

Progetto definitivo di un impianto fotovoltaico di potenza di  
circa 84 MWp da realizzare al suolo  
Figline e Incisa Valdarno (FI) denominato:  
**H2-Era Green Valley**




Titolo:  Relazione preliminare dell'interferenza navigazione Aerea	Nome File: <b>Relazione Preliminare Interf.Aerea</b>
	<b><u>Procedimento Autorizzativo Unico Regionale</u></b> (ex. Art.27Bis del DLgs 152/2006)
	Rev:  <p style="text-align: right;"><u>RE00</u></p>



## SolarFieldsSette srl

SolarFieldsSette srl – P.iva 01998810566 – solarfields@pec.it  
 web: [www.solarfields.it](http://www.solarfields.it)  
 Sede legale:  
 Via Gianbattista Casti 65 Acquapendente 01021 (Vt)

N° Rev		Data	Redatto:	Verificato:	Approvato:
00		22 Feb 24	<b>Ing. F.Parma</b>   <b>H2-ERA GREEN VALLEY SR</b> C.F./PIVA 07002730484 Il Legale Rappresentante	--	---

**Committente: H2-Era Green Valley s.r.l.**

## **1. PREMESSA**

La presente valutazione è atta a determinare l'incidenza dell'opera di realizzazione di un impianto fotovoltaico sul volo aereo o interferenze di volo aeronautico

La società proponente è la **H2-Era Green Valley S.r.l.** H2-ERA GREEN VALLEY Srl con sede legale in Bagno a Ripoli (FI) in Via di Campigliano n. 40, iscritta alla di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Firenze in data 04.03.2020 con il numero 07002730484, numero REA FI-672386, codice ATECO 47.91.1 tel. 0556461058 e 0556461509, fax 055034121, pec: [hgv@pec.it](mailto:hgv@pec.it)

## **1 –NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Al fine di redigere la presente valutazione sono stati tenuti di conto le normative di settore.

I principali riferimenti in materia sono:

1) Circolare ENAC Prot. n. 0146391/IOP del 14.11.2011, “Decreto Legislativo 387/2003 – Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili – Procedimenti autorizzativi ex art. 12.

Semplificazione delle procedure ENAC in materia di Valutazione dei progetti e rilascio nulla osta – Ostacoli e Pericoli per la navigazione aerea.

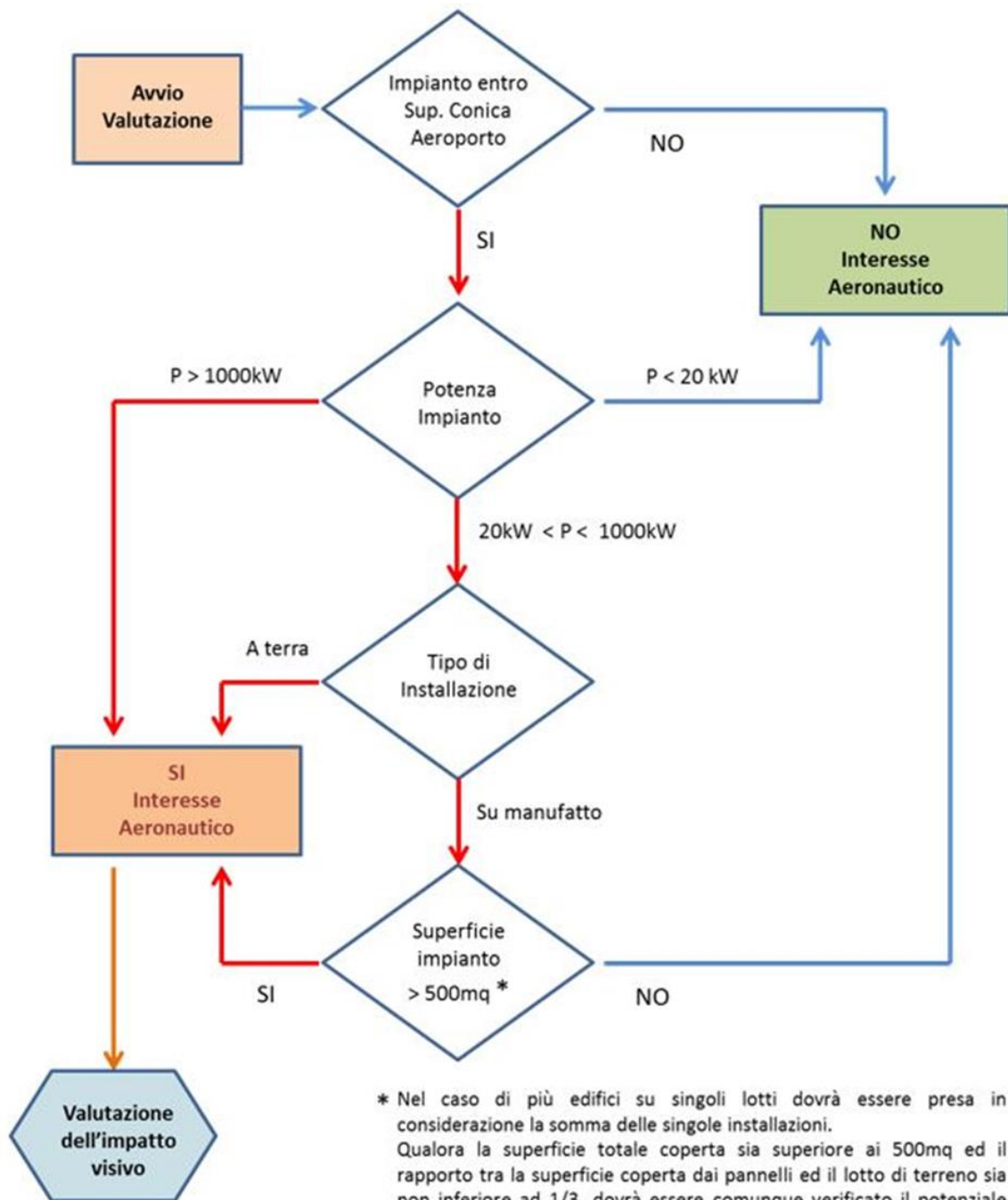
2) Circolare ENAC Prot. n. 0065532/IOP del 23.05.2012, “Nulla Osta impianti fotovoltaici di tipo domestico – Richiesta chiarimenti e semplificazioni procedurali – art. 707 del codice della Navigazione e Regolamento ENAC per la Costruzione e l'esercizio degli Aeroporti, Emd 8 del 20.10.2011”

3) Circolare ENAC Prot. n. 0070197/IOP del 11.06.2013, “Semplificazione delle procedure autorizzative da parte dei Comuni interessati dalla pubblicazione delle mappe di vincolo nelle more della definitiva conclusione delle procedure di approvazione delle stesse.

**LG–2022/002-APT – VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI**

Ed. n. 1 del 26 aprile 2022

In riferimento alle normative **LG–2022/002-APT** è stato applicato alla presente valutazione lo schema di valutazione riportato di seguito:



Schema Valutazione interferenza con Aeronavigazione norma LG-2022/002-APT

## 2 - INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'impianto fotovoltaico sorgerà nel comune di Figline e Incisa Valdarno (FI) località Forestello a circa 1,6 km della zona sud della cittadina di Figline.

Regione: Toscana

Comune : Figline e incisa Valdarno

Aeroporto più vicino : Amerigo Vespucci Firenze codice Aeroporto 3

Coordinate: 43°35'4.10"N - 11°29'24.52"E



Fig 1 Area di intervento

Area di superficie agricola di provenienza ex mineraria con estensione pianeggiante su altipiano di circa 230 mt slm. L'area è circondata a est da monti di altezza oltre 1200 mt slm e a ovest da monti oltre 900 mt slm.

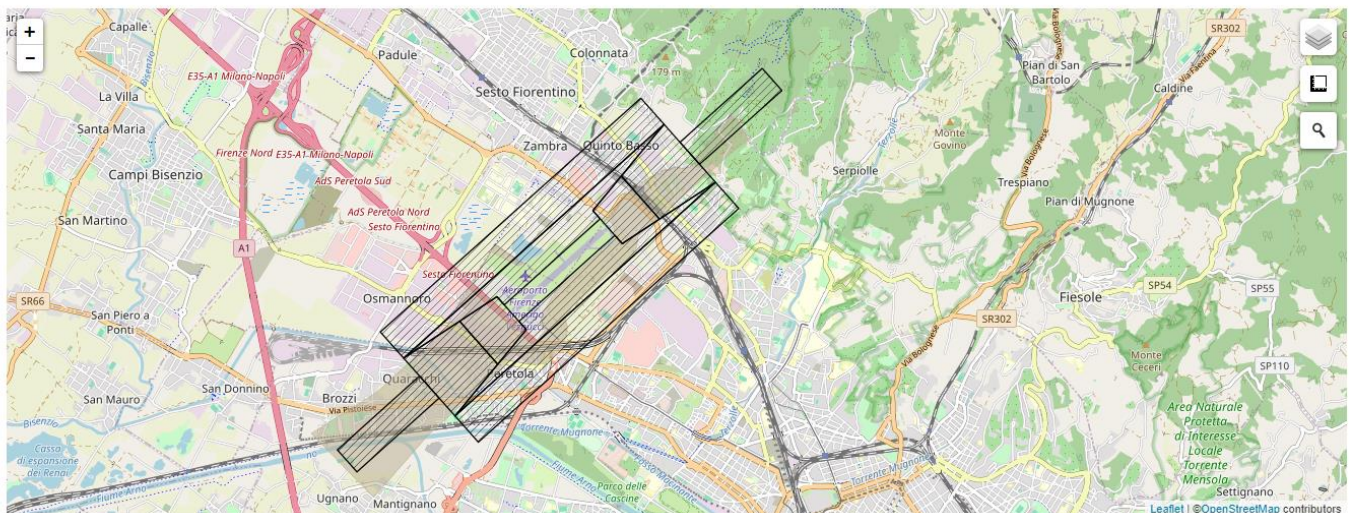


Fig 2 Distanza Aeroporto -terreno

L'aeroporto più vicino al terreno è quello di Firenze che dista a 34 km circa che presenta un vincolo di superficie conica di vincolo riportato nell'immagine seguente.

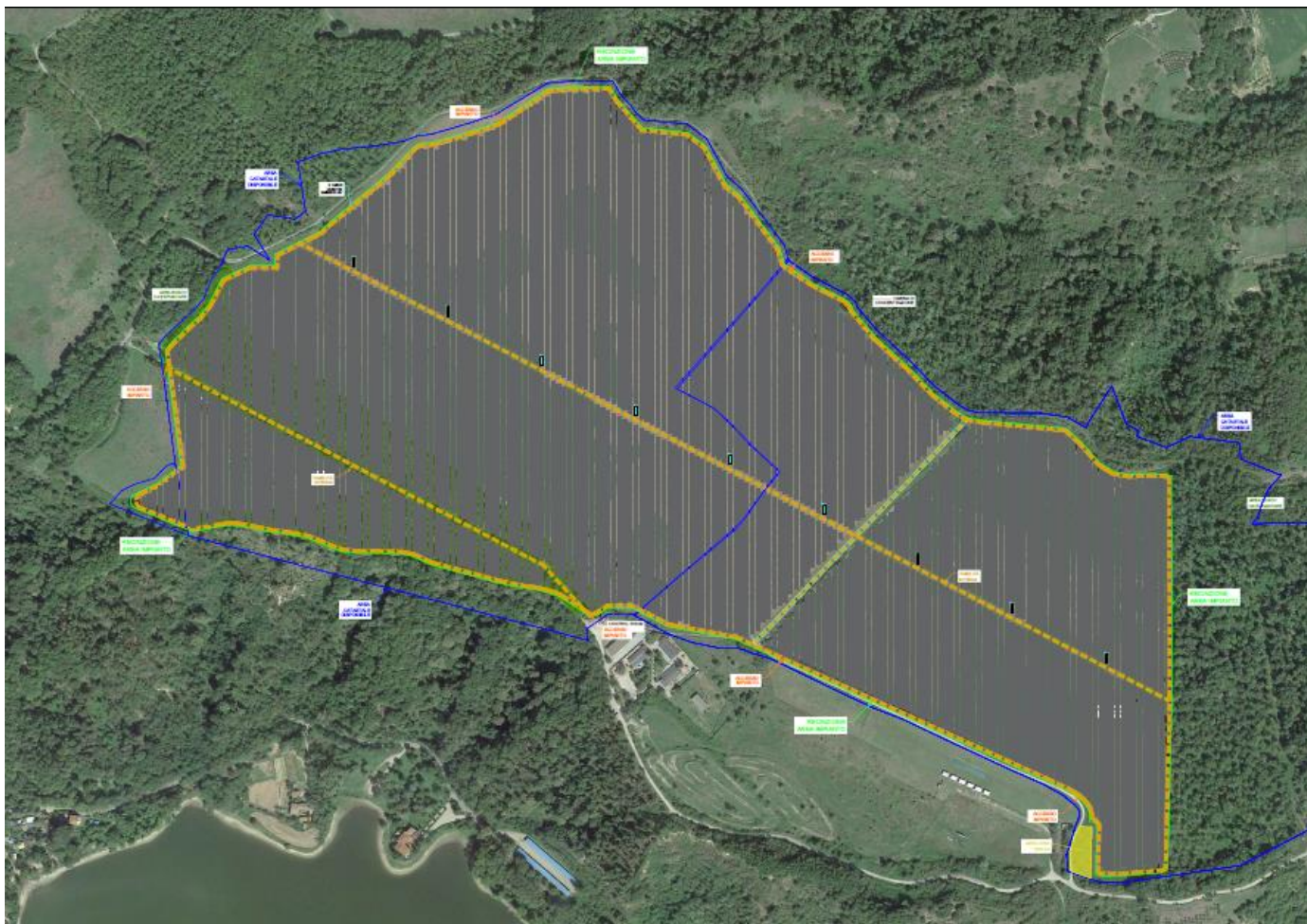
Si riscontra che il posizionamento della pista è trasversale alla direttrice verso il terreno, pertanto la zona del terreno non è percorsa da corridoi di atterraggio e decollo.

# AEROPORTUALE



### 3-INQUADRAMENTO DELLE OPERE

L'opera consiste nella realizzazione di un'impianto fotovoltaico di **84 Mwp** su una superficie lorda di 74 Ettari circa con una **superficie di moduli netta di 395.995 m2**.



### 4 – DATI GENERALI DI IMPIANTO

#### Dati caratteristiche tecniche generali:

La centrale fotovoltaica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- potenza fotovoltaica di 84 Mw
- potenza nominale disponibile (immiss. in rete) pari a 109 Mw su ex stabilimento Bekaert
- produzione annua stimata: 156.000 MWh
- superficie totale sito (area recinzione): 75,69 ettari circa
- 137.700 Pannelli bifacciali Longi Himo 7 610 W(segue scheda)
- Tracker monoassiale( est ovest)
- N° 9 cabine inverter SunGrow

### Dati caratteristiche tecniche civili:

Tutte le opere civili necessarie alla corretta collocazione degli elementi dell'impianto e al fine di garantire la fruibilità in termini di operazione e mantenimento dell'impianto nell'arco della sua vita utile:

- recinzione perimetrale a maglia metallica pari a ca. 2,25 ml dal terreno con circa 15 cm come misura di mitigazione ambientale, con pali a T infissi 60 cm;
- viabilità interna al parco larghezza di 4 metri realizzata con un materiale misto cava di cava o riciclato spessore ca. 30-50cm;
- minima regolarizzazione del piano di posa dei componenti dell'impianto fotovoltaico (strutture e cabinati) in ogni caso con quote inferiori a 1 metro al fine di non introdurre alterazioni della naturale pendenza del terreno;
- scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna e a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti MT, BT e ausiliari, in ogni caso inferiori a 1 metro all'interno delle aree recintate;
- canalizzazioni all'ingresso delle cabine, cavi inverter e cabine, cavi perimetrali per i sistemi ausiliari;

### Dati caratteristiche tecniche sistemi ausiliari:

I sistemi ausiliari che saranno realizzati sono:

- sistema di controllo e monitoraggio impianto fotovoltaico;
- sistema antintrusione lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine, costituito da un sistema di videosorveglianza con telecamere fisse poste su pali in acciaio, da un sistema di allarme a barriere microonde (RX-TX di circa 60 m) con centralina di gestione degli accessi;
- sistema di illuminazione lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine (si accenderà solo in caso di intrusione dall'esterno);
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (illuminazione perimetrale, controllo, etc.).
- rete telematica interna per la trasmissione dei dati del campo fotovoltaico.

### Dati caratteristiche tecniche sistemi ausiliari:

I sistemi ausiliari che saranno realizzati sono:

- sistema di controllo e monitoraggio impianto fotovoltaico;
- sistema antintrusione lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine, costituito da un sistema di videosorveglianza con telecamere fisse poste su pali in acciaio, da un sistema di allarme a barriere microonde (RX-TX di circa 60 m) con centralina di gestione degli accessi;  
(illuminazione perimetrale, controllo, etc.).
- rete telematica interna per la trasmissione dei dati del campo fotovoltaico.

## 5 – ANALISI INTERFERENZA

In riferimento alla normativa **LG-2022/002-APT – VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI** e allo schema di valutazione adottato si riporta le distanza di rispetto per le interferenze sull'aeronavigazione:

Distanza dall'aeroporto: per i parchi fotovoltaici è richiesta istruttoria e parere/nulla osta di ENAC se collocati entro la Superficie Conica dall'ARP (Aerodrome Reference Point) dell'aeroporto più vicino;

N.B. Il valore della proiezione a terra della superficie Conica di limitazione ostacoli è correlato al codice di aeroporto ove è praticata la circuitazione. Le distanze da considerare sono pertanto pari a:

- 6km per Aeroporti di codice 3 o 4;
- 3,6km per Aeroporti di codice 2
- 2,7km per Aeroporti di codice 1

Si riporta di seguito il report TOOL -PRE ANALISI sito Enav con esatti punti del terreno


REPORT						
Richiedente						
Nome/Società:	h2Era Green Valley		Cognome/Rag.	srl		
C.F./P.IVA:	Comune					
Provincia	CAP:					
Indirizzo:	N° Civico:					
Mail:	PEC:					
Telefono:	Cellulare:					
Fax :						
Tecnico						
Nome:	PARMA		Cognome:	FRANCO		
Matricola:	1524		Albo:	ing		
Ostacolo: Fotovoltaico						
Materiali:	vetro					
<input type="checkbox"/>	Ostacolo posizionato nel Centro Abitato					
<input type="checkbox"/>	Presenza ostacolo con altezza AGL uguale o superiore a 60 m entro raggio 200 m					
Gruppo Geografico			TOSCANA-FI-figline incisa Valdarno-Forastello			
Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	43° 34' 58.0" N	11° 28' 59.0" E	5.0 m	5.0 m	10.0 m	0.0 m
Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" ( <a href="http://www.enac.gov.it">www.enac.gov.it</a> )						

Fig3 Report sito Enav



## 6 – ANALISI RIFLESSO

Al fine di valutare l'effetto di riflesso dei pannelli ai fini della aero navigazione si riporta un'analisi dettagliata di questo fattore.

### Analisi riflessione

L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza, il quale dà alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici riflettenti. Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso grazie al quale il modulo fotovoltaico può assorbire una maggiore quantità di luce, rispetto ad una copertura con vetro tradizionale, che può essere convertita in energia elettrica.

Si può quindi affermare che la componente di luce riflessa dai moduli fotovoltaici, in particolar modo dai moduli in silicio mono-cristallino, è solo una piccola percentuale rispetto alla radiazione solare incidente.

Mechanical Characteristics	
Cell Type	P type Mono-crystalline
No.of cells	156 (2×78)
Dimensions	2411×1134×35mm (94.92×44.65×1.38 inch)
Weight	31.1 kg (68.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 290mm, (-): 145mm or Customized Length

Fig 4 Caratteristiche vetro moduli fv-dato scheda tecnica

La tecnologia di vetro "front and back coatings for anti-reflection" utilizzata dai moduli fotovoltaici permette di ridurre al minimo la riflettanza.



In aggiunta si deve ricordare che la riflessione della luce dipende fortemente dall'angolo di incidenza. Da test effettuati sui pannelli con vetro ad alta trasmissione antiriflesso, quali quelli utilizzati per il presente progetto, la percentuale di luce riflessa si mantiene al di sotto del 2%, con angolo di incidenza fino a 45°, al di sotto del 5% con angolo di incidenza fino a 60%. Si riporta di seguito un grafico che mostra la correlazione tra riflessione della luce solare incidente il modulo fotovoltaico e l'angolo di incidenza.

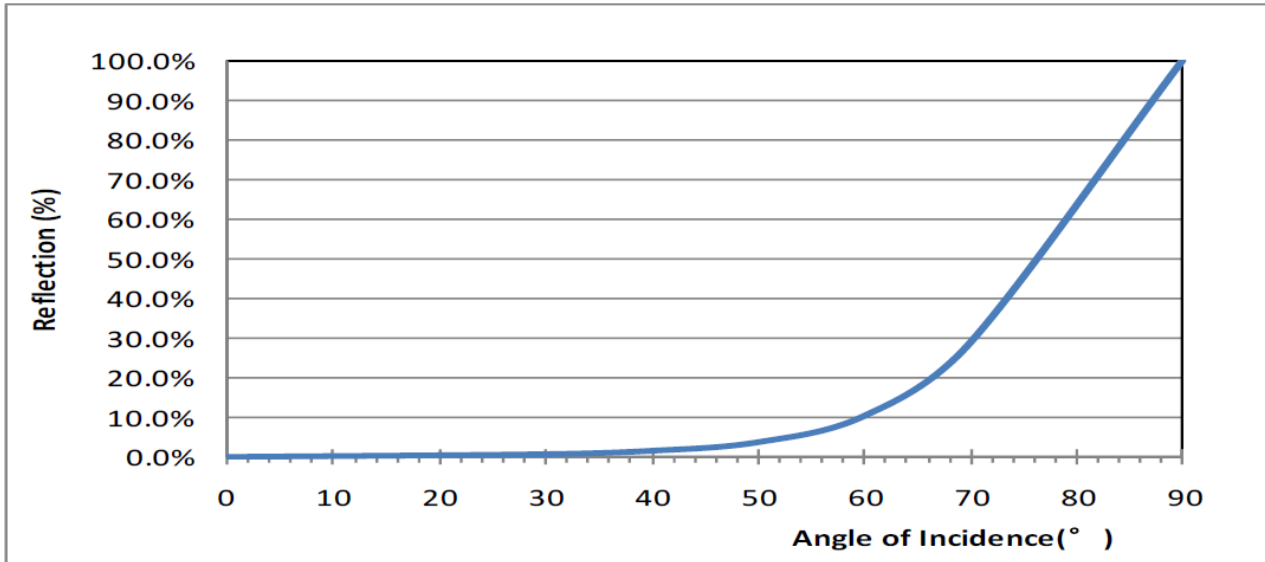


Figura 6 - Rapporto tra percentuale di riduzione della riflessione e angolo di incidenza, della luce solare

In ultimo, considerando che il sistema fotovoltaico previsto nel presente progetto, è un sistema a **inseguimento solare**, per cui il sole è, per la maggior parte del tempo e sicuramente nelle ore di maggior radiazione solare con un angolo di 90°, perpendicolare al modulo fotovoltaico, l'effetto della riflessione della luce, sul modulo fotovoltaico, nulla.

A questo dato va aggiunto l'utilizzo del vetro antiriflesso che abbatta dell'90 % la riflettanza.

Si può quindi concludere che, essendo il progetto pensato con:

- 1) moduli fotovoltaici ricoperti da vetro ad alta trasmittanza, e con "coating" antiriflesso
- 2) strutture ad inseguimento solare monoassiale (per la maggior parte dell'area di impianto), che minimizzano l'angolo di incidenza tra la luce solare ed il modulo fotovoltaico, la quota di luce riflessa sui moduli fotovoltaici in progetto è del tutto trascurabile.

## **CONCLUSIONI**

Alla luce di quanto analizzato, essendo il progetto :

- Fuori dalla portata di interferenze aeroportuali di 6 Km e fuori dai corridoi di avvicinamento e decollo dell'aeroporto di Firenze.
- Essere costruito con moduli fotovoltaici ricoperti da vetro ad alta trasmittanza, e con "coating" antiriflesso; ( si allega certificato produttore)
- struttura ad inseguimento solare monoassiale che minimizzano l'angolo di incidenza tra la luce solare ed il modulo fotovoltaico, si può concludere che la quota di luce riflessa sui moduli fotovoltaici in progetto è del tutto trascurabile.

Si ritiene che non vi sia nessun ostacolo per la navigazione Aerea considerato la presente valutazione sulla norma **LG-2022/002-APT – VALUTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI NEI DINTORNI AEROPORTUALI**

## **Allegato 1-. ASSEVERAZIONE DI INCLUSIONE DA ITER VALUTATIVO**

**OGGETTO:** *Valutazione della compatibilità ostacoli e pericoli alla navigazione aerea, ai sensi dell'art.709 co. 2 del Codice della Navigazione*

Il sottoscritto **Franco Parma** nato a La Plata (**Argentina**) il **30/12/1979** residente in **Figline e Incisa Valdarno (FI)**, Via **Giordano Bruno n. 60**, CAP **50064**, Tel. **3485729314**, e-mail: [federico.parma@ge-group.it](mailto:federico.parma@ge-group.it), pec: [hgv@pec.it](mailto:hgv@pec.it), in qualità di legale rappresentante della società **H2-Era Green Valley S.r.l.**

### **DICHIARA**

che:

1. Constatata l'ubicazione delle opere in progetto, di cui si riporta sintesi nella presente relazione;
2. Constatati i dati tecnici delle opere contenuti nel progetto generale dell'opera, di cui si riporta sintesi nell'**Allegato 2** al presente documento;
3. Consultate le disposizioni ENAC/ENAV, pubblicate sul sito dell'Ente, relative alla "Verifica Preliminare- Verifica potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea" come da riferimenti normativi riportati nella Fig 3 al presente documento;

Verificata la non interferenza delle opere in progetto con Aeroporti con procedure strumentali, risultando le opere in progetto all'interno del (distanza dal centro dell'ARP pari a circa 34 km) e dell'Aeroporto di Firenze (distanza dal centro dell'ARP pari a circa 34 km), avendo le opere in progetto una altezza dal suolo (AGL) inferiore a 5 m, valore al di sotto del quale non è necessario l'iter valutativo;

4. Verificata l'assenza di Aeroporti privi di procedure strumentali di competenza ENAV s.p.a. nell'ambito della fascia di 6 km, come dall'elenco risultante sul sito dell'ENAV .
5. Considerato che per le opere in progetto non si prevede la realizzazione di impianti, manufatti o strutture di altezza sul suolo (AGL) uguale o superiore a 100 metri sul terreno e/o 45 metri sull'acqua;
6. Considerato che l'altezza massima delle opere in progetto rispetto al suolo è pari a 5 metri, e risulta tale da essere schermati dalla naturale orografia dei siti, non costituendo così possibile interferenza con gli con gli apparati CNR;
7. Effettuata una verifica avvalendosi del supporto informatico messo a disposizione da ENAV (vedasi **fig3**) alla sezione ServiziOnline – Tool pre-analisi.

Alla luce di quanto sinora esposto,

### **ASSEVERA**




che **il caso in esame rientra fra quelli per i quali non sussistono i criteri di assoggettabilità all'iter valutativo**, e pertanto si esclude la valutazione dell'opera sotto gli aspetti aeronautici, secondo le



# ALLEGATO 2 – TEST MODULI FOTOVOLTAICI

Test Report – Products  
 Prüfbericht - Produkte



<b>Test Report No.:</b> <i>Prüfbericht-Nr.:</i>	<b>DE23OV4U 002</b>	<b>Order No.:</b> <i>Auftrags-Nr.:</i>	300101634 Seite 1 of 13 Seite 1 von 13
<b>Client Reference No.:</b> <i>Kunden-Referenz-Nr.:</i>	2042170	<b>Order date:</b> <i>Auftragsdatum:</i>	2023-10-24
<b>Client:</b> <i>Auftraggeber:</i>	LONGi Green Energy Technology Co., Ltd		
<b>Test item:</b> <i>Prüfgegenstand:</i>	Photovoltaic (PV) modules		
<b>Identification/ Type No.:</b> <i>Bezeichnung / Typ-Nr.</i>	see page 7		
<b>Order content:</b> <i>Auftrags-Inhalt:</i>	Measurement of Optical Reflectance of Photovoltaic (PV) Modules		
<b>Test specification:</b> <i>Prüfgrundlage:</i>	see page 6		
<b>Date of sample receipt:</b> <i>Wareneingangsdatum:</i>	2023-09-21		
<b>Test sample No.:</b> <i>Prüfmuster-Nr.:</i>	see page 7		
<b>Testing period:</b> <i>Prüfzeitraum:</i>	2023-12-18		
<b>Place of testing:</b> <i>Ort der Prüfung:</i>	Am Grauen Stein, 51105 Cologne/Germany		
<b>Testing laboratory:</b> <i>Prüflaboratorium:</i>	TÜV Rheinland Solar GmbH		
<b>Test result*:</b> <i>Prüfergebnis*:</i>	No pass/fail criteria applicable		
<b>tested by:</b> <i>geprüft von:</i>	X  Signiert von: Mehdi Azmani	<b>authorized by: /</b> <i>genehmigt von:</i>	X  Signiert von: Lukas Jakisch
<b>Date:</b> 2024-01-11 <i>Datum:</i>		<b>Issue Date:</b> 2024-01-11 <i>Ausstellungsdatum:</i>	
<b>Position / Stellung:</b>	Expert	<b>Position / Stellung:</b>	Laboratory manager
<b>Others /</b> <i>J.</i> <i>Sonstiges:</i>			
<b>Condition of the test item at delivery:</b> <i>Zustand des Prüfgegenstandes bei Anlieferung:</i>	Test item complete and undamaged		
<small>* Legend: P(ass) = passed a.m. test specification(s) F(ail) = failed a.m. test specification(s) N/A = not applicable N/T = not tested * Legende: P(ass) = entspricht o.g. Prüfgrundlage(n) F(ail) = entspricht nicht o.g. Prüfgrundlage(n) N/A = nicht anwendbar N/T = nicht getestet</small>			
<b>This test report only relates to the a. m. test sample. Without permission of the test center this test report is not permitted to be duplicated in extracts. This test report does not entitle to carry any test mark.</b> <i>Dieser Prüfbericht bezieht sich nur auf das o.g. Prüfmuster und darf ohne Genehmigung der Prüfstelle nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Dieser Bericht berechtigt nicht zur Verwendung eines Prüfzeichens.</i>			

Prüfbericht-Nr.: DE23OV4U 002  
Test report no.:

Seite 2 von 13  
Page 2 of 13

**Remarks**  
Anmerkungen

<b>A</b>	<p>Alle eingesetzten Prüfmittel waren zum angegebenen Prüfzeitraum gemäß eines festgelegten Kalibrierungsprogramms unseres Prüfhauses kalibriert. Sie entsprechen den in den Prüfprogrammen hinterlegten Anforderungen. Die Rückverfolgbarkeit der eingesetzten Prüfmittel ist durch die Einhaltung der Regelungen unseres Managementsystems gegeben. Detaillierte Informationen bezüglich Prüfkonditionen, Prüfequipment und Messunsicherheiten sind im Prüflabor vorhanden und können auf Wunsch bereitgestellt werden.</p> <p><i>The equipment used during the specified testing period was calibrated according to our test laboratory calibration program. The equipment fulfils the requirements included in the relevant standards. The traceability of the test equipment used is ensured by compliance with the regulations of our management system. Detailed information regarding test conditions, equipment and measurement uncertainty is available in the test laboratory and could be provided on request.</i></p>
<b>B</b>	<p>Wie vertraglich vereinbart, wurde dieses Dokument nur digital unterzeichnet. Der TÜV Rheinland hat nicht überprüft, welche rechtlichen oder sonstigen diesbezüglichen Anforderungen für dieses Dokument gelten. Diese Überprüfung liegt in der Verantwortung des Benutzers dieses Dokuments. Auf Verlangen des Kunden kann der TÜV Rheinland die Gültigkeit der digitalen Signatur durch ein gesondertes Dokument bestätigen. Diese Anfrage ist an unseren Vertrieb zu richten. Eine Umweltgebühr für einen solchen zusätzlichen Service wird erhoben.</p> <p><i>As contractually agreed, this document has been signed digitally only. TÜV Rheinland has not verified and unable to verify which legal or other pertaining requirements are applicable for this document. Such verification is within the responsibility of the user of this document. Upon request by its client, TÜV Rheinland can confirm the validity of the digital signature by a separate document. Such request shall be addressed to our Sales department. An environmental fee for such additional service will be charged.</i></p>
<b>C</b>	<p>Prüfklausel mit der Note * wurden an qualifizierte Unterauftragnehmer vergeben und sind unter der jeweiligen Prüfklausel des Berichts beschrieben. Abweichungen von Prüfspezifikation(en) oder Kundenanforderungen sind in der jeweiligen Prüfklausel im Bericht aufgeführt.</p> <p><i>Test clauses with remark of * are subcontracted to qualified subcontractors and described under the respective test clause in the report. Deviations of testing specification(s) or customer requirements are listed in specific test clause in the report.</i></p>
<b>D</b>	<p>Die Entscheidungsregel für Konformitätserklärungen in diesem Prüfbericht basiert auf der "Null-Grenzwert-Regel" und der "Einfachen Akzeptanz" gemäß ILAC GC8:2019 und IEC Guide 115:2021, es sei denn, in der auf Seite 1 dieses Berichts genannten angewandten Norm ist etwas anderes festgelegt oder vom Kunden gewünscht. Dies bedeutet, dass die Messunsicherheit nicht berücksichtigt wird und daher auch nicht im Prüfbericht angegeben wird.</p> <p><i>The decision rule for statements of conformity in this test report is based on the "Zero Guard Band Rule" and "Simple Acceptance" in accordance to ILAC GC8:2019 and IEC Guide 115:2021, unless otherwise specified in the applied standard mentioned on Page 1 of this report or requested by the customer. This means that measurement uncertainty is not taken in account and hence also not declared in the test report.</i></p>



Prüfbericht-Nr.: **DE23OV4U 002**  
Test report no.:

Seite 3 von 13  
Page 3 of 13

**Table of contents**  
*Inhaltsverzeichnis*

1	General information .....	4
1.1	Executive summary .....	4
1.2	Setting of tasks .....	5
1.3	Summary of test results .....	5
1.4	Test specifications .....	6
2	Product description .....	7
2.1	Test sample obtaining .....	7
2.2	List of test samples .....	7
3	Module examinations .....	8
3.1	Measurement of spectral optical reflectance .....	8
Appendix A:	Calculation of ISO 9050 external light reflectance $\rho_{v,o}$ (ISO 9050, Section 3.4.1) .....	12
Appendix B:	Abbreviations possible in the report .....	13

Prüfbericht-Nr.: DE23OV4U 002  
Test report no.:

Seite 4 von 13  
Page 4 of 13

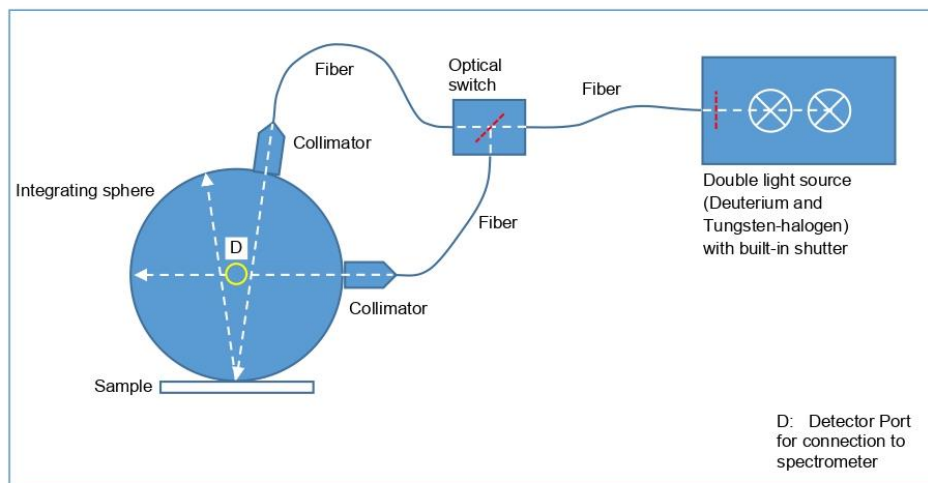
**General information**  
*Allgemeine Informationen*

**1 General information**

**1.1 Executive summary**

**Measurement of spectral optical reflectance**

The procedure used here is analogous to the determination of spectral transmittance described in Section 7 and 8 of ISO 13468-2. The test set-up is shown in the figure below. The sample is irradiated by a beam whose axis has an angle of  $8^\circ$  with respect to the vertical on the sample surface. Spectral reflectance is measured in the wavelength range 300 nm to 1600 nm. Measurement is performed using an integrating sphere with 150 mm inner diameter, suitable to collect the entire (hemispherically) reflected light. The measuring spot size is 10 mm in diameter.



Based on the resulting spectral optical reflectance curves, the ISO 9050 external light reflectance is calculated, which involves weighting by:

- D65 solar spectral irradiance in accordance with ISO/CIE 10526
- Spectral luminous efficiency for photopic vision (standard observer for photometry) in accordance with ISO/CIE 10527

**For the detailed calculation specification, see Appendix A.**

Prüfbericht-Nr.: **DE23OV4U 002**  
Test report no.:

Seite 5 von 13  
Page 5 of 13

**General information**  
*Allgemeine Informationen*

**1.2 Setting of tasks**

According to the inquiry of the customer following measurements on the below listed crystalline PV module(s) shall be performed:

- Spectral hemispherical optical reflectance of one PV module shall be measured analogous to ISO 13468-2:1999, but extended to the wavelength range 300 nm to 1600 nm.
- "External light reflectance" shall be calculated according to ISO 9050:2003.

**1.3 Summary of test results**

- When measuring on a solar cell, the external light reflectance of the PV module surface is on average 2.3%. External light reflectance varies between 2.15% and 2.58%, depending on the investigated solar cell.
- When measuring between the solar cells, external light reflectance of the PV module surface is approx. 33.7%, based on one measurement location.

<b>Prüfbericht-Nr.:</b> DE23OV4U 002 <i>Test report no.:</i>	Seite 6 von 13 Page 6 of 13
<b>General information</b> <i>Allgemeine Informationen</i>	

<b>1.4 Test specifications</b>	
<b>QMA 2.581.102</b> (TÜV Rheinland Solar GmbH)	Optische Transmissions- und Reflexionsmessung Optical transmission and reflection measurement
<b>ISO 13468-2:1999</b>	Plastics – Determination of the total luminous transmittance of transparent materials – Part 2: Double-beam instrument
<b>ISO 9050:2003</b>	Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors

<b>Prüfbericht-Nr.:</b> DE23OV4U 002 <i>Test report no.:</i>	Seite 7 von 13 Page 7 of 13
<b>Product Description</b> <i>Produktbeschreibung</i>	

<b>2 Product description</b>				
<b>2.1 Test sample obtaining</b>				
<input checked="" type="checkbox"/> Sending by customer <input type="checkbox"/> Sampling by TÜV Rheinland Group <input type="checkbox"/> others:				
<b>2.2 List of test samples</b>				
Sample No.	Sample S/N	Manufacturer	Module type	Module technology
HV2023003510	LRPI04094230500303577	LONGi Green Energy Technology Co., Ltd	LR5-72HGD-570M	N-TOPCon
Supplementary information: Measurement location(s): 4 locations as specified in Section 3.				

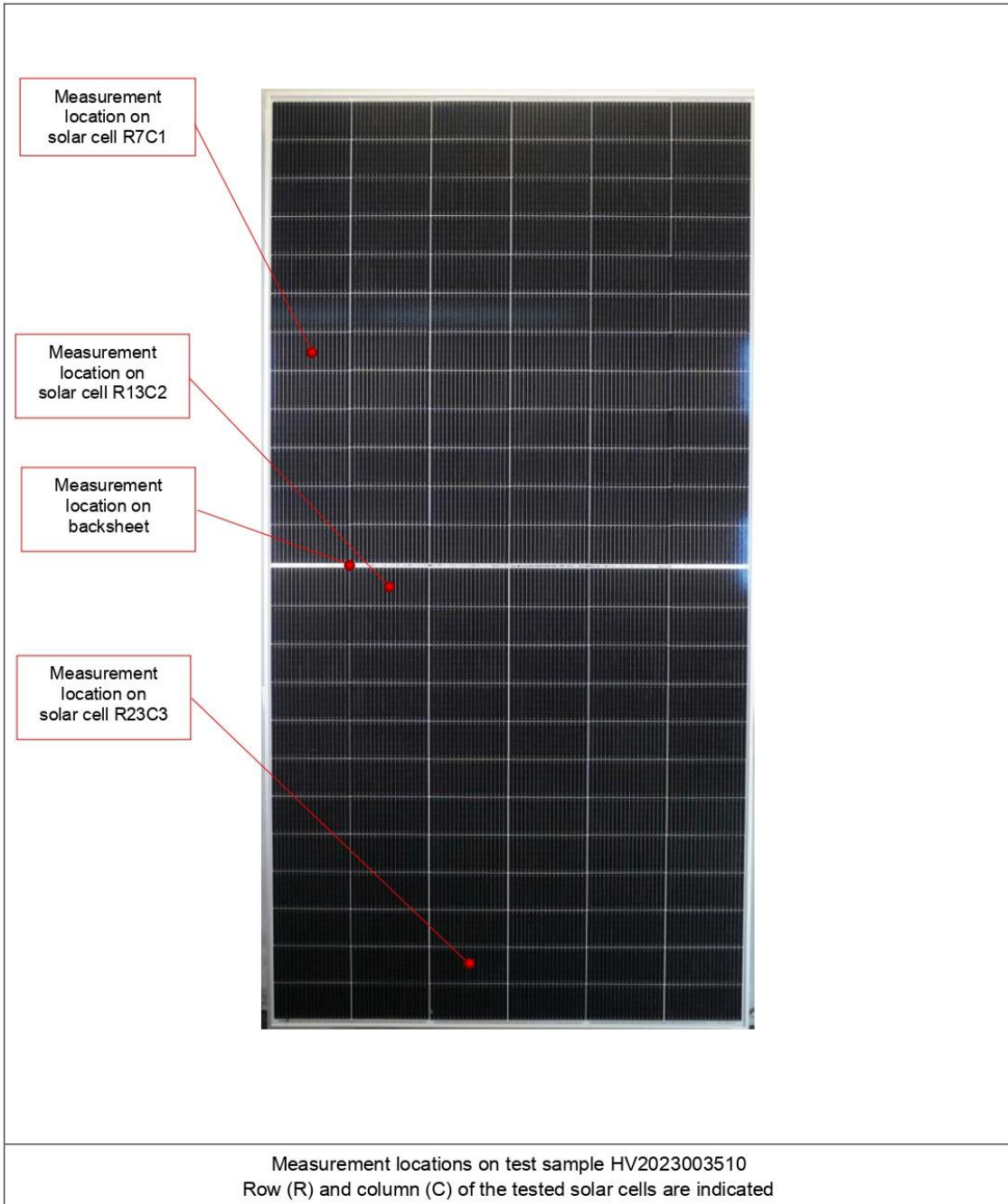
<b>Prüfbericht-Nr.:</b> DE23OV4U 002 <i>Test report no.:</i>	Seite 8 von 13 Page 8 of 13
<b>Module examination</b> <i>Modulprüfungen</i>	

<b>3 Module examinations</b>		
<b>3.1 Measurement of spectral optical reflectance</b>		
External light reflectance was computed from spectral optical reflectance in accordance with ISO 9050, Section 3.4.1 (see Appendix A).		
Test date [yyyy-mm-dd]	2023-12-18	
Sample No.	HV2023003510	
No. of measurement locations	4, as specified in the picture below	
<b>Measurement location</b>	<b>ISO 9050 external light reflectance</b>	<b>Average</b>
Cell R7C1	2.15%	2.3%
Cell R13C2	2.58%	
Cell R23C3	2.23%	
Backsheet	33,73%	—
Summary of results: <ul style="list-style-type: none"> <li>• When measuring on a solar cell, the external light reflectance of the PV module surface is on average 2.3%. External light reflectance varies between 2.15% and 2.58%, depending on the investigated solar cell.</li> <li>• When measuring between the solar cells, external light reflectance of the PV module surface is approx. 33.7%, based on one measurement location.</li> </ul>		
Supplementary information: the measurement of Backsheet (between solar cells) has been performed on the crossing of the large lines spacing between columns 1 and 2 and rows 12 and 13 avoiding the metallic bus bar (see picture on page 9).		

Prüfbericht-Nr.: DE23OV4U 002  
Test report no.:

Seite 9 von 13  
Page 9 of 13

**Module examination**  
*Modulprüfungen*

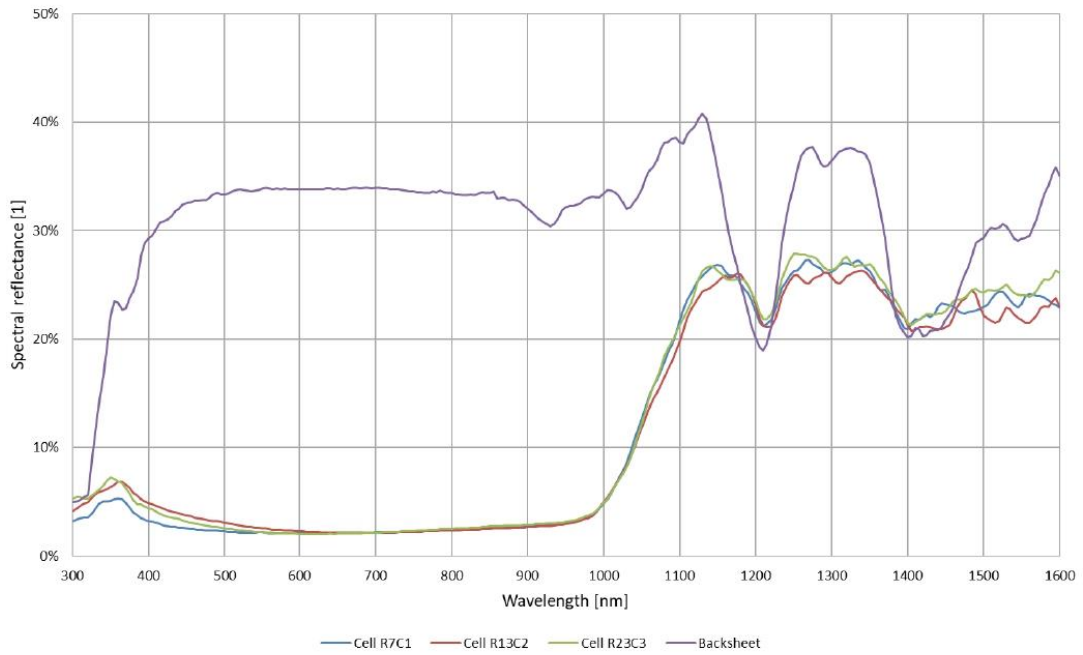


Prüfbericht-Nr.: DE23OV4U 002  
Test report no.:

Seite 10 von 13  
Page 10 of 13

**Module examination**  
*Modulprüfungen*

HV2023003510

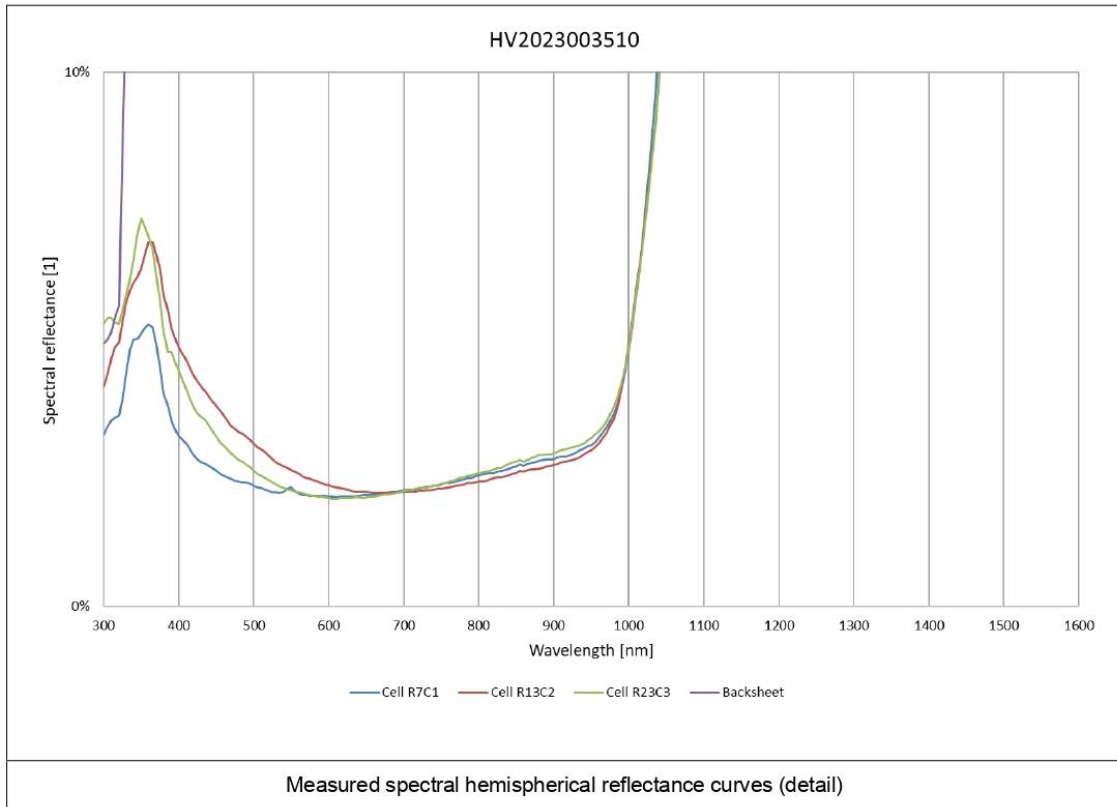


Measured spectral hemispherical reflectance curves

Prüfbericht-Nr.: **DE23OV4U 002**  
Test report no.:

Seite 11 von 13  
Page 11 of 13

**Module examination**  
*Modulprüfungen*



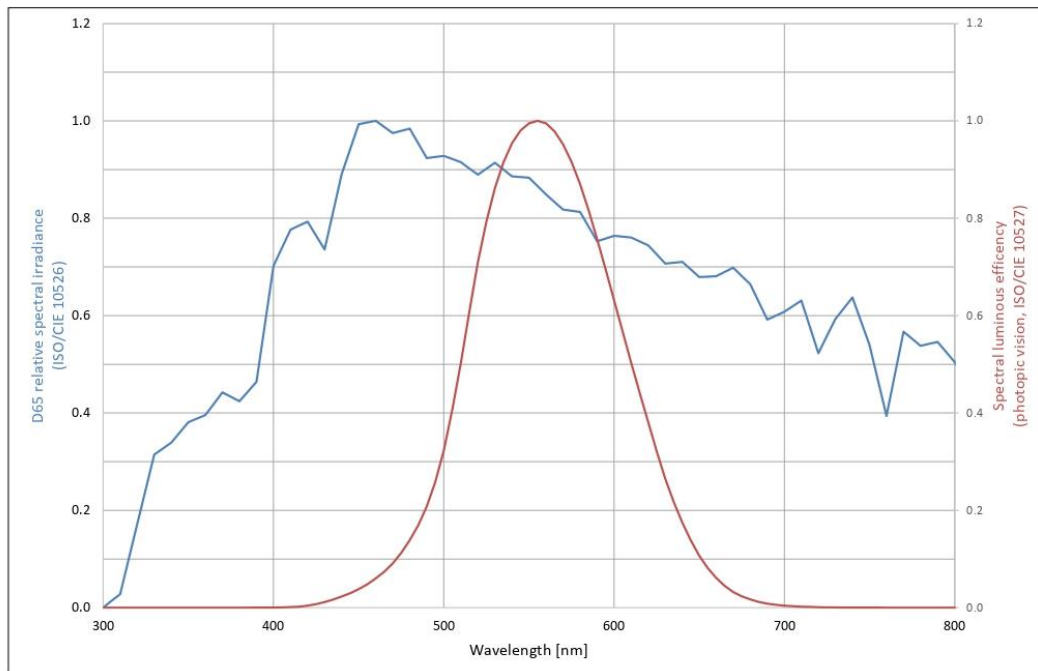


**Additional documentation**  
 Zusatzdokumentation

**Appendix A: Calculation of ISO 9050 external light reflectance  $\rho_{v,o}$   
 (ISO 9050, Section 3.4.1)**

$$\rho_{v,o} = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \rho_o(\lambda) D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}$$

- $\rho_o(\lambda)$  is the spectral external reflectance of the glazing
- $D_\lambda$  is the relative spectral distribution of illuminant D65 (see ISO/CIE 10526)
- $V(\lambda)$  is the spectral luminous efficiency for photopic vision defining the standard observer for photometry (see ISO/CIE 10527)
- $\Delta\lambda$  is the wavelength interval



D65 relative spectral irradiance and Spectral luminous efficiency