

REGIONE BASILICATA PROVINCIA DI POTENZA COMUNE DI MONTEMILONE

Progetto di due impianti agrivoltaici avanzati per la produzione di energia elettrica, denominati Montemilone 1 CP: 202300145 della potenza nominale di 61.920 kW e Montemilone 2 CP: 202300146 della potenza nominale di 51.660kW, ubicati in Località Perillo Soprano, La Sterpara, Santa Maria nel Comune di Montemilone (PZ) per una potenza nominale complessiva di 113.580 kW comprensivo delle opere di rete per la connessione a 36kV alla RTN di Terna Spa



PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

ELABORATO

ABBAGLIAMENTO

DATA: Dicembre 2023

Scala: -

Nome file: *NPB1_MTM_C5 - ABBAGLIAMENTO*

PROPONENTE

NP Basilicata 1

NP Basilicata 1 S.r.l.
Galleria Passarella n. 2, 20122 Milano (MI)
Partita IVA 13004260967
PEC: npbasilicata1@legalmail.it

NP Basilicata 1 S.r.l.
Galleria Passarella, 2
20122 MILANO
P.IVA - C.F. 13004260967

ELABORATO DA:

Entrope Srl
Dott. Sc. Amb. Enrico Forcucci
Via per Vittorito Zona PIP
65026 Popoli (PE)
Tel/Fax 085986763
PIVA 01819520683

Arch. Pasqualino Grifone
Piazza Sirena, 8
66023 - Francavilla al Mare



Agronomo Nicola Pierfranco Venti
Via A. Volta, 1
65026 Popoli (PE)

revisione	descrizione	data	Elab. n.
A			C5
B			
C			

Sommario

1	PREMESSA	2
2	ANALISI DEL FENOMENO	2
2.1	Moto Apparente Del Sole	2
2.2	Rivestimento Anti-Riflettente	3
2.3	Gamma cromatica dei moduli fotovoltaici	5
2.4	Densità Ottica Dell'aria	6
2.5	Strutture aeroportuali alimentate dal sole	7
2.6	Verifica dell'interferenza rispetto alle infrastrutture ENAC/ENAV	8
2.7	Effetto lago	14
3	CONCLUSIONE	20

1 PREMESSA

Lo scopo del presente documento è di analizzare i fenomeni di abbagliamento dell'impianto in oggetto; con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad una intensa sorgente luminosa. L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

Per argomentare il fenomeno dell'abbagliamento generato da moduli fotovoltaici nelle ore diurne occorre considerare diversi aspetti legati alla loro tecnologia, struttura e orientazione, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

2 ANALISI DEL FENOMENO

2.1 Moto Apparente Del Sole

Come è ben noto, in conseguenza della rotazione del globo terrestre attorno al proprio asse e del contemporaneo moto di rivoluzione attorno al sole, nell'arco della giornata il disco solare sorge ad est e tramonta ad ovest (ciò in realtà è letteralmente vero solo nei giorni degli equinozi). In questo movimento apparente il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio inclinato verso la linea dell'orizzonte tanto più in direzione sud quanto più ci si avvicina al solstizio d'inverno (21 Dicembre) e tanto più in direzione nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate (21 Giugno).

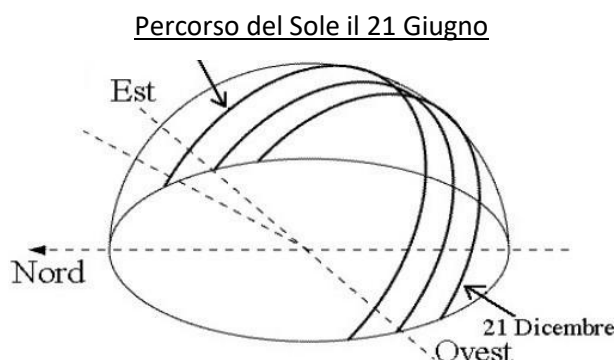


Figura 1: Movimento apparente del disco solare per un osservatore situato ad una latitudine nord 45°

In considerazione quindi dell'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici di 5,4 metri e del loro angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale, il verificarsi e l'entità di fenomeni di riflessione ad altezza d'uomo della radiazione luminosa incidente alla latitudine a cui è posto l'impianto fotovoltaico in esame sarebbero teoricamente ciclici in quanto legati al momento della giornata, alla stagione nonché alle condizioni meteorologiche.

In ogni caso, inoltre, la radiazione riflessa viene ridirezionata verso l'alto con un angolo rispetto al piano orizzontale tale da non colpire un eventuale osservatore posizionato ad altezza del suolo nelle immediate vicinanze della recinzione perimetrale dell'impianto. Un tale considerazione è valida tanto per i moduli fissi quanto per quelli dotati di sistemi di inseguimento (tracker) come nel caso specifico dell'impianto in oggetto.

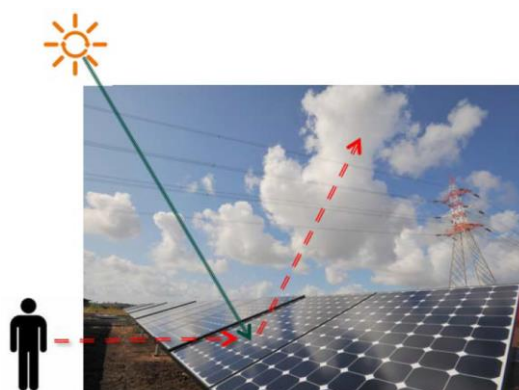


Figura 2 - Angolo di osservazione ad altezza d'uomo.

2.2 Rivestimento Anti-Riflettente

Le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari.

L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato antiriflettente 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 finestate.

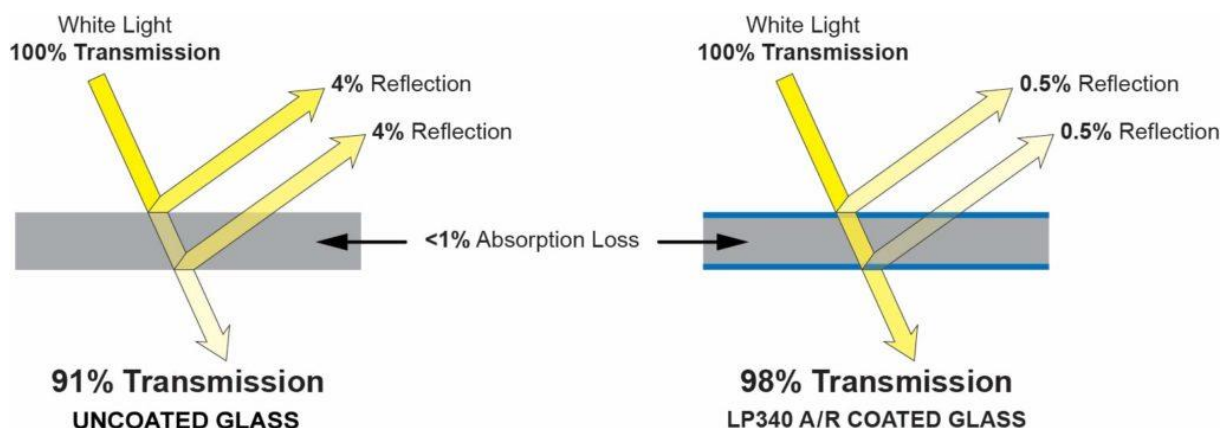
Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso grazie al quale penetra più luce nella cella, altrimenti la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare.



Figura 3: Le due immagini dimostrano in modo lampante come, al contrario di un vetro comune (normal glass), il vetro anti-riflesso (Anti-Reflecting glass) che riveste i moduli fotovoltaici (Photo Voltaic Modules) riduca drasticamente la riflessione dei raggi luminosi



Figura 4: Le due immagini dimostrano in modo lampante come, al contrario di un vetro comune (normal glass), il vetro anti-riflesso (Anti-Reflecting glass) che riveste i moduli fotovoltaici (Photo Voltaic Modules) riduca drasticamente la riflessione dei raggi luminosi



Le due immagini dimostrano le prestazioni di un vetro senza rivestimento AR e con rivestimento AR. La parte riflessa in un vetro con rivestimento AR è solo l'1%, a vantaggio della prestazione energetica del pannello e di eventuali fenomeni di abbagliamento.

L'efficienza degli impianti solari aumenta in proporzione all'energia irradiata e quindi con la maggiore trasmissione del vetro. Secondo diversi studi, il vetro solare con rivestimento ARC Anti-Reflection Coating garantisce prestazioni ottimali in condizioni di scarsa illuminazione dei collettori solari ed è in grado di aumentare significativamente il rendimento energetico rispetto ai collettori senza rivestimento AR. Questo a vantaggio anche di eventuali fenomeni di abbagliamento che di fatto diminuiscono di circa il 7% rispetto a vetri senza rivestimento AR.

2.3 Gamma cromatica dei moduli fotovoltaici

All'interno del progetto sono previsti dei moduli fotovoltaici **del tipo a celle monocristallino, le quali hanno una colorazione ed una struttura del silicio uniforme blu scura, quasi nera.**

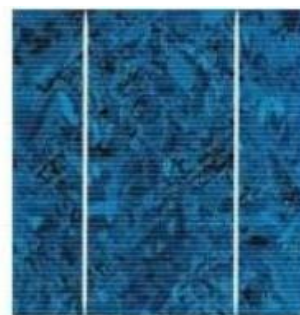
Sono generalmente più efficienti: hanno, cioè, bisogno di una superficie inferiore rispetto ai moduli policristallini per generare lo stesso quantitativo di energia.



AMORFO



MONOCRISTALLINO



POLICRISTALLINO

Di contro, i pannelli fotovoltaici costituiti da celle in silicio policristallino sono caratterizzati esteticamente da tipica una colorazione bluastra non uniforme. L'effetto estetico di un pannello in silicio policristallino, specialmente se posto su superfici visibili – come, ad esempio, falde di tetto architettonicamente importanti per l'equilibrio di design di un edificio – è più impattante rispetto ai pannelli di colore nero compatto della tecnologia con silicio monocristallino.

Per quanto riguarda la riflettanza, le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari.

L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato antiriflettente ad alta trasmittanza, il quale dona alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestrate.

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 penetra più luce nella cella, altrimenti la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare.

In conclusione, la colorazione uniforme blu scura quasi nera delle celle monocristallino garantisce un effetto estetico meno impattante delle celle in silicio policristallino, e l'utilizzo di vetro temprato antiriflettente ad alta trasmittanza riduce notevolmente l'effetto lago ed eventuali fenomeni di abbagliamento.

In fase esecutiva la marca e la tipologia dei moduli fotovoltaici potrebbero variare in relazione alla disponibilità nel mercato, fermo restando che non verrà apportata alcuna variazione alla potenza nominale di picco del generatore fotovoltaico.

2.4 Densità Ottica Dell'aria

Le stesse molecole componenti l'aria al pari degli oggetti danno luogo a fenomeni di assorbimento, riflessione e scomposizione delle radiazioni luminose su di esse incidenti; pertanto, la minoritaria percentuale di luce solare che viene riflessa dalla superficie del modulo fotovoltaico, grazie alla densità ottica dell'aria è comunque destinata nel corto raggio ad essere ridirezionata, scomposta, ma soprattutto convertita in energia termica.

2.5 Strutture aeroportuali alimentate dal sole

Ad oggi numerosi sono in Italia gli aeroporti che si stanno munendo o che hanno già da tempo sperimentato con successo estesi impianti fotovoltaici per soddisfare il loro fabbisogno energetico (es. Bari Palese: Aeroporto Karol Wojtyla; Roma: Aeroporto Leonardo da Vinci; Bolzano: aeroporto Dolomiti, aeroporto internazionale di Kochi, il quarto più grande scalo dell'India per numero di passeggeri, è il più grande aeroporto al mondo alimentato esclusivamente a energia solare fotovoltaica, ecc.). Indipendentemente dalle scelte progettuali, risulta del tutto accettabile l'entità del riflesso generato dalla presenza dei moduli fotovoltaici installati a terra o integrati al di sopra di padiglioni aeroportuali.

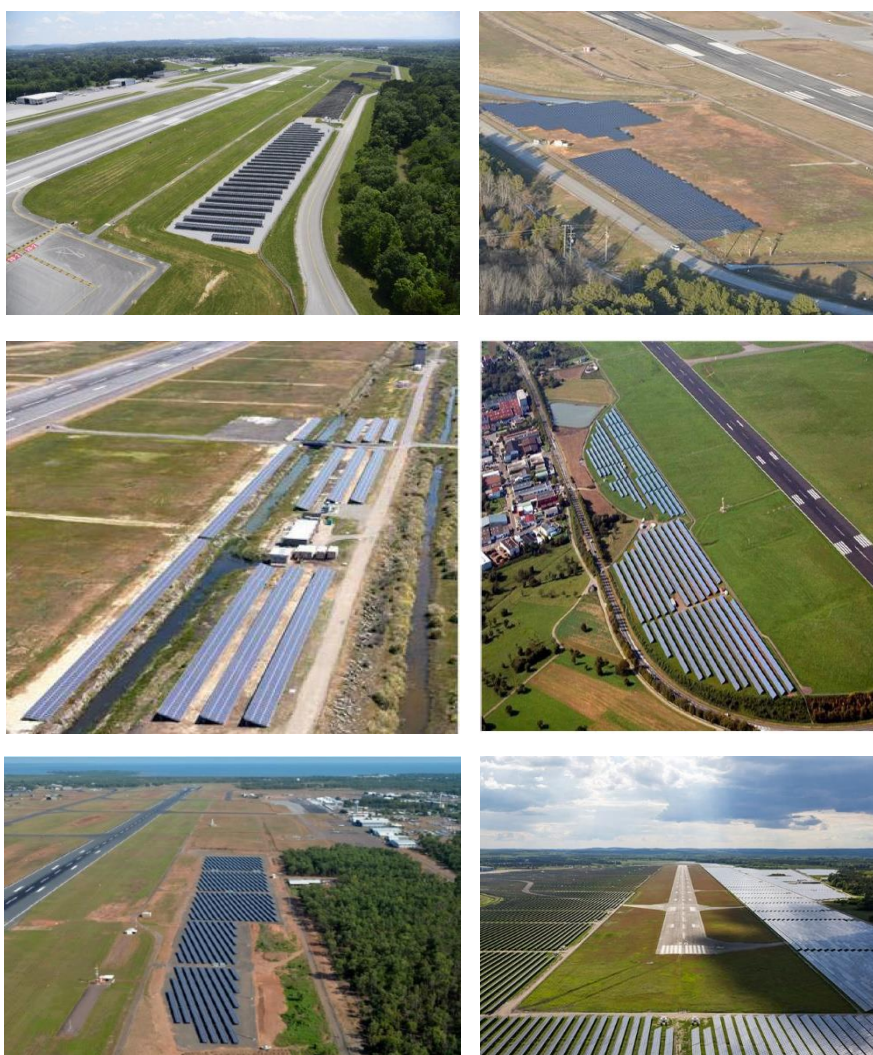


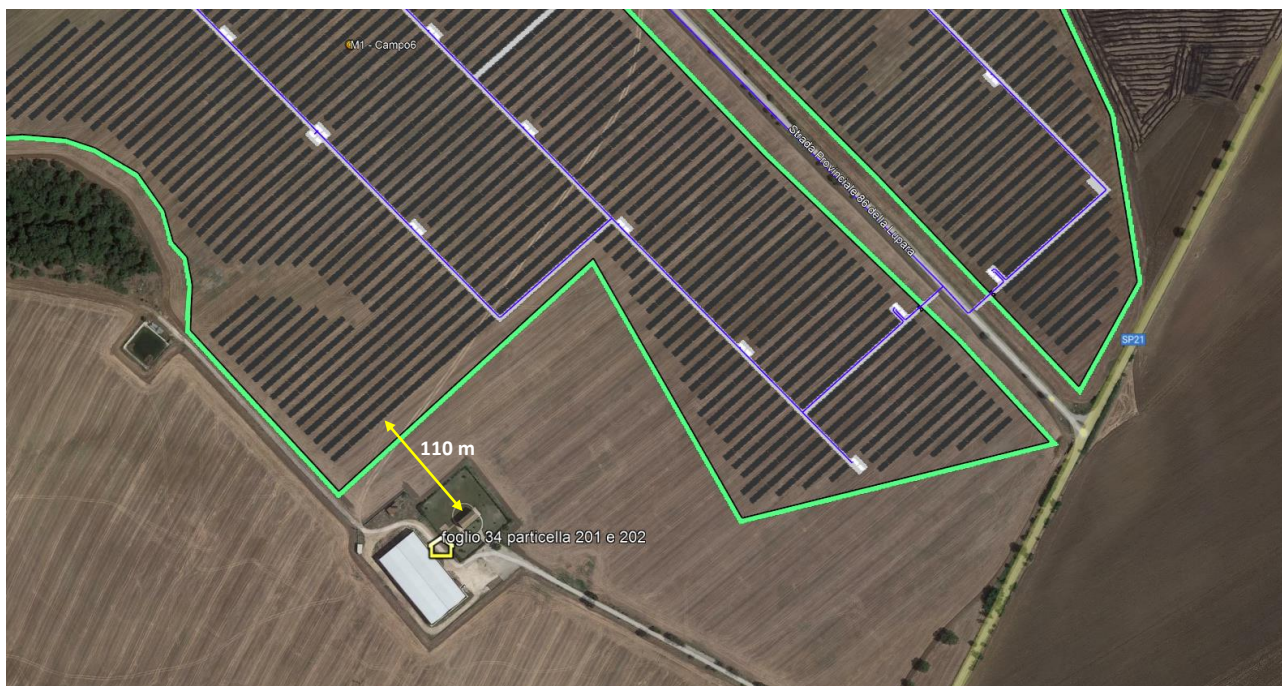
Figura 5: Esempi di impianti fotovoltaici in ambito aeroportuale. La disposizione dei moduli fotovoltaici in prossimità delle piste di atterraggio/decollo non rappresenta un rischio per la sicurezza.

2.6 Ricettori individuati

La tabella seguente riporta invece tutti i fabbricati presenti nell'area di interesse, individuati in base alla loro identificazione catastale e destinazione d'uso. Ai fini delle verifiche sono stati considerati solo quelli a carattere residenziale più prossimi alle sorgenti.

Ricettore	Foglio	Particella	Tipologia	Categoria catastale	Zona PRG
1	26	370	Non Residenziale	C6/C2	E
2	26	368	Non Residenziale	C1	E
3	26	98	-	Fabbricato non accatastato	E
4	26	293	Non Residenziale	Fabbricato rurale	E
5	26	319	-	Fabbricato non accatastato	E
6	26	301	-	Fabbricato non accatastato	E
7	34	202	Residenziale	A3	E
8	34	201	Residenziale	A2/C2	E
9	32	142	-	Fabbricato non accatastato	E
143	32	143	-	Fabbricato non accatastato	E

Dall'analisi delle posizioni dei ricettori si sono individuati due ricettori particolarmente sensibili: i fabbricati foglio 34 particella 201 e 202, di cui il 202 più prossimo al campo n. 6



Distanze dal ricettore foglio 34 particella 201 e 202,

Per il ricettore individuato, considerata la distanza, la presenza della barriera verde, l'altezza e l'angolo di rotazione dell'inseguitore est/ovest, è da ritenersi influente l'impatto derivante dall'abbagliamento conseguente a tale intervento sul ricettore individuato, non rappresentando una fonte di disturbo.


2.7 Verifica dell'interferenza rispetto alle infrastrutture ENAC/ENAV

Per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico in oggetto si è proceduto ad effettuare la verifica dell'interferenza rispetto alle infrastrutture ENAC/ENAV.

L'ENAC S.p.A. ha inoltre predisposto inoltre una procedura per la valutazione di compatibilità ostacoli che comprende la verifica delle potenziali interferenze dei nuovi impianti e manufatti con le superfici, come definite dal Regolamento ENAC per la Costruzione ed Esercizio Aeroporti (superfici limitazione ostacoli, superfici a protezione degli indicatori ottici della pendenza dell'avvicinamento, superfici a protezione dei sentieri luminosi per l'avvicinamento) e, in accordo a quanto previsto al punto 1.4 Cap. 4 del citato Regolamento, con le aree poste a protezione dei sistemi di comunicazione, navigazione e radar (BRA - Building Restricted Areas) e con le minime operative delle procedure strumentali di volo (DOC ICAO 8168).

A tal proposito è disponibile sul sito web dell'ENAV S.p.A. una utility di pre-analisi al fine di verificare l'interferenza dell'impianto fotovoltaico. Questa applicazione può essere utilizzata esclusivamente per gli aeroporti con procedure strumentali di volo di competenza ENAV.

Dall'utility di pre-analisi si conferma che non risulta alcuna interferenza con l'impianto di produzione.

REPORT						
Richiedente						
Nome/Società:	NP Basilicata 1	Cognome/Rag.	Srl			
C.F./P.IVA:	13004260967	Comune	Milano			
Provincia	MI	CAP:	20122			
Indirizzo:	Galleria Passarella	N° Civico:	2			
Mail:		PEC:	npbasilicata1@legalmail.it			
Telefono:		Cellulare:				
Fax :						
Tecnico						
Nome:	Pasqualino	Cognome:	Grifone			
Matricola:	1293	Albo:	Architetti Sez A			
Ostacolo: Impianto fotovoltaico						
Materiale:	Cristallino					
<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		BASILICATA-PZ-Montemilone-Perillo Soprano, La Sterpara, Santa Maria				
Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	41° 0' 12.01" N	15° 53' 41.64" E	361.0 m	6.0 m	367.0 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" (www.enac.gov.it)					
2	41° 0' 15.72" N	15° 53' 43.87" E	358.0 m	6.0 m	364.0 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" (www.enac.gov.it)					
3	41° 0' 15.76" N	15° 53' 55.94" E	359.0 m	6.0 m	365.0 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" (www.enac.gov.it)					
4	41° 0' 2.73" N	15° 54' 11.09" E	361.0 m	6.0 m	367.0 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" (www.enac.gov.it)					
5	40° 59' 56.06" N	15° 54' 1.54" E	367.0 m	6.0 m	373.0 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" (www.enac.gov.it)					
6	41° 0' 26.36" N	15° 54' 16.16" E	346.0 m	6.0 m	352.0 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" (www.enac.gov.it)					
7	41° 0' 34.35" N	15° 54' 27.62" E	343.0 m	6.0 m	349.0 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" (www.enac.gov.it)					
8	41° 0' 30.81" N	15° 54' 28.34" E	345.0 m	6.0 m	351.0 m	0.0 m

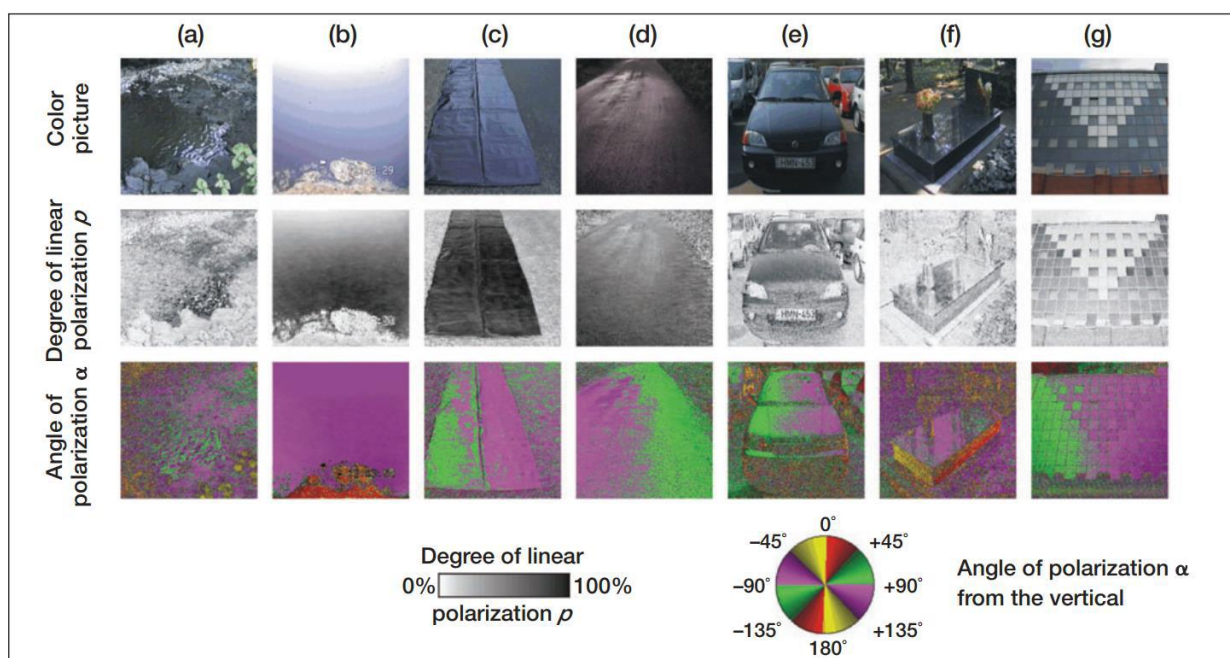
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
9	41° 0' 25.13" N	15° 54' 20.3" E	349.0 m	6.0 m	355.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza 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" (www.enac.gov.it)					
10	41° 0' 26.05" N	15° 54' 19.11" E	349.0 m	6.0 m	355.0 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" (www.enac.gov.it)					
11	41° 0' 25.09" N	15° 54' 17.77" E	351.0 m	6.0 m	357.0 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" (www.enac.gov.it)					
12	41° 0' 45.36" N	15° 55' 2.32" E	347.0 m	6.0 m	353.0 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" (www.enac.gov.it)					
13	41° 0' 49.01" N	15° 55' 4.38" E	347.0 m	6.0 m	353.0 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" (www.enac.gov.it)					
14	41° 0' 51.06" N	15° 55' 23.12" E	354.0 m	6.0 m	360.0 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" (www.enac.gov.it)					
15	41° 0' 44.97" N	15° 55' 30.87" E	353.0 m	6.0 m	359.0 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" (www.enac.gov.it)					
16	41° 0' 37.96" N	15° 55' 27.43" E	348.0 m	6.0 m	354.0 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" (www.enac.gov.it)					
17	41° 0' 32.73" N	15° 55' 20.17" E	346.0 m	6.0 m	352.0 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" (www.enac.gov.it)					
18	41° 0' 32.62" N	15° 55' 22.69" E	346.0 m	6.0 m	352.0 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" (www.enac.gov.it)					
19	41° 0' 42.98" N	15° 55' 36.83" E	347.0 m	6.0 m	353.0 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" (www.enac.gov.it)					
20	41° 0' 37.49" N	15° 55' 49.77" E	332.0 m	6.0 m	338.0 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" (www.enac.gov.it)					
21	41° 0' 27.69" N	15° 55' 46.81" E	330.0 m	6.0 m	336.0 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" (www.enac.gov.it)					
22	41° 0' 23.53" N	15° 55' 36.19" E	339.0 m	6.0 m	345.0 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" (www.enac.gov.it)					
23	41° 0' 29.82" N	15° 55' 23.46" E	346.0 m	6.0 m	352.0 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" (www.enac.gov.it)					
24	41° 0' 45.96" N	15° 55' 41.33" E	353.0 m	6.0 m	359.0 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" (www.enac.gov.it)					
25	41° 0' 53.77" N	15° 55' 57.11" E	353.0 m	6.0 m	359.0 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" (www.enac.gov.it)					
26	41° 0' 50.67" N	15° 56' 3.79" E	343.0 m	6.0 m	349.0 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" (www.enac.gov.it)					
27	41° 0' 48.69" N	15° 56' 3.76" E	331.0 m	6.0 m	337.0 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" (www.enac.gov.it)					
28	41° 0' 40.12" N	15° 55' 52.89" E	338.0 m	6.0 m	344.0 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" (www.enac.gov.it)					
29	40° 59' 27.23" N	15° 57' 6.85" E	391.0 m	6.0 m	397.0 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" (www.enac.gov.it)					
30	40° 59' 47.8" N	15° 57' 37.58" E	382.0 m	6.0 m	388.0 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" (www.enac.gov.it)					
31	40° 59' 42.66" N	15° 57' 46.75" E	382.0 m	6.0 m	388.0 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" (www.enac.gov.it)					
32	40° 59' 17.14" N	15° 57' 54.85" E	394.0 m	6.0 m	400.0 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" (www.enac.gov.it)					
33	40° 59' 11.88" N	15° 57' 55.8" E	395.0 m	6.0 m	401.0 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" (www.enac.gov.it)					
34	40° 59' 7.59" N	15° 57' 52.44" E	397.0 m	6.0 m	403.0 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" (www.enac.gov.it)					
35	40° 59' 5.2" N	15° 57' 40.3" E	402.0 m	6.0 m	408.0 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" (www.enac.gov.it)					
36	40° 59' 12.31" N	15° 57' 34.75" E	399.0 m	6.0 m	405.0 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" (www.enac.gov.it)						
37	40° 59' 5.88" N	15° 57' 24.94" E	404.0 m	6.0 m	410.0 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" (www.enac.gov.it)						
38	40° 59' 16.17" N	15° 57' 11.18" E	396.0 m	6.0 m	402.0 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" (www.enac.gov.it)						

2.8 Effetto lago ¹

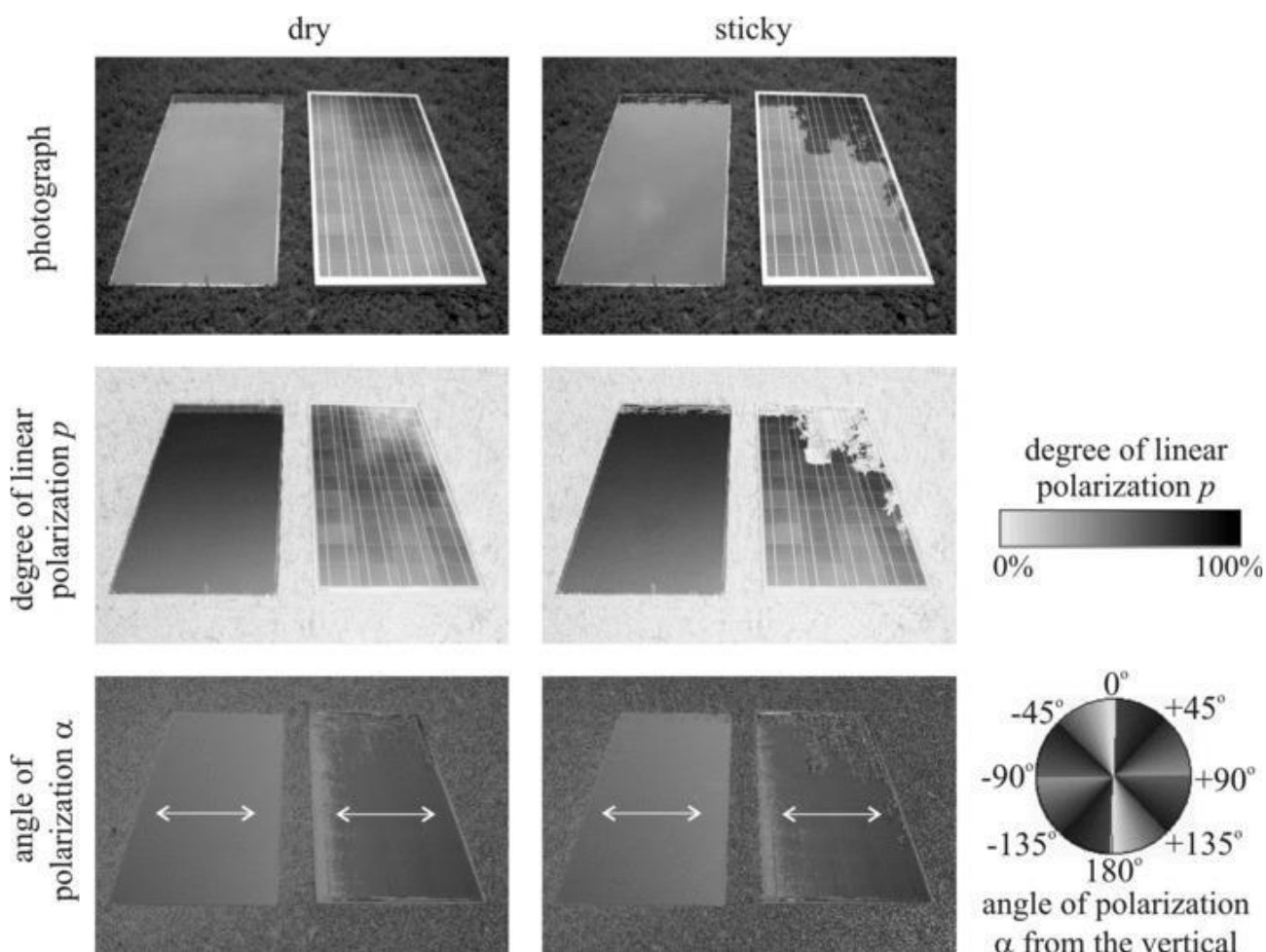
Con l'avanzamento dell'antropizzazione si è palesata una problematica denominata Ecological light pollution (inquinamento luminoso a livello ecologico). Questo disturbo è dovuto al differente utilizzo della luce che fa l'uomo rispetto agli altri animali, che può compromettere i sistemi di orientamento e di comunicazione di questi ultimi, facilitarne la predazione, o andare comunque ad alterare, anche indirettamente, i fenomeni di competizione naturale e riproduttivi (Longcore & Rich, 2004). Le differenti strutture degli apparati visivi di alcuni animali rendono maggiormente difficile la percezione di questo tipo di inquinamento luminoso. Nello specifico, l'inquinamento dovuto a luce polarizzata non può essere percepito dalla vista dell'uomo, ma, al contrario, insetti e altri animali, che riescono a distinguere la polarizzazione della luce, possono modificare i propri comportamenti in funzione di essa. Data un'onda elettromagnetica nello spettro visibile, per polarizzazione della luce si intende la direzione del vettore campo-elettrico. La luce bianca proveniente dal sole solitamente non possiede una polarizzazione preferenziale, poiché i diversi campi elettrici emessi possiedono ognuno una direzione casuale, ma a causa di fenomeni ottici di diffusione o riflessione, la luce può assumere una parziale polarizzazione specifica. Tralasciando i fenomeni atmosferici, più difficilmente influenzati dall'uomo, i principali fenomeni naturali di polarizzazione della luce sono dovuti alla riflessione su superfici non metalliche come acqua, suolo o vegetazione (Horváth et al., 2009). Questi fenomeni naturali possono essere simili a riflessioni su materiali di origine antropica come plastiche, vetri o oli combustibili.



fenomeni di polarizzazione della luce naturali (a) e artificiali (b-g) (Horváth et al., 2009).

¹ Fonte: Estratto da approfondimento scientifico per la verifica di incidenze significative derivanti dal Progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico posto nei comuni di Marta (VT) e Capodimonte (VT), sull'avifauna afferente alla Zona di Protezione Speciale (ZPS) "Lago di Bolsena, Isole Bisentina e Martana" e alla Zona Speciale di Conservazione (ZSC) "Fiume Marta (alto corso)", in relazione al possibile effetto-lago dell'infrastruttura con componente avifauna.

Questa somiglianza fra ambienti naturali e antropici è particolarmente dannosa nei casi in cui gli animali abbiano un comportamento di attrazione verso particolari tipologie di luce polarizzata. Uno dei fenomeni più studiati dovuto a questa problematica è quello relativo all’attrazione di insetti acquatici da parte di superfici che “imitano” la polarizzazione riflessa dei corpi idrici. Questi insetti utilizzano l’acqua prevalentemente al fine di deporre le uova, per cui l’ovideposizione su materiali impropri porta alla perdita dell’intera prole potenziale. Differenti materiali possono attrarre insetti acquatici, come vetro (Robertson et al., 2010), auto scure (Blaho et al., 2014), asfalto, oli, pannelli fotovoltaici (Owens et al., 2020).



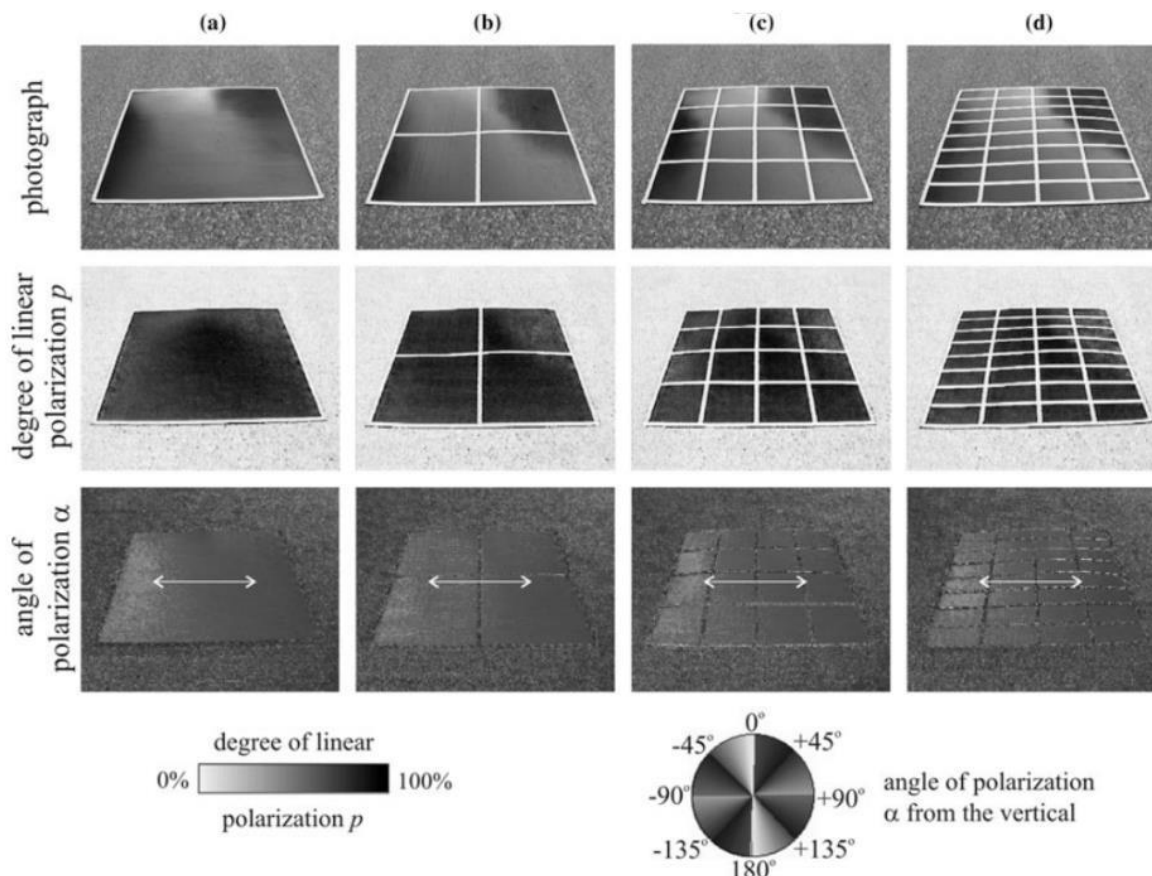
polarizzazione della luce riflessa su pannelli fotovoltaici (Horváth et al., 2010).

Proprio per quanto riguarda l’installazione di pannelli fotovoltaici, è stato ipotizzato un fenomeno denominato “effetto-lago”, che potrebbe interessare l’avifauna (Horváth et al., 2009). In conseguenza di tale effetto, gli uccelli migratori possono erroneamente scambiare un campo fotovoltaico per uno specchio lacustre, arrecandosi danni ingenti nei conseguenti tentativi di atterraggio, che possono comportare anche la morte degli animali. Attualmente la letteratura scientifica non è stata in grado di comprovare con esattezza questo fenomeno, o comunque di evidenziarne le caratteristiche e la pericolosità.

Sono qui elencate le evidenze scientifiche prodotte allo stato dell'arte, al fine di esplicitare le potenzialità di questo fenomeno:

- È largamente riconosciuta la capacità degli uccelli di percepire la polarizzazione della luce e utilizzarla al fine di orientarsi durante la migrazione (Horváth et al., 2004; Waterman, 2006). Questo tipo di polarizzazione è dovuto a un processo di diffusione ottica in atmosfera, che si differenzia dal fenomeno di polarizzazione dovuto a riflessione degli specchi acquatici (Horváth et al., 2009).
- Fra le specie potenzialmente interessate, quelle maggiormente a rischio sono gli acquatici obbligati, ovvero le specie che necessitano dell'acqua per involarsi (Horváth et al., 2009). Nell'area mediterranea le specie più comuni di acquatici obbligati appartengono ai Podicipedidae, comunemente denominati svassi. Gli studi di mortalità da impatto, svolti ad oggi nei pressi di campi fotovoltaici, non evidenziano però una maggiore incidenza su acquatici obbligati, né su passeriformi notturni migratori o sugli acquatici non obbligati (Hathcock, 2018; Kosciuch et al., 2021).
- L'attrazione esercitata sugli insetti acquatici dai materiali che riflettono luce polarizzata (Horváth et al., 2010) potrebbe a sua volta costituire un richiamo per le specie di uccelli insettivori, che verrebbero attratte dalla maggiore concentrazione di insetti, loro risorsa alimentare, presso tali materiali. Questo fenomeno è stato evidenziato per le superfici in vetro (Robertson et al., 2010) ed interesserebbe, com'è logico, solo uccelli insettivori.
- Gli impianti per cui è stata evidenziata una maggiore incidenza verso le specie ornitiche, data da mortalità dovuta a impatti, sono quelli situati in ambienti isolati desertici o molto aridi (Kagan et al., 2014; Kosciuch et al., 2021). Al contrario, impianti costruiti in prossimità di zone umide sembrano mostrare una differenza significativa di mortalità rispetto ad aree naturali (MEEDDAT, 2009).
- La sola misura efficace nel prevenire l'"effetto-lago" individuata in letteratura è l'applicazione di una griglia di materiale bianco sul pannello al fine di determinare un'interruzione dell'effetto di polarizzazione della luce da parte dei pannelli stessi. È stato evidenziato come una griglia che comporti una copertura dell'1,8% del pannello porti un'importante riduzione del numero di insetti attratti dal pannello (Horváth et al., 2010).

La limitazione del numero di insetti legati all'acqua e la limitazione della polarizzazione della luce dovuta alla riflessione del pannello sono i fattori in assoluto più importanti nell'ipotesi dell'"effetto-lago". In Italia questa misura è stata applicata per un impianto fotovoltaico in provincia di Agrigento, in cui è stata proposta l'applicazione di fasce opache fra i moduli del pannello (EnvLab, 2019).



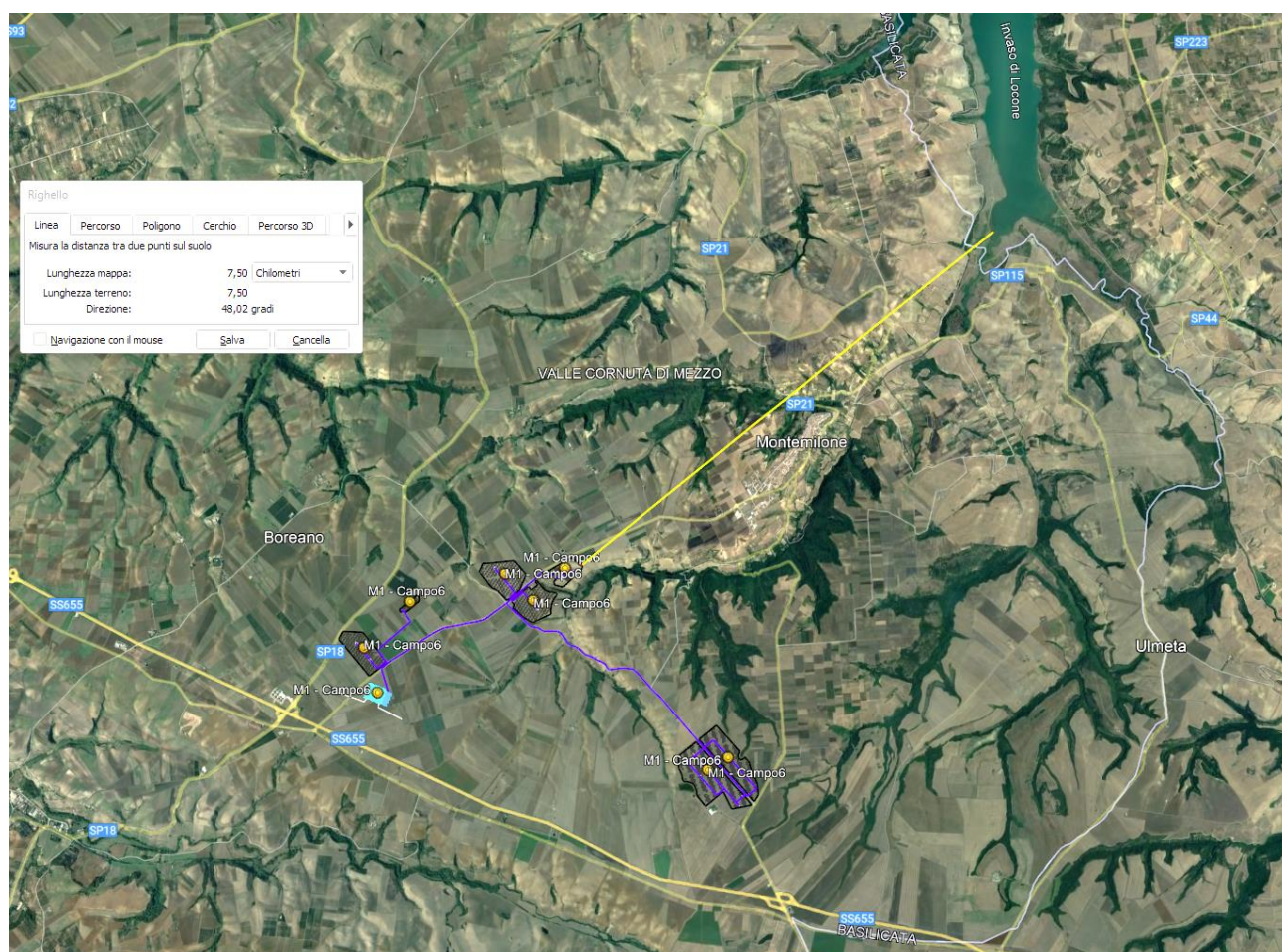
esempi di griglie opache bianche e conseguente polarizzazione della luce(Horváth et al., 2010).

Si sottolineano inoltre le principali carenze di dati:

- Gli studi analizzati non analizzano la portata del fenomeno in impianti di dimensioni differenti. Sebbene non siano spesso riportate le esatte estensioni dei campi fotovoltaici analizzati, si evince che la maggior parte delle analisi sono state effettuate presso impianti di elevate estensioni.
- Negli studi analizzati non è mai riportata la distanza tra pannello e pannello. È ipotizzabile un effetto disruptivo che aumenti con l'aumentare della distanza dei pannelli, la quale facilita gli animali nel distinguere l'impianto artificiale da un vero e proprio corpo idrico.
- Non viene evidenziata una relazione fra la presenza di elementi di interruzione della superficie del pannello e la diminuzione dell'effetto studiato. Questa relazione, evidenziata per gli insetti (Horváth et al., 2010), ottenuta attraverso l'applicazione di griglie bianche sui pannelli, potrebbe confermarsi valida anche per gli uccelli. Questa soluzione comporterebbe dei vantaggi sia nel caso in cui la principale fonte di attrazione per gli uccelli fosse la luce riflessa polarizzata (limitata dalla griglia bianca), sia nel caso in cui la fonte di attrazione fossero gli insetti stessi, che verrebbero comunque dissuasi efficacemente dall'avvicinarsi alle strutture.
- Fra gli studi analizzati si riporta un solo caso di campo fotovoltaico vicino a zone umide (MEEDDAT, 2009).

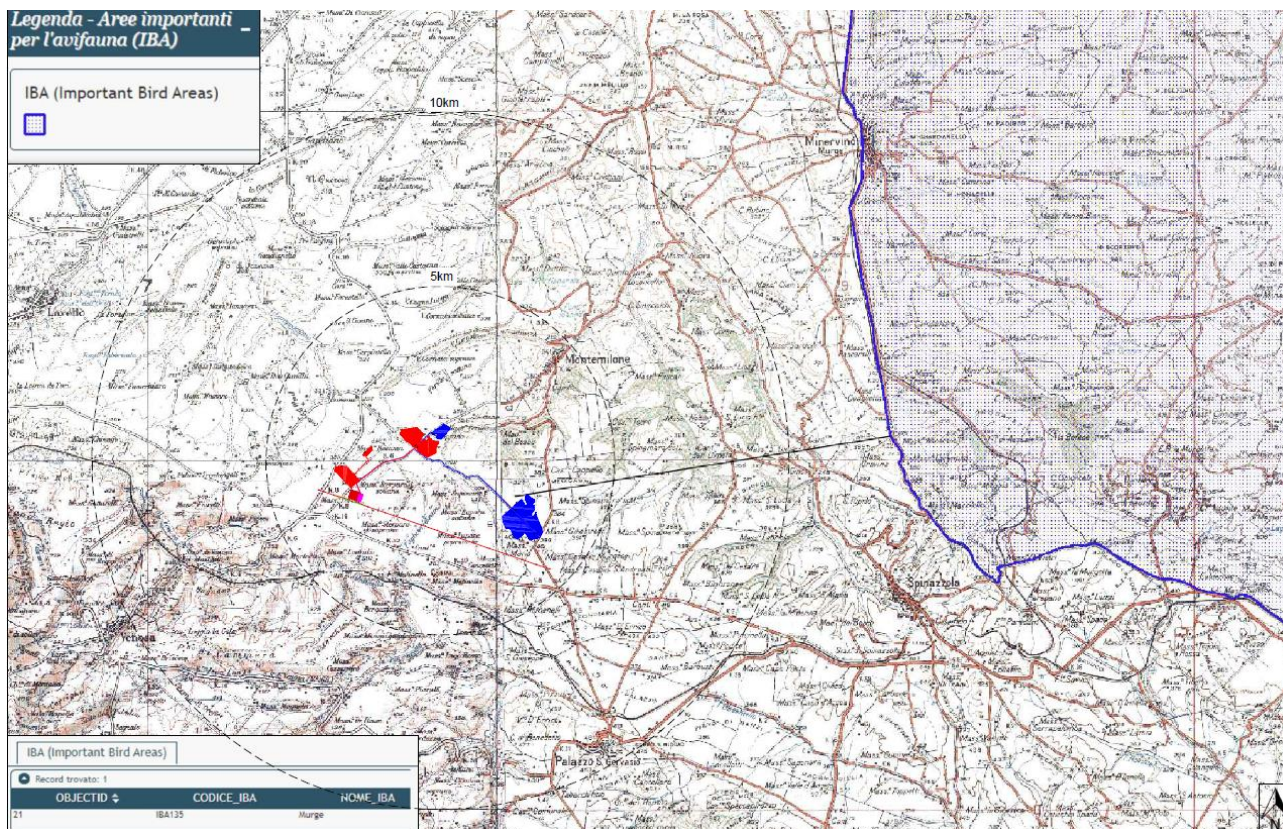
Sebbene sia auspicabile un aumento delle informazioni di carattere generale circa la reale portata dell'effetto-lago, risulta ancor più importante indagare le aree naturali che uccelli acquatici e migratori frequentano maggiormente, ovvero le zone umide.

Nel presente caso, l'impianto in oggetto prevede un'estensione di 1,62 km², avendo quindi una superficie molto minore rispetto a quella degli impianti su cui si basano gli studi precedentemente citati. Il lago Locone risulta l'unico specchio d'acqua di dimensioni ragguardevoli nei pressi dell'opera da considerare distante 7,5 km. È un invaso artificiale situato nel territorio di Minervino Murge (BT) nella parte bassa del bacino del fiume Ofanto ed ha un'estensione di 4.86 km².



inquadramento del progetto rispetto alla zona umida

Per il progetto in esame l'habitat ed il contesto paesaggistico di tutela per l'avifauna più vicino distano 10 km in linea d'aria, sufficientemente lontano (> 1 km) per garantire che l'impianto solare non abbia un impatto sul comportamento di volo.



inquadramento del progetto rispetto all'IBA più vicino

È importante riportare come la distanza fra i pannelli vari da 5,9 m (con pannelli a inclinazione orizzontale) a 7 m (con pannelli a massima inclinazione). Questa distanza fa sì che l'aspetto generale della struttura non risulti compatto, bensì costituito da una serie di segmenti grosso modo paralleli, spazati tra di loro.

L'aspetto complessivo della struttura, se osservata dall'alto, supporta l'ipotesi che questa non determini un'attrazione verso gli uccelli acquatici paragonabile a quella esercitabile da un ampio specchio d'acqua, dal momento che i tratti di terreno libero compresi fra le fila di pannelli agisce da deterrente, in maniera analoga, e maggiormente efficace, delle griglie normalmente utilizzate come strutture di mitigazione. È inoltre opportuno ricordare come la presenza di 7 sottocampi all'interno della struttura contribuisca ancor di più ad un effetto disruptivo delle superficie occupata dai pannelli fotovoltaici, dividendo in aree separate il complesso. **Considerando quindi l'ipotesi più probabile dell'effetto-lago come la polarizzazione della luce riflessa, è ragionevole affermare che questo fenomeno risulti discontinuo e pertanto limitato a causa della distanza fra le file di pannelli.**

Il progetto in esame possiede quindi le caratteristiche per poter escludere a priori un potenziale "effetto-lago", dal momento che il campo fotovoltaico in esame non presenta i principali fattori di rischio individuati per questo effetto (dimensioni molto estese, distanza da specchi d'acqua, compattezza della struttura del progetto).

Ad ogni modo si propongono le seguenti azioni:

- In fase di realizzazione dell'impianto l'utilizzo di pannelli fotovoltaici realizzati un basso indice di riflettanza in modo da ridurre l'effetto lago
- In fase di esercizio un piano di monitoraggio per censire eventuali carogne di uccelli che possano aver impattato con i moduli FV.

Qualora durante il monitoraggio risultasse la presenza di un numero di carogne significativo saranno concordate, con la vostra struttura, misure in grado di garantire la riduzione dell'effetto lago.

3 CONCLUSIONE

Alla luce di quanto esposto si può concludere che, per quanto riguarda prettamente l'aspetto paesaggistico, il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne a scapito dell'abitato, della viabilità prossimali all'impianto, e rispetto all'avifauna è da ritenersi ininfluenza nel computo degli impatti conseguenti a tale intervento, non rappresentando una fonte di disturbo.