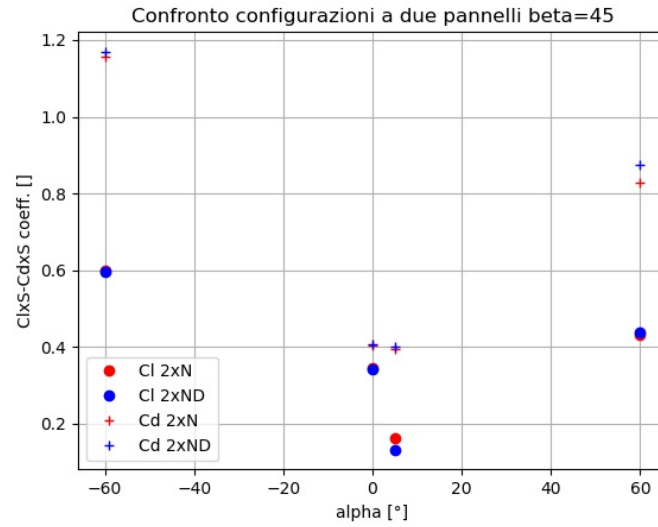


Figure 8

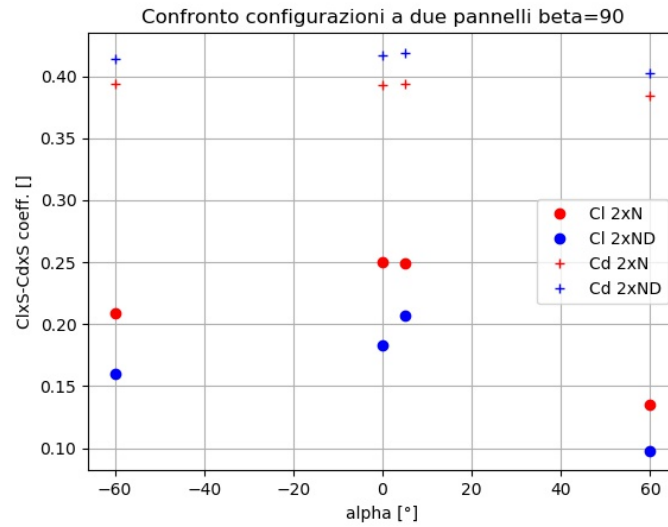


Figure 9

4 Processing dei dati

I dati "grezzi" ottenuti dalla strumentazione della galleria sono stati oggetto di post processing al fine di tenere conto dei coefficienti di taratura e delle caratteristiche costruttive del sistema di bilance. Nella sala prove sono state effettuate 3 acquisizioni in assenza di vento

e caricando la sommità del palo con masse note rispettivamente di 20,40 e 60 Kg. Per ogni acquisizione sono stati registrati i valori di front load(FL),rear load(RL), lift(L) e drag(D). Per FL, RL e L è stato trovato un coefficiente che nel post processing viene poi moltiplicato al valore acquisito al fine di applicare una taratura del sistema. Per quanto riguarda il drag la correzione è stata effettuata sottraendo alla misura un delta di azzeramento. Ciò si è reso necessario poichè a causa degli inevitabili accoppiamenti tra gli assi di misura, una quota del drag misurato dalla strumentazione non è generato dalle forze aerodinamiche ma da effetti geometrici della struttura. Le prove di taratura sono quindi servite anche a quantificare in modo preciso il valore del delta di azzeramento da scorporare alla misura, essendo infatti queste prove effettuate in assenza di vento il valore teorico di drag è nullo e quello misurato corrisponde proprio al delta di azzeramento. Nella fig.10 sono tabulati i valori che permettono di ricavare coefficienti di taratura e azzeramento, questa tabella viene utilizzata come lookup-table dove nella prima colonna ci sono i valori di ingresso con cui ottenere i coefficienti di correzione. Per L,FL e RL.(genericamente indicati con X), l'algoritmo per effettuare la correzione nella i -esima Run è il seguente:

$$X_{i,cor} = X_{i,meas} * C_{(X_{i,meas})} \quad (2)$$

dove:

- $X_{i,cor}$ =valore di L,FL o FR corretto;
- $X_{i,meas}$ = valore di L,FL o FR misurato;
- $C_{(X_{i,meas})}$ = coefficiente di correzione da tabella con valore di input pari a $X_{i,meas}$.

Infine il delta di azzeramento per il drag della i -esima Run si ottiene applicando la formula:

$$D_{i,corr} = D_{i,meas} + \Delta_{0,i}(L_{corr,i}) \quad (3)$$

dove:

- $D_{i,corr}$ =valore di drag corretto;
- $\Delta_{0,i}(L_{corr,i})$ =delta di azzeramento secondo tabella da valutare con input pari al lift corretto

Da notare come i valori di ingresso per coefficienti correttivi di L,FL e RL siano i rispettivi valori misurati mentre per il delta di azzeramento del drag sia da usare come input il Lift corretto. Quando il valore di input è negativo i coefficienti correttivi vanno applicati alle formule precedenti sempre positivi.

Input value[N] (L,FL or RL meas. val)	Lift multiplier []	Drag Tare [N]	Front load multiplier []	Rear load multiplier []
0	1	0	1	1
20	1,0013952	0,13856	0,995591	1,008182
40	1,0027904	0,27712	0,991182	1,016364
60	1,0041856	0,41568	0,986773	1,024545
80	1,0055808	0,55424	0,982364	1,032727
100	1,0069759	0,6928	0,977955	1,040909
120	1,0083711	0,83136	0,973547	1,049091
140	1,0097663	0,96992	0,969138	1,057273
160	1,0111615	1,10848	0,964729	1,065455
180	1,0125567	1,24704	0,96032	1,073636
200	1,0135036	1,402551	0,957267	1,079269
220	1,0135011	1,630326	0,957086	1,079503
240	1,0134986	1,858101	0,956905	1,079736
260	1,0134961	2,085876	0,956724	1,07997
280	1,0134936	2,313651	0,956542	1,080204
300	1,013491	2,541426	0,956361	1,080437
320	1,0134885	2,769201	0,95618	1,080671
340	1,013486	2,996976	0,955999	1,080905
360	1,0134835	3,224751	0,955818	1,081138
380	1,0134809	3,452526	0,955637	1,081372
400	1,013515	3,656783	0,956424	1,080435
420	1,0135695	3,822668	0,957752	1,078843
440	1,0136241	3,988553	0,959081	1,077251
460	1,0136786	4,154438	0,96041	1,075659
480	1,0137332	4,320323	0,961738	1,074066

Figure 10

Un ulteriore processing dei dati è stato eseguito per stimare il momento, e relativo coefficiente, che il pannello esercita sulla trave. Utilizzando la schematizzazione della struttura come in fig.11 sono state impostate le equazioni di equilibrio del sistema per ottenere il valore

di M_t , ovvero:

$$L = L_A + L_B$$

equilibrio verticale

$$R_D = D$$

equilibrio orizzontale

$$M_t = L_A * d_2 - L_B * d_1 - R_D(h + h_d)$$

equilibrio alla rotazione

In ultimo, dal calcolo del momento si è ottenuto il coefficiente di momento applicando la formula:

$$C_m S_c = \frac{M_t}{P_d} \quad (4)$$

dove:

- $C_m S_c$ = coefficiente di momento di yaw moltiplicato per superficie e corda di riferimento;
- $P_d = \frac{1}{2} \rho v^2$ = pressione dinamica

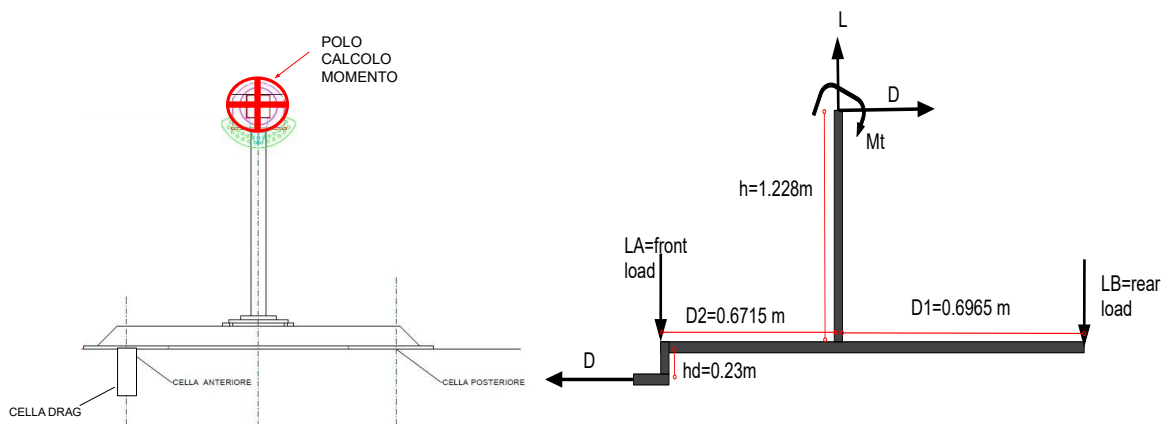


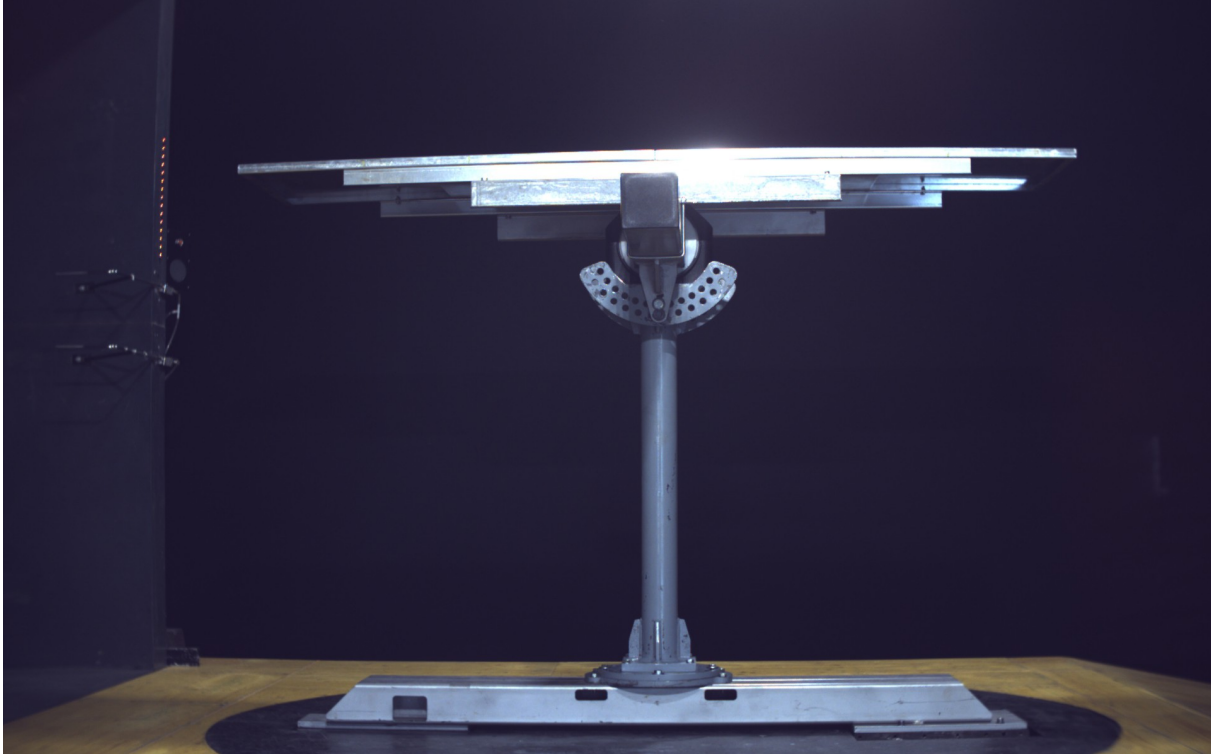
Figure 11: Schematizzazione della struttura che sorregge il pannello e distribuzione delle forze agenti sul sistema

5 Appendice

FOTO DELLE PROVE E MISURA DEI PARAMETRI AMBIENTALI.

Run # 13

Test Info:2XN_0_0_30

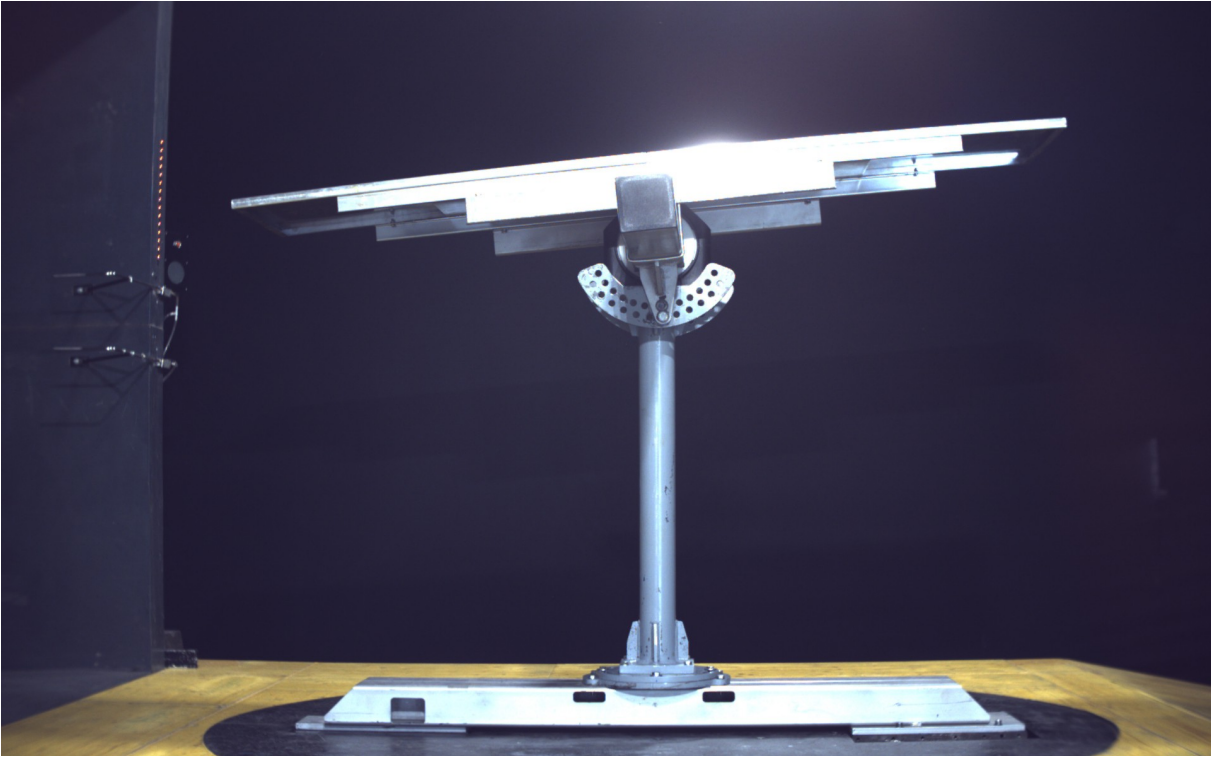


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97696.1953	591.2742	63.1836	26.4583	1.1253	32.4170	116.7012

Run # 14

Test Info:2XN_0_5_40

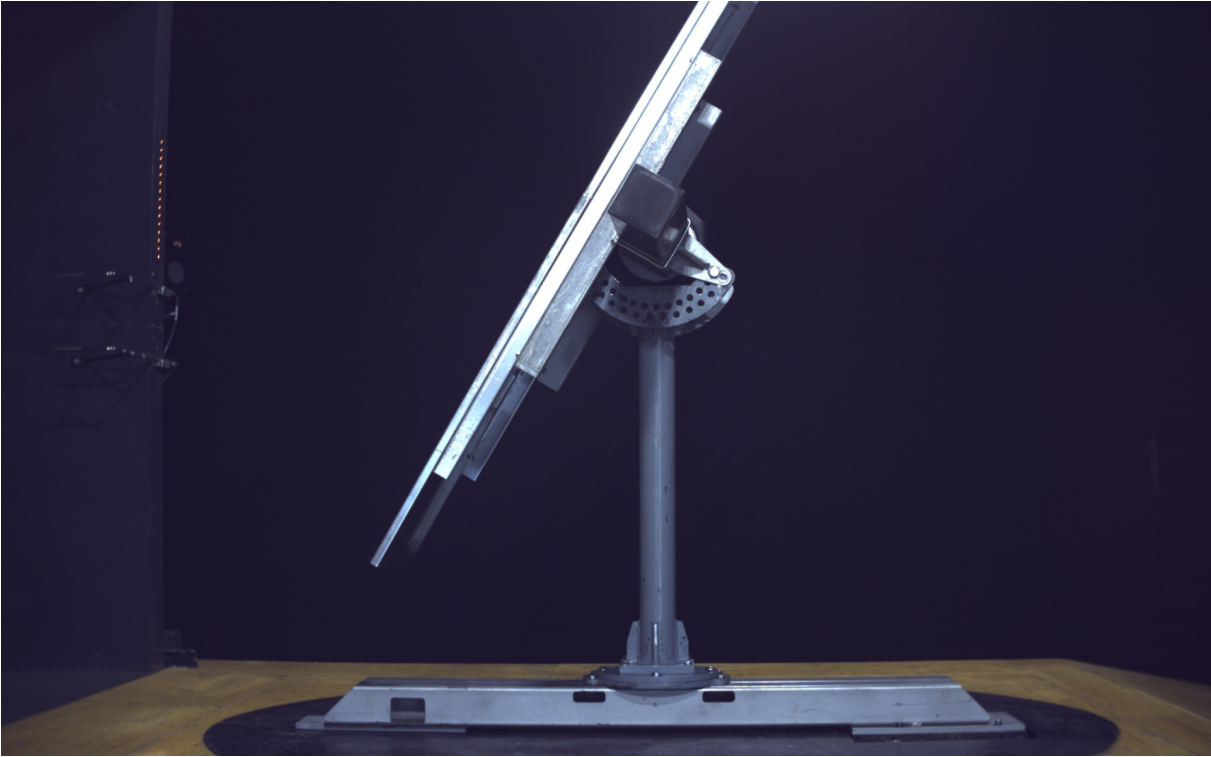


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97702.5690	982.4182	60.7892	28.8114	1.1155	41.9690	151.0885

Run # 15

Test Info:2XN_0_60_12

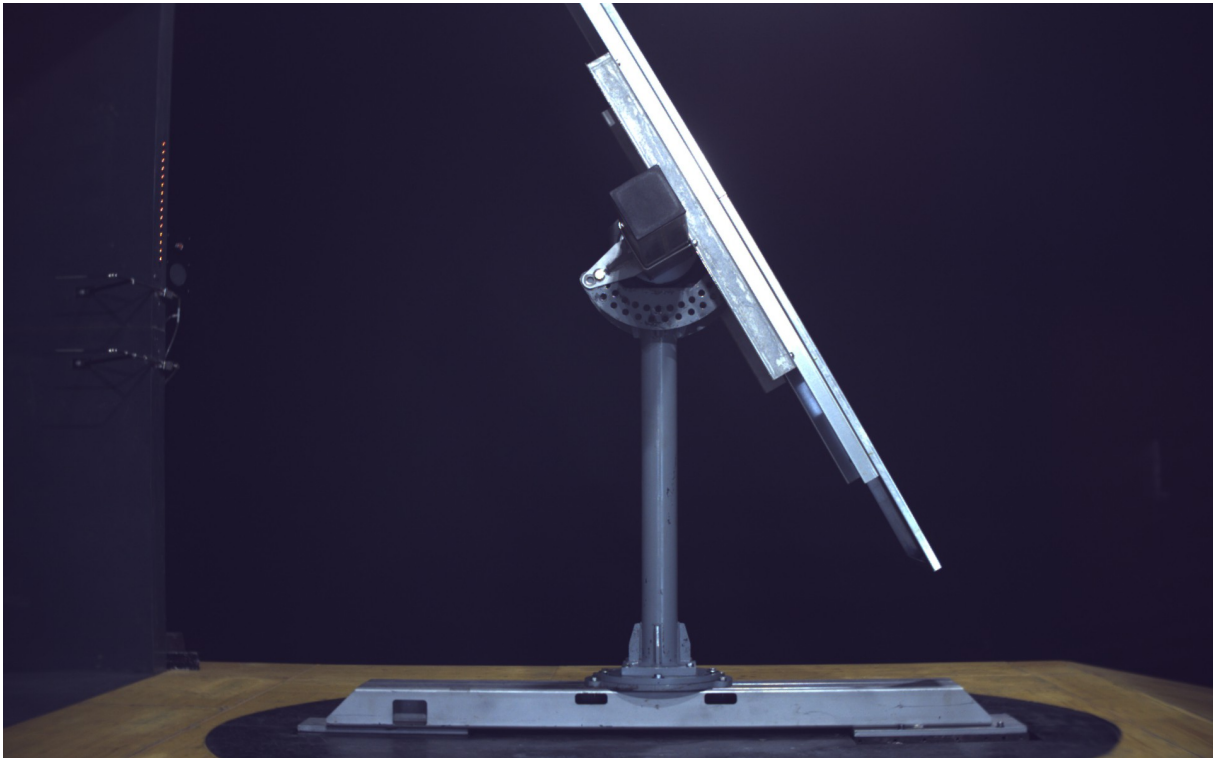


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97715.0954	76.1282	60.5202	25.4217	1.1305	11.6004	41.7614

Run # 16

Test Info:2XN_0_-60_12

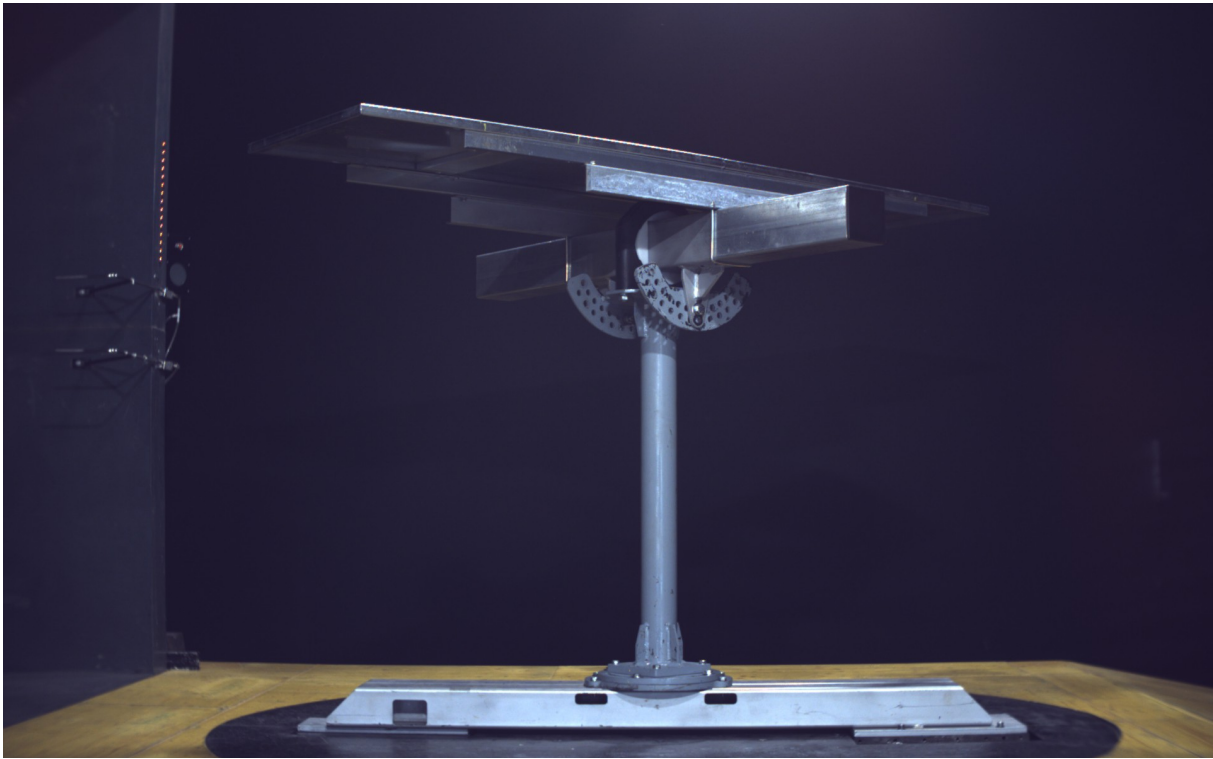


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97723.8763	73.8462	61.6013	24.9861	1.1323	11.4190	41.1086

Run # 17

Test Info:2XN_45_0_30

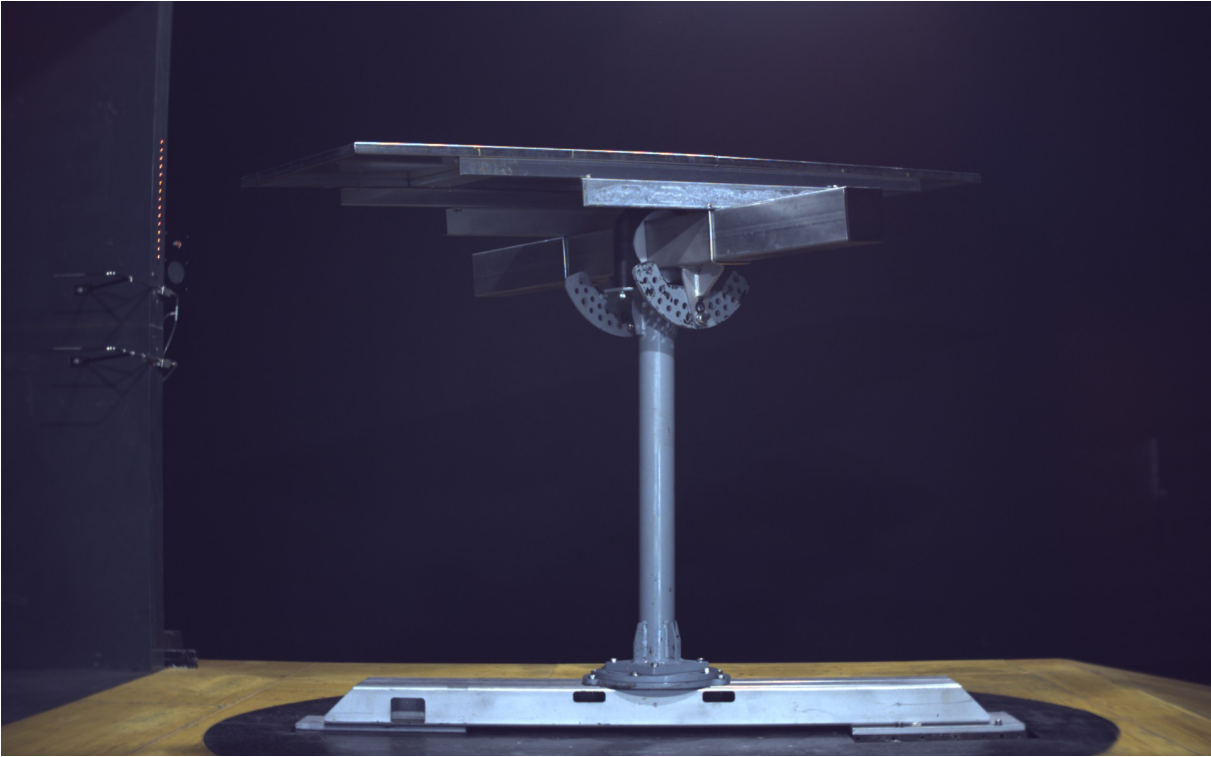


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97737.2238	575.6129	61.7475	27.2560	1.1225	32.0246	115.2884

Run # 18

Test Info:2XN_45_5_40

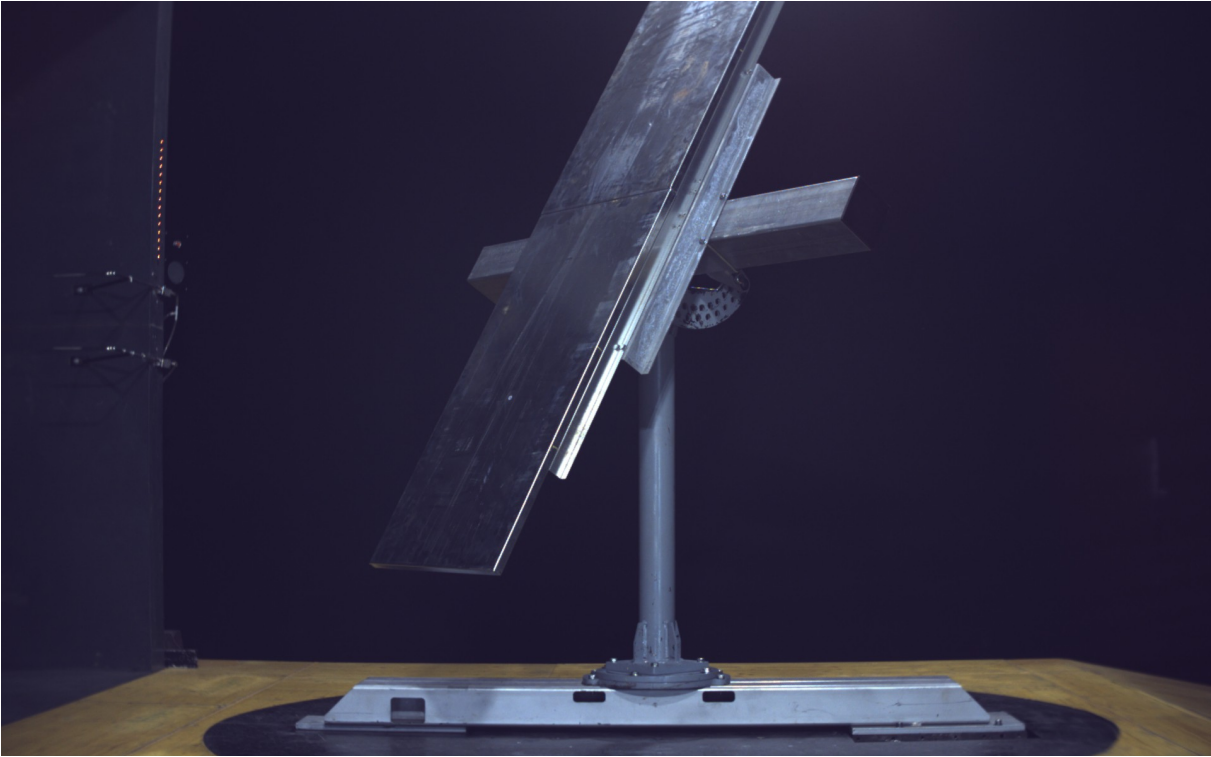


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97740.0491	965.3091	59.4901	29.7526	1.1121	41.6660	149.9976

Run # 19

Test Info:2XN_45_60_12

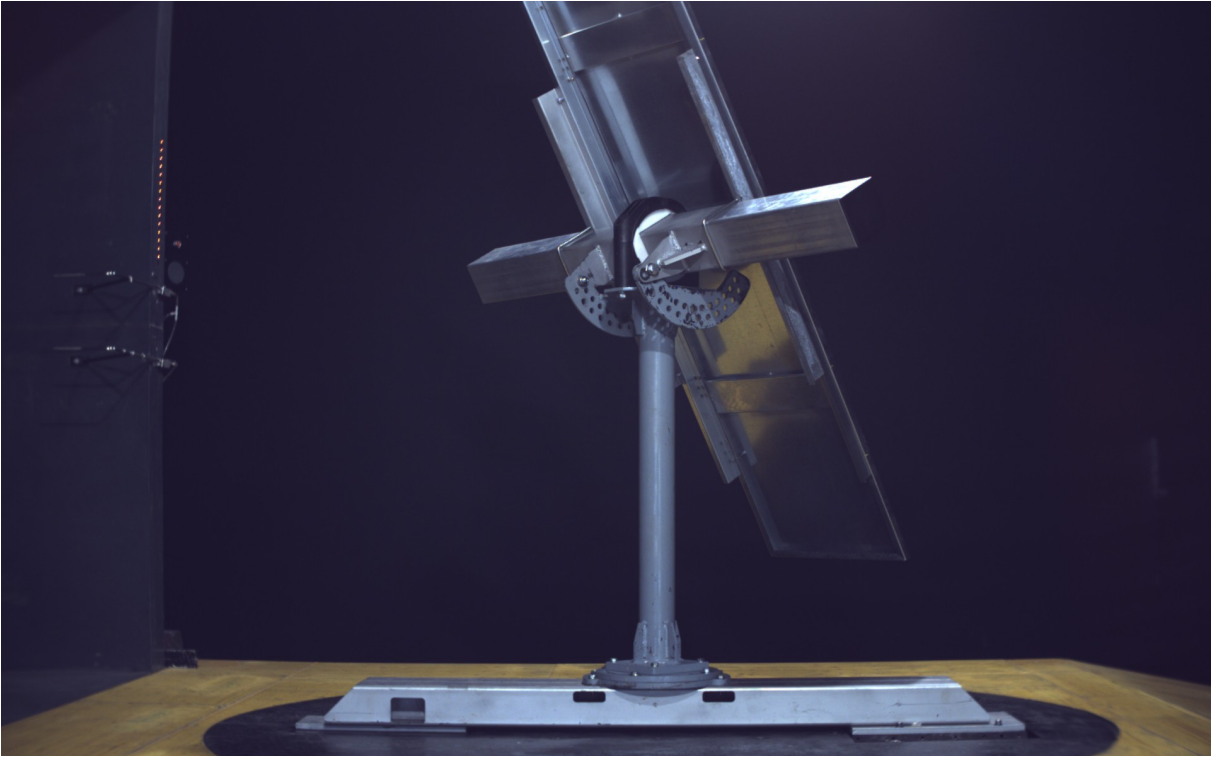


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97744.4669	81.2821	58.3555	26.7060	1.1256	12.0130	43.2469

Run # 20

Test Info:2XN_45_-60_12



Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97742.2457	78.0513	59.5061	26.0456	1.1283	11.7558	42.3209

Run # 21

Test Info:2XN_90_0_30



Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97736.1989	583.7581	60.2993	27.7686	1.1206	32.2787	116.2034

Run # 22

Test Info:2XN_90_5_40

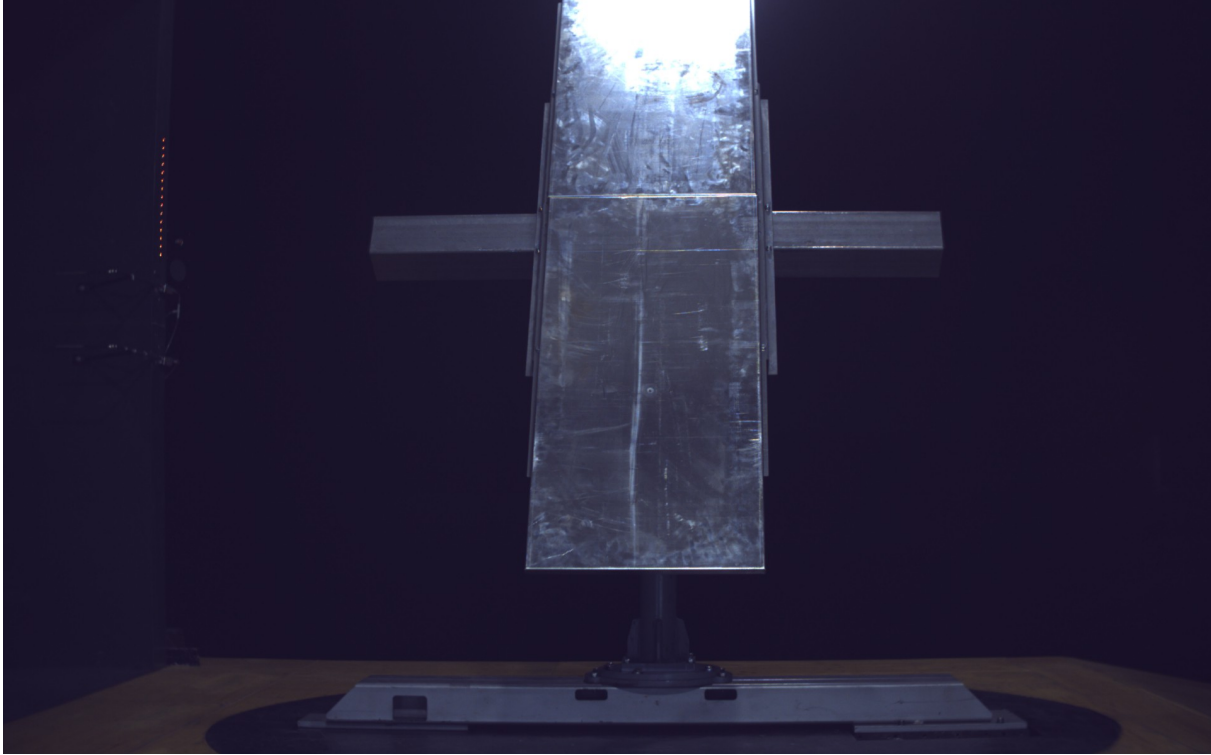


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97738.7453	960.6909	58.3926	30.1476	1.1106	41.5930	149.7349

Run # 23

Test Info:2XN_90_60_12

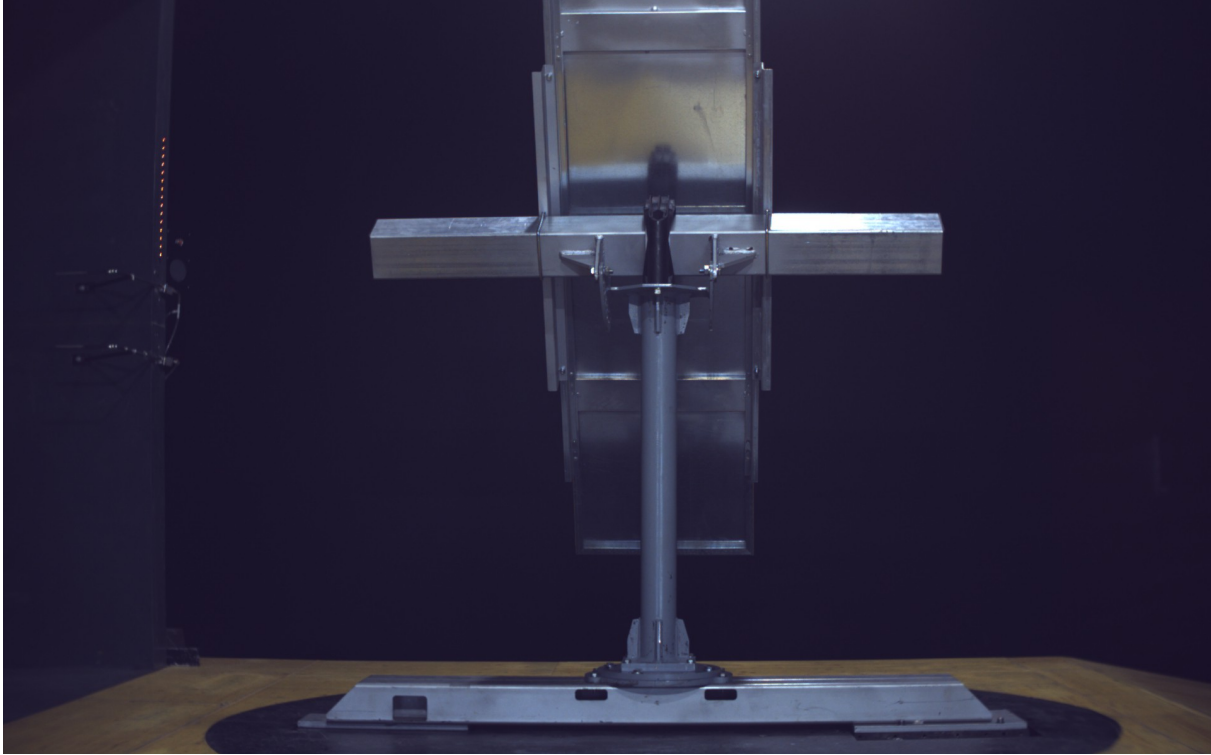


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97733.3558	86.5256	57.0640	27.5973	1.1218	12.4185	44.7066

Run # 24

Test Info:2XN_90_-60_12

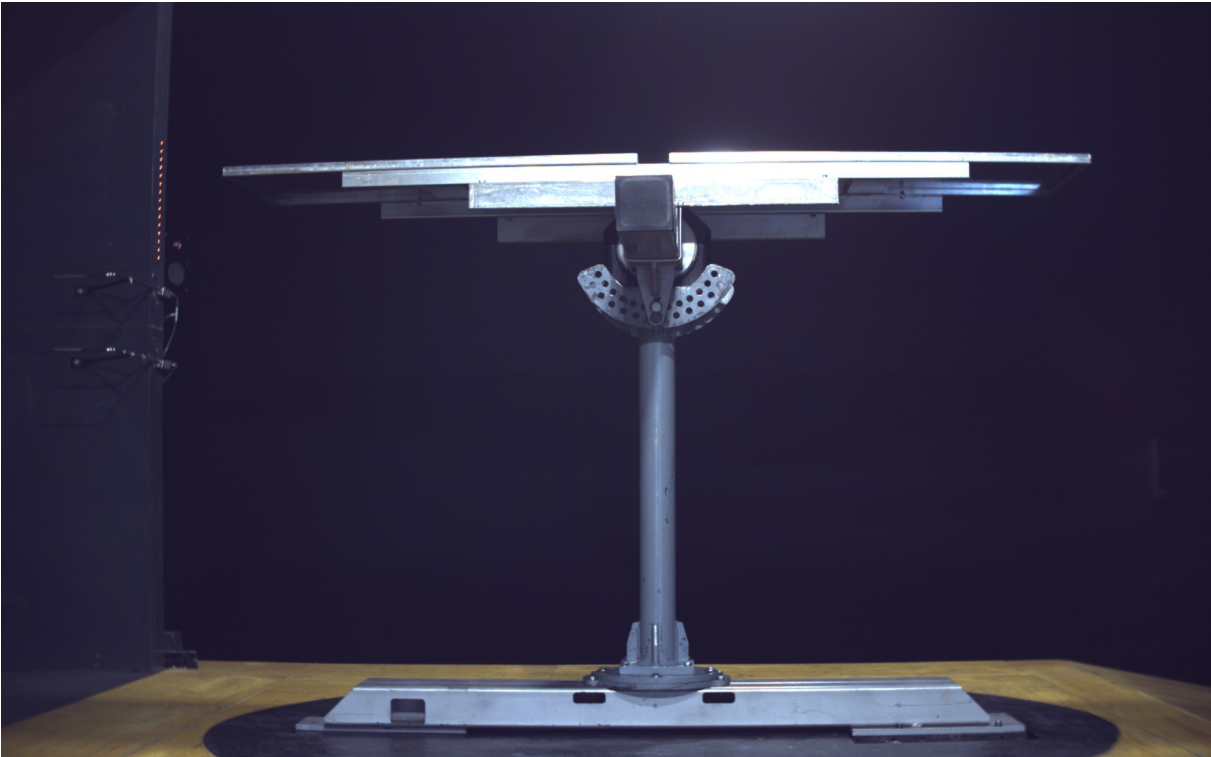


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97729.3766	87.2308	58.5358	26.8592	1.1247	12.4526	44.8293

Run # 25

Test Info:2XND_0_0_30

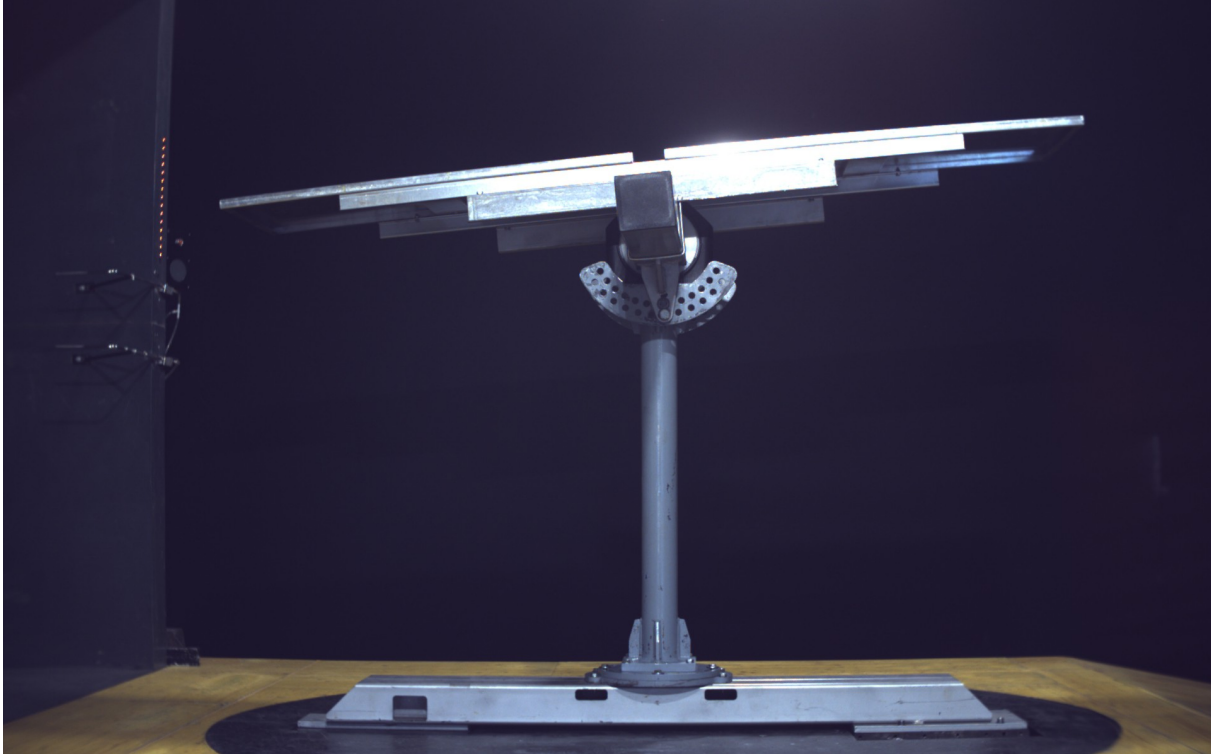


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97702.3446	584.5645	59.5621	28.8859	1.1154	32.3749	116.5497

Run # 26

Test Info:2XND_0_5_40

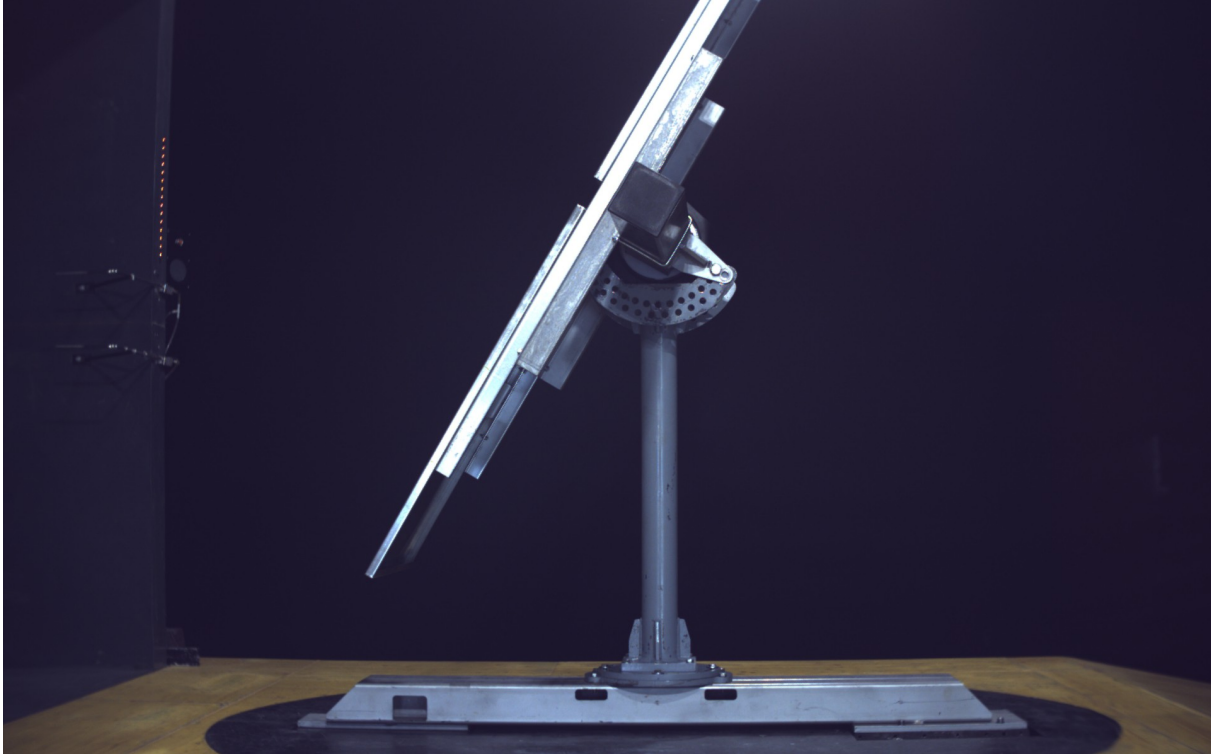


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97698.7869	973.6727	57.3014	30.9856	1.1067	41.9480	151.0128

Run # 27

Test Info:2XND_0_60_12

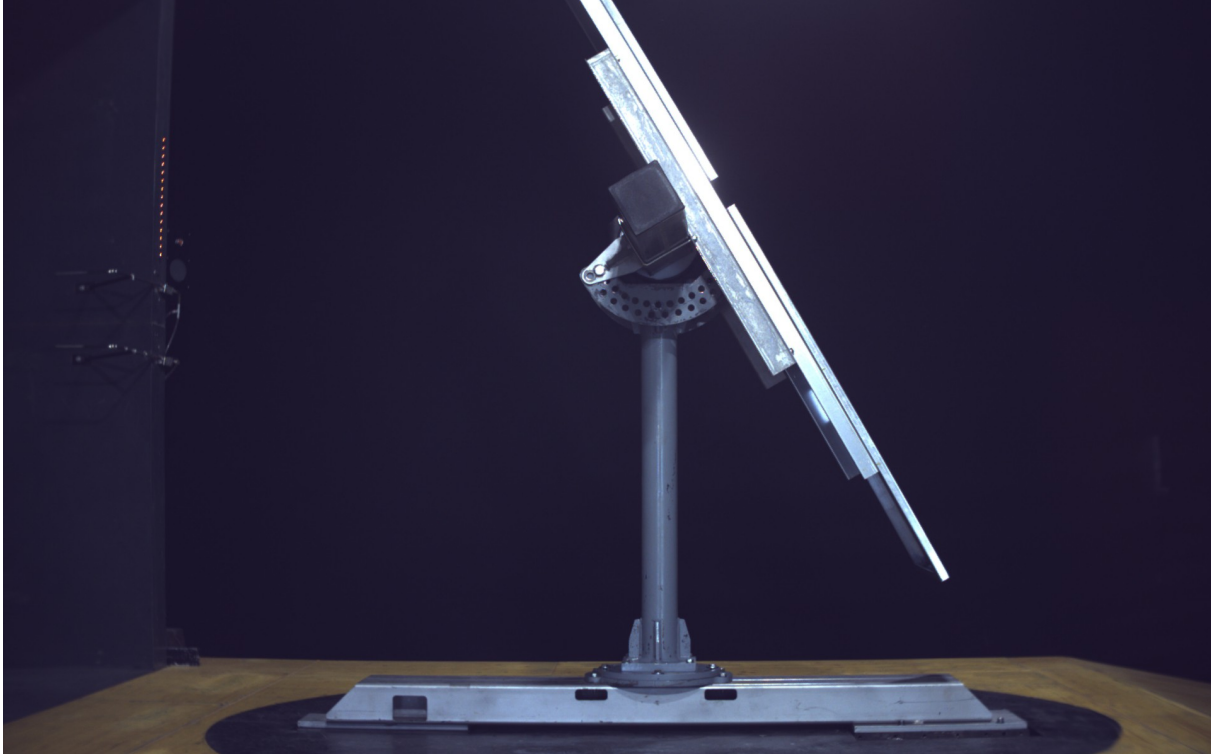


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97689.2737	75.4103	56.9712	27.8828	1.1201	11.6065	41.7836

Run # 28

Test Info:2XND_0_-60_12

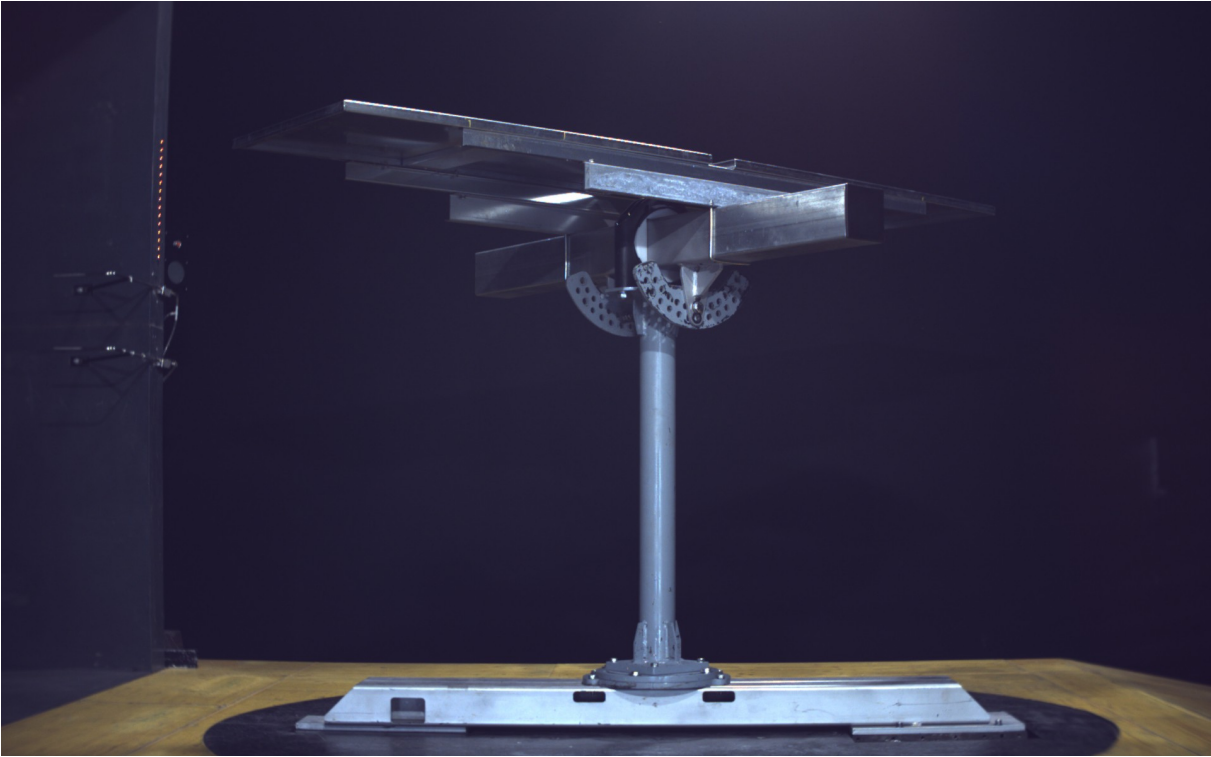


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97682.9182	72.6795	57.1282	27.4553	1.1219	11.3860	40.9896

Run # 29

Test Info:2XND_45_0_30

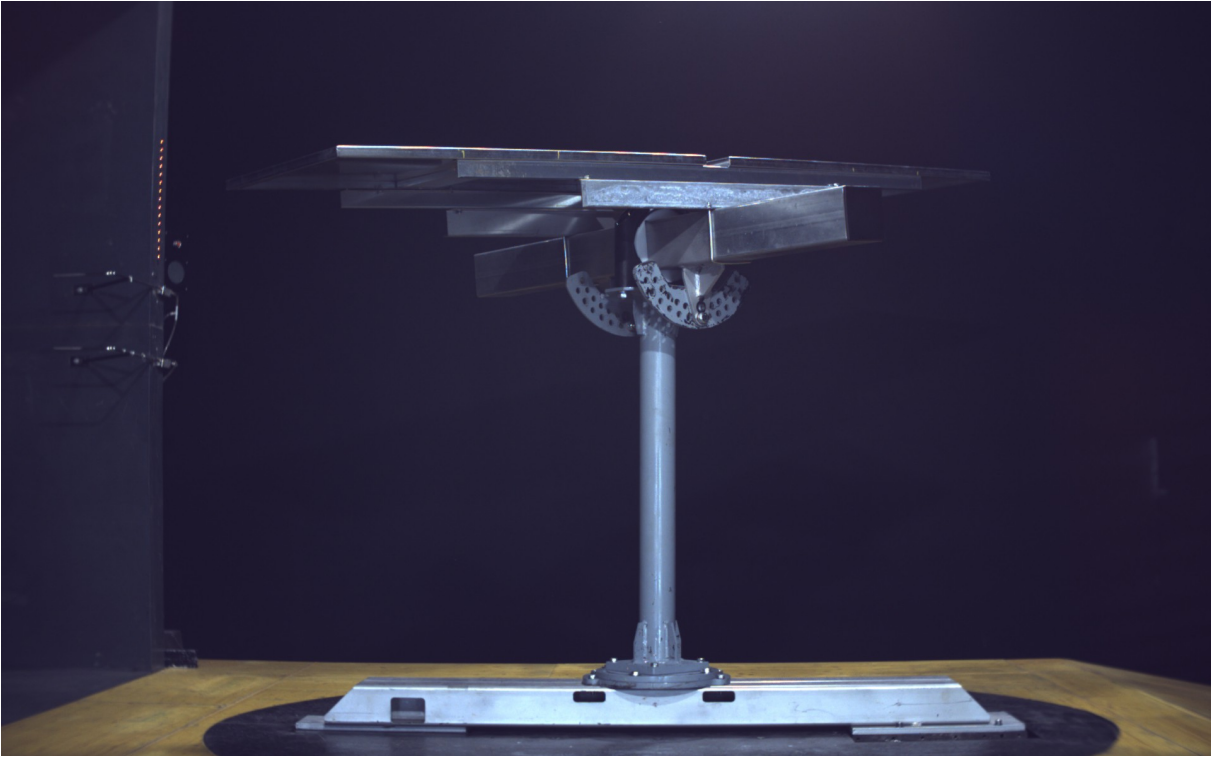


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97672.9015	572.9839	57.3870	29.5426	1.1127	32.0917	115.5302

Run # 30

Test Info:2XND_45_5_40

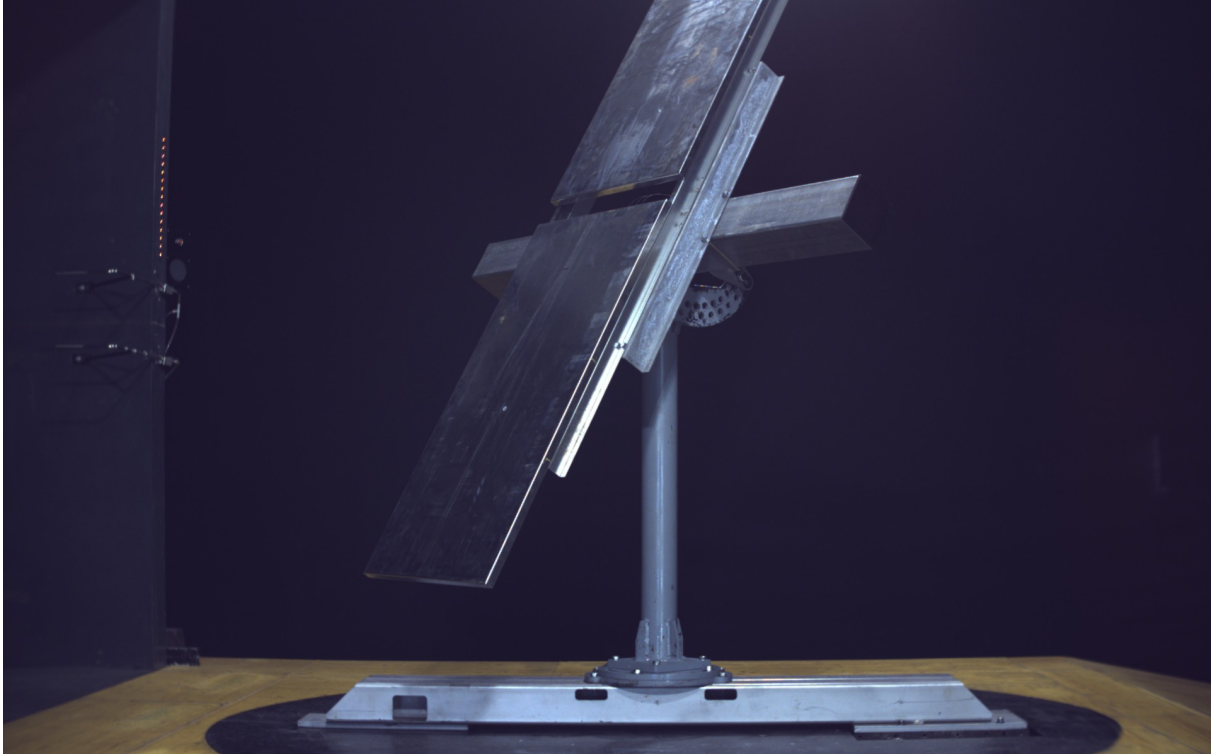


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97669.8459	961.0545	55.5979	31.9828	1.1024	41.7554	150.3196

Run # 31

Test Info:2XND_45_60_12

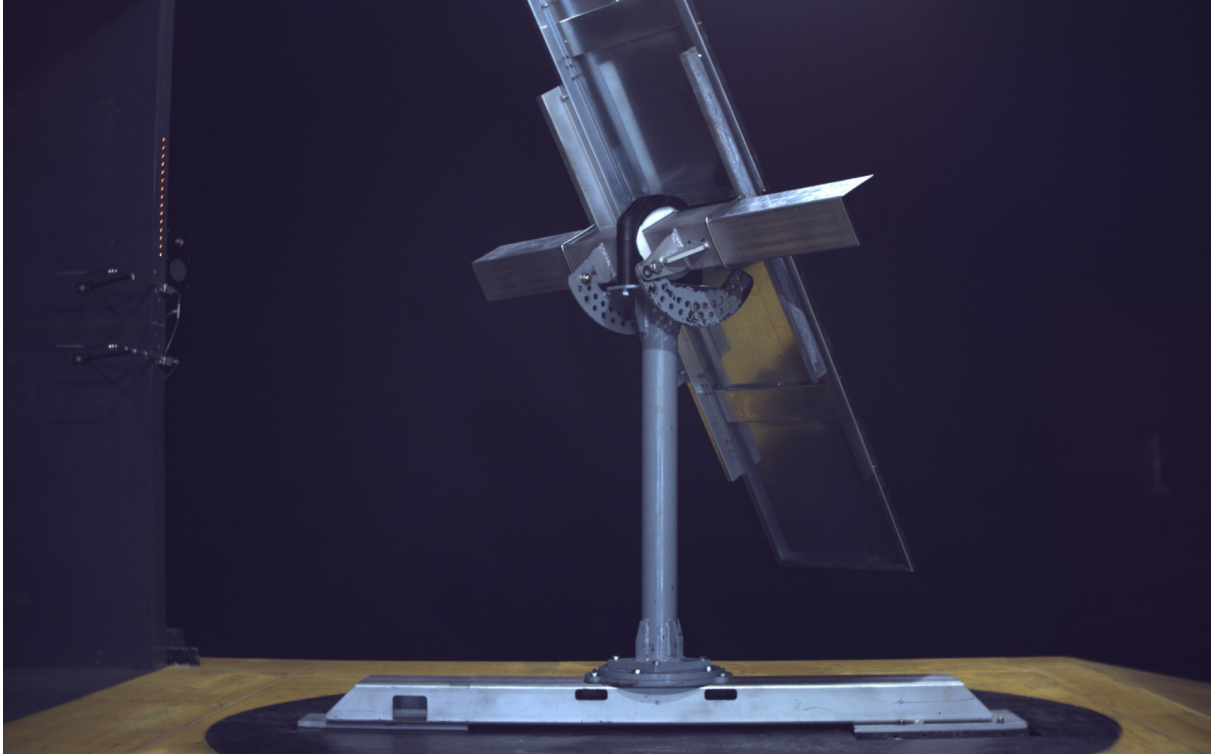


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97668.7213	80.5897	53.3261	29.3078	1.1144	12.0284	43.3023

Run # 32

Test Info:2XND_45_-60_12



Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97667.0591	77.2436	54.3704	28.6382	1.1171	11.7603	42.3370

Run # 33

Test Info:2XND_90_0_30



Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97656.8449	578.0000	54.9224	30.5274	1.1087	32.2906	116.2462

Run # 34

Test Info:2XND_90_5_40

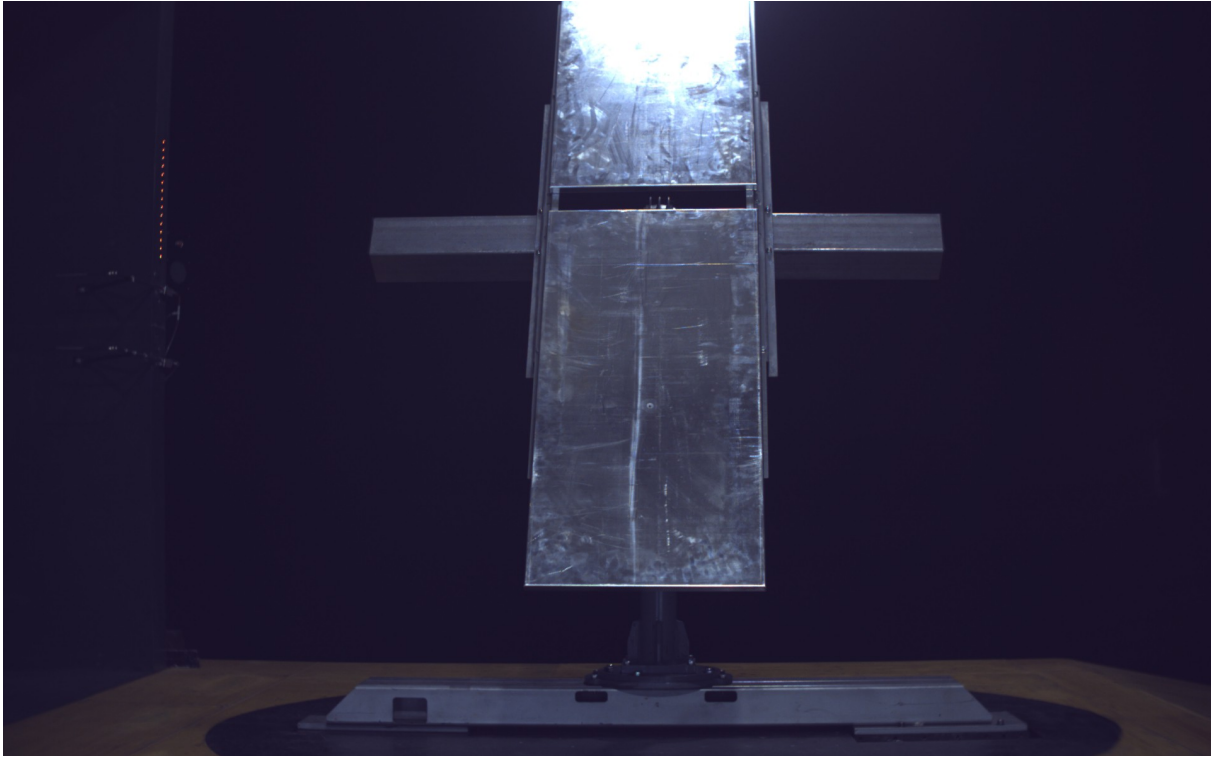


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97659.8312	953.1818	53.3296	32.9959	1.0985	41.6611	149.9801

Run # 35

Test Info:2XND_90_60_12

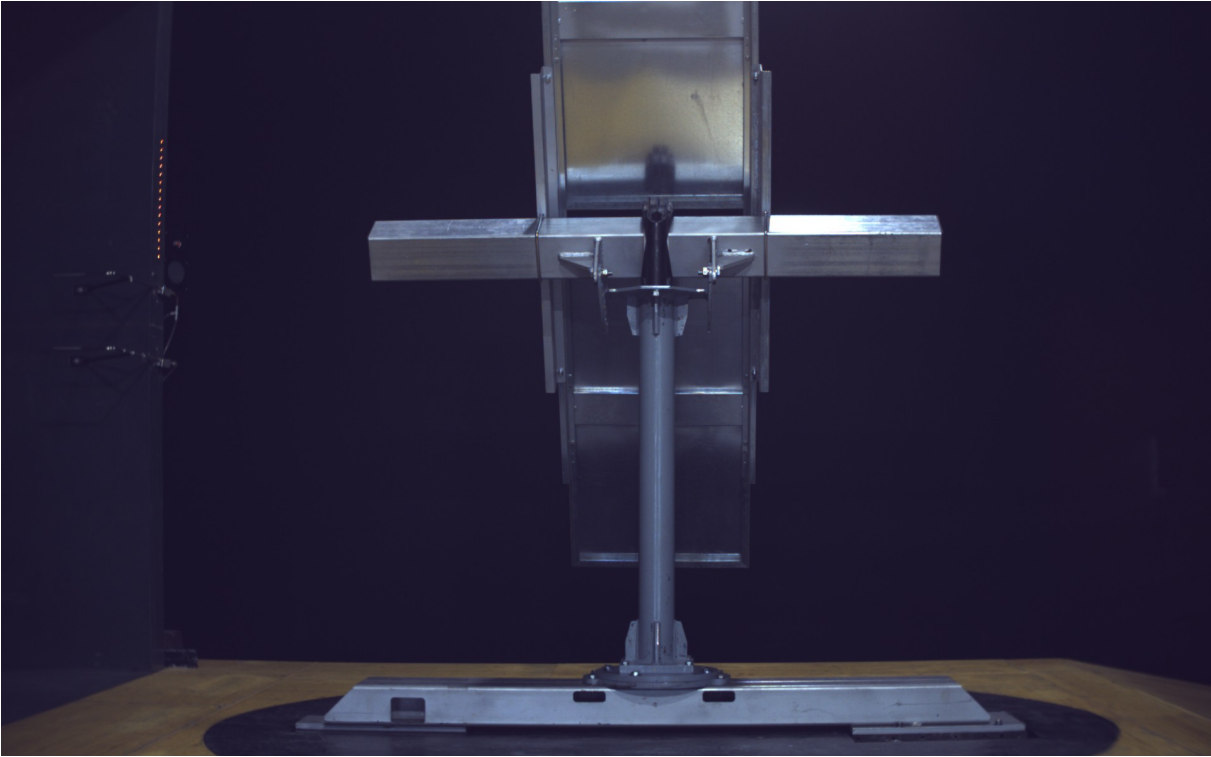


Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m ³]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97650.5877	86.4744	51.9816	30.2334	1.1105	12.4787	44.9235

Run # 36

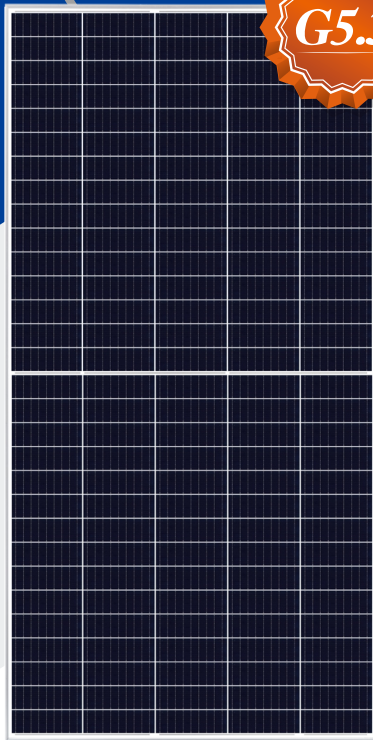
Test Info:2XND_90_-60_12



Environmental Measurements

Ps [Pa]	Pd [Pa]	Rh [%]	Air Temp [°C]	Density [Kg/m^3]	Speed [m/s]	Speed [Km/h]
97641.9713	86.4872	52.2992	29.5956	1.1131	12.4674	44.8825

HIGH PERFORMANCE MONOCRYSTALLINE PERC MODULE



RSM150-8-480M-500M

150 CELL

Mono PERC Module

480-500Wp

Power Output Range

1500VDC

Maximum System Voltage

20.3%

Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES



Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing



Industry leading lowest thermal co-efficient of power



Industry leading 12 years product warranty



Excellent low irradiance performance



Excellent PID resistance



Positive tight power tolerance



Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product



Module Imp binning radically reduces string mismatch losses



Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements



Certified to withstand severe environmental conditions

- ♦ Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
- ♦ Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
- ♦ Excellent mechanical load 2400Pa & snow load 5400Pa resistance



RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

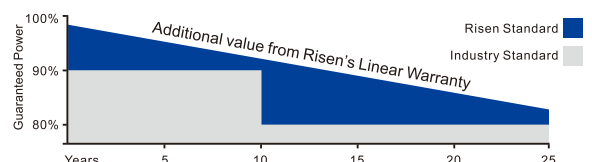
Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC

Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599

E-mail: marketing@risenenenergy.com Website: www.risenenergy.com

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty



★ Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd

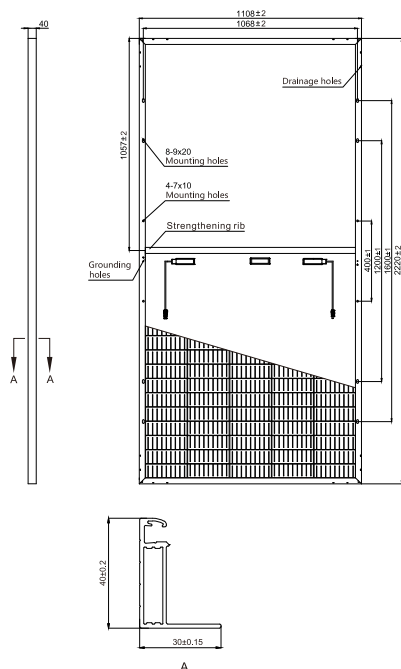
THE POWER OF RISING VALUE



Preliminary
For Global Market

Dimensions of PV Module

Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495M	RSM150-8-500M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	480	485	490	495	500
Open Circuit Voltage-Voc(V)	50.72	50.79	50.86	50.93	51.00
Short Circuit Current-Isc(A)	12.10	12.20	12.30	12.40	12.50
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	42.17	42.24	42.31	42.38	42.45
Maximum Power Current-Impp(A)	11.40	11.50	11.60	11.70	11.80
Module Efficiency (%) ★	19.5	19.7	19.9	20.1	20.3

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495M	RSM150-8-500M
Maximum Power-Pmax (Wp)	359.3	363.1	366.8	370.6	374.4
Open Circuit Voltage-Voc (V)	46.66	46.73	46.79	46.86	46.92
Short Circuit Current-Isc (A)	9.92	10.00	10.09	10.17	10.25
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	38.63	38.69	38.76	38.82	38.88
Maximum Power Current-Impp (A)	9.30	9.38	9.47	9.55	9.63

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline 210×70mm
Cell configuration	150 cells (5×15+5×15)
Module dimensions	2220×1108×40mm
Weight	28.5kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+) 270mm, Negative(-) 270mm
Connector	Risen Twinseal PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.37%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	25A
Limiting Reverse Current	25A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	540
Number of modules per pallet	27
Number of pallets per container	20
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	2250×1130×1240
Box gross weight[kg]	825

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2020 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

THE POWER OF RISING VALUE

Our Partners: