IMPIANTO AGRIVOLTAICO E OPERE DI CONNESSIONE

METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.

POTENZA IMPIANTO 24,50 MW - COMUNE DI CEREA (VR)

Proponente

METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.
PIAZZA FONTANA 6 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 11737990967 – PEC: metkaegnrenewables@legalmail.it

Progettazione

Ing. Antonello Ruttilio
VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it
Tel.: +39 0532 202613 – email: a.ruttilio@incico.com

antonello ruttilio
ordine ingegneri
provincia di
ferrara
dottore in
ingegneria civile
22.12.2022
21:13:32
GMT+00:00

Collaboratori

P.ind. Michele Lambertini
VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it
Tel.: +39 0532 202613 – email: m.lambertini@incico.com

Coordinamento progettuale

Envidev Consulting s.r.l
CORSO VITTORIO EMANUELE II 287 – 00186 - ROMA (RM) - P.IVA: 01653460558 – PEC: envidev_csrl@pec.it
Tel.: +39 3666 376 932 – email: francesco@envidevconsulting.com

Titolo Elaborato

RELAZIONE AGRONOMICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL24	22ENV01_PD_REL24.00 - Relazione agronomica.docx	23/12/2022

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	23/12/22	EMISSIONE PER PERMITTING	LBO	MLA	ARU

BULLEGAS BEPPE GIUSEPPE
2022.12.22 16:58:20
CN=BULLEGAS BEPPE GIUSEPPE
C=IT
2.5.4.4=BULLEGAS
2.5.4.42=BEPPE GIUSEPPE
RSA/2048 bits

COMUNE DI CEREA (VR)

REGIONE VENETO

RELAZIONE AGRONOMICA

INDICE

1. GENERALITA' DEI TECNICI CONSULENTI 1
2. GENERALITA' DEL PROPONENTE 1
3. PREMESSA 1
4. ACCESSO AL SITO 8
5. OROGRAFIA 9
6. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE PEDOLOGICHE 9
7. ASPETTI CLIMATICI 10
8. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO 19
9. EFFETTI MICROCLIMATICI E SULLE PIANTE NEL SISTEMA AGRI-VOLTAICO 26
10. ESPERIENZE DI COLTIVAZIONE IN CONDIZIONE DI OMBREGGIAMENTO 27
11. STATO ATTUALE AREA AGRICOLA INTERESSATA DALL'IMPIANTO AGRI-VOLTAICO 28
12. SCELTA DELLA COLTURA DA GESTIRE NEL POST MIGLIORAMENTO 28
COLTIVAZIONE DEL MAIS 28
13. INTEGRAZIONE COLTURA-FOTOVOLTAICO 30
14. ANALISI MULTICRITERIO 30
15. VALUTAZIONI ECONOMICHE AZIENDALI 32
16. CONCLUSIONI 36

1. GENERALITA' DEI TECNICI CONSULENTI

I professionisti:

- Dottore Agronomo Beppe Giuseppe Bullegas, iscritto all'ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali di Cagliari con n. 478, nato a Narcao il 20/10/1970, Codice Fiscale BLLBPG70R20F841D in qualità di libero professionista titolare dello studio con sede in Selargius CA alla Via Aldo Moro n° 19, - assicurato per la responsabilità civile professionale, per eventuali danni provocati nell'esercizio della propria attività ovvero nell'espletamento dell'incarico conferito con polizza "Collettiva" CONAF – Consiglio dell'Ordine Nazionale dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali/XL INSURANCE COMPANY SE N. IT00024030EO20A a copertura della Responsabilità Civile Professionale dei danni derivanti dall'attività di Dottore Agronomo/Forestale, in ottemperanza all'art. 5, comma 1, del D.P.R. n. 137 del 07/08/2012;
- Dottore Agronomo Marco Vinicio Concu, iscritto all'ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali di Cagliari con n. 374, nato a Samassi il 25/11/1962, Codice Fiscale CNCMCV62S25H738V in qualità di libero professionista titolare dello studio con sede in Samassi alla Piazza Costituzione, n.4 - assicurato per la responsabilità civile professionale, per eventuali danni provocati nell'esercizio della propria attività ovvero nell'espletamento dell'incarico conferito, con polizza "Collettiva" CONAF – Consiglio dell'Ordine Nazionale dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali/XL INSURANCE COMPANY SE N. IT00024030EO20A a copertura della Responsabilità Civile Professionale dei danni derivanti dalla sua attività di Dottore Agronomo/Forestale, in ottemperanza all'art. 5, comma 1, del D.P.R. n. 137 del 07/08/2012.

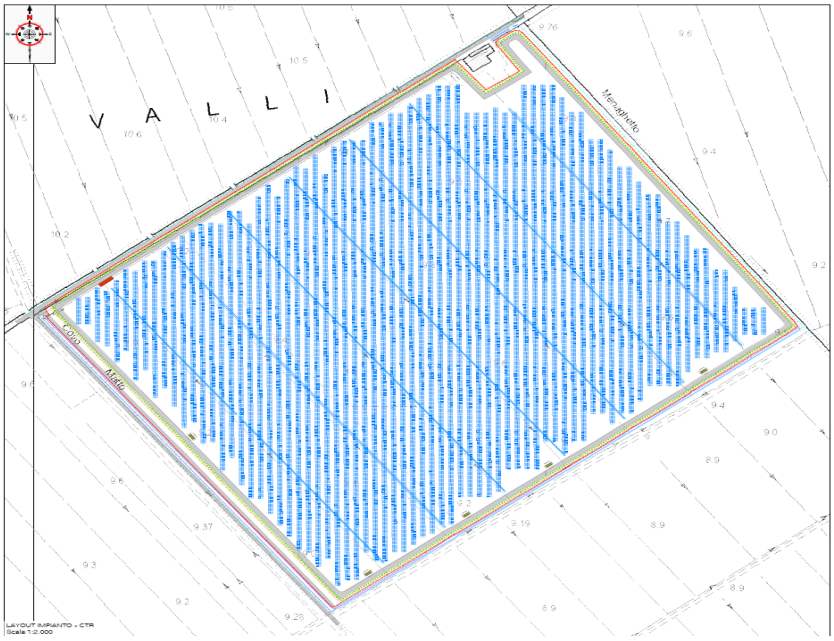
Sono i tecnici incaricati a redigere la presente Relazione Agronomica a supporto del progetto di miglioramento fondiario denominato"IMPIANTO AGRIVOLTAICO E OPERE DI CONNESSIONE METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L. POTENZA IMPIANTO 24,50 MW – IN AGRO DEL COMUNE DI CEREA (VR).

2. GENERALITA' DEL PROPONENTE

Il proponente per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico di seguito descritto è METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.

3. PREMESSA

METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.dispone dei seguenti terreni ad uso agricolo, ricadenti in agro del Comune di Cerea (VR) alla località Braganzani.



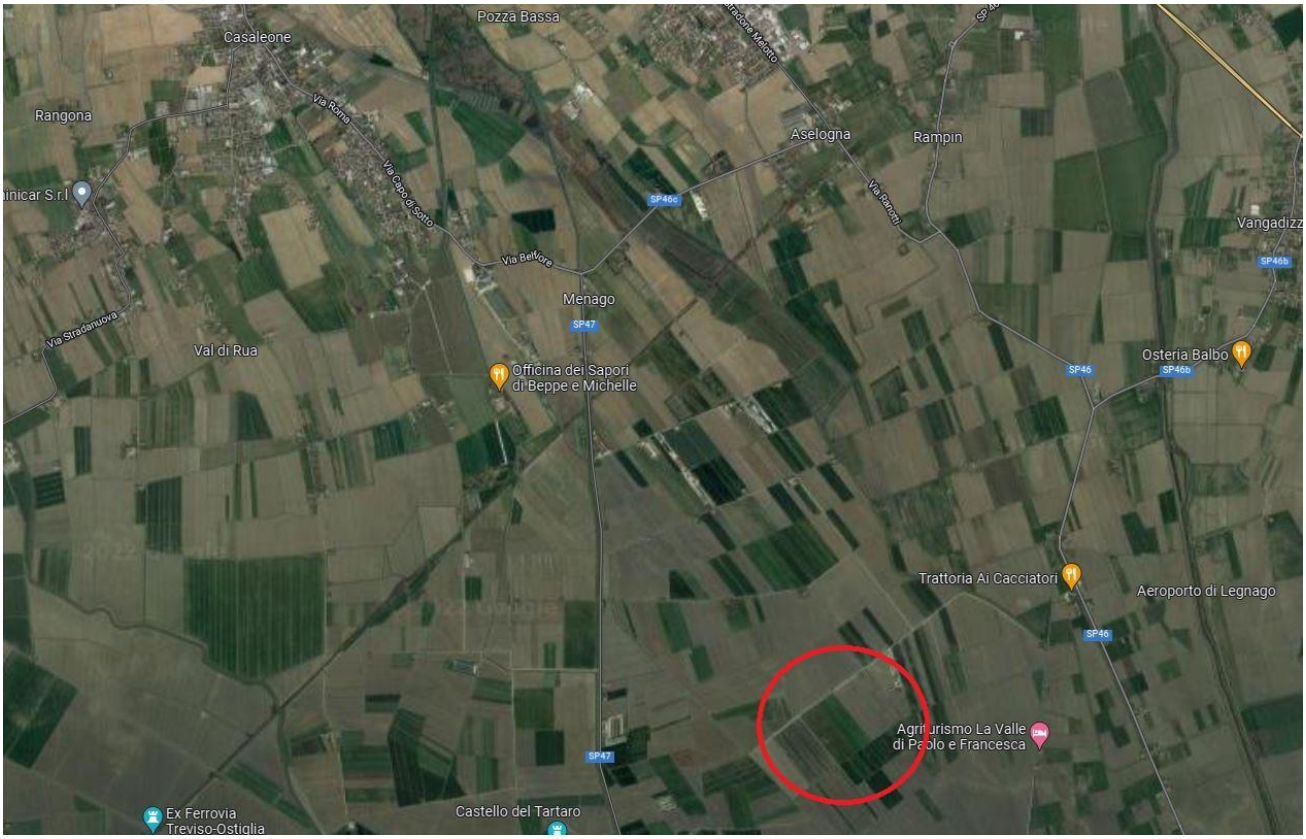
Tutte le particelle a disposizione vanno a formare un appezzamento unico tutto accorpato di circa 30 ettari nei quali sono presenti attualmente e anche dopo il miglioramento fondiario, le attivita agricole dell'impresa individuale denominata "Azienda agricola Speranza Paolo" che conduce regolarmente le sue attività di coltivazione seminativi (Frumento Duro).

Tutte le particelle sono allibrate al NCT del Comune di Cerea VE come di seguito evidenziato:

Provincia	Comune	Foglio	Particella	Qualità	Classe	ha	are	ca	Superficie MQ
Verona	Cerea	69	21	SEMIN IRRIG	3	3	87	12	38.712
Verona	Cerea	69	22	SEMIN IRRIG	3	3	87	1	38.701
Verona	Cerea	69	23	SEMIN IRRIG	3	3	86	16	38.616
Verona	Cerea	69	24	SEMIN IRRIG	3	3	82	24	38.224
Verona	Cerea	69	25	SEMIN IRRIG	3	3	87	61	38.761
Verona	Cerea	69	26	SEMIN IRRIG	3	3	81	48	38.148
Verona	Cerea	69	27	SEMIN IRRIG	3	3	83	21	38.321
Verona	Cerea	69	28	SEMIN IRRIG	3	3	27	32	32.732
TOTALE ETTARI DISPONIBILI						**30**	**22**	**15**	**30.2215**

L'area di Progetto è ubicata, come già evidenziato, nell'agro del Comune di Cera VR.

Il centro abitato più prossimo all'area è quello di Casaleone, posto a circa 5 Km. a Nord-Ovest dal sito.



Le caratteristiche dell'area di progetto in relazione al suo intorno paesaggistico e urbano sono le seguenti:

Il Comune di Cerea occupa una superficie di 70,30 km² e ha un'altitudine media di 18 metri sul livello del mare. La cittadina si trova nel pieno della pianura del Basso Veronese ed è situata in posizione Sud-Est rispetto alla città capoluogo di Verona, da cui dista 34 chilometri. Ospita una piccola riserva naturale chiamata palude del Brusà ed è attraversata dal fiume Menago. Comprende sei frazioni: Aselogna, Asparetto, Cherubine, Palesella, Santa Teresa (nei pressi dell'area oggetto di intervento) e San Vito Martire e confina con i comuni di Legnago, Bovolone, Angiari, San Pietro di Morubio, Casaleone, Sanguinetto, Concamarsie; con Melara e Bergantino in provincia di Rovigo e con Ostiglia in provincia di Mantova.

Notevole importanza riveste il settore agricolo con la coltivazione intensiva di tabacco, di colture ceraicole, di colture agroindustriali quali la barbabietola da zucchero ed il tipico radicchio rosso di Verona.

USO DEL SUOLO

Il settore di progetto, caratterizzato da suoli profondi derivanti da bonifiche è completamente libero da vedetazione tipico dei seminativi ad uso intensivo del territorio.

Tutte le particelle sono dei seminativi irrigui regolarmente coltivati nell'ultima campagna agricola con Frumento Duro.

COMPONENTI BIOTICHE

L'area interessata dall'opera rientra completamente all'interno di un sito tipicamente agricolo intensivo.

L'assetto naturale del paesaggio è stato completamente antropizzato da decenni di coltivazioni seminative irrigue.

Il presente studio, quindi, tende a dare una descrizione a carattere generale dell'area vasta in cui si incentra il settore in studio, poiché uno studio di dettaglio delle componenti biotiche esula dagli scopi del presente lavoro.

LA VEGETAZIONE

Nel sito in oggetto non è presente vegetazione di nesun genere.

LA FAUNA

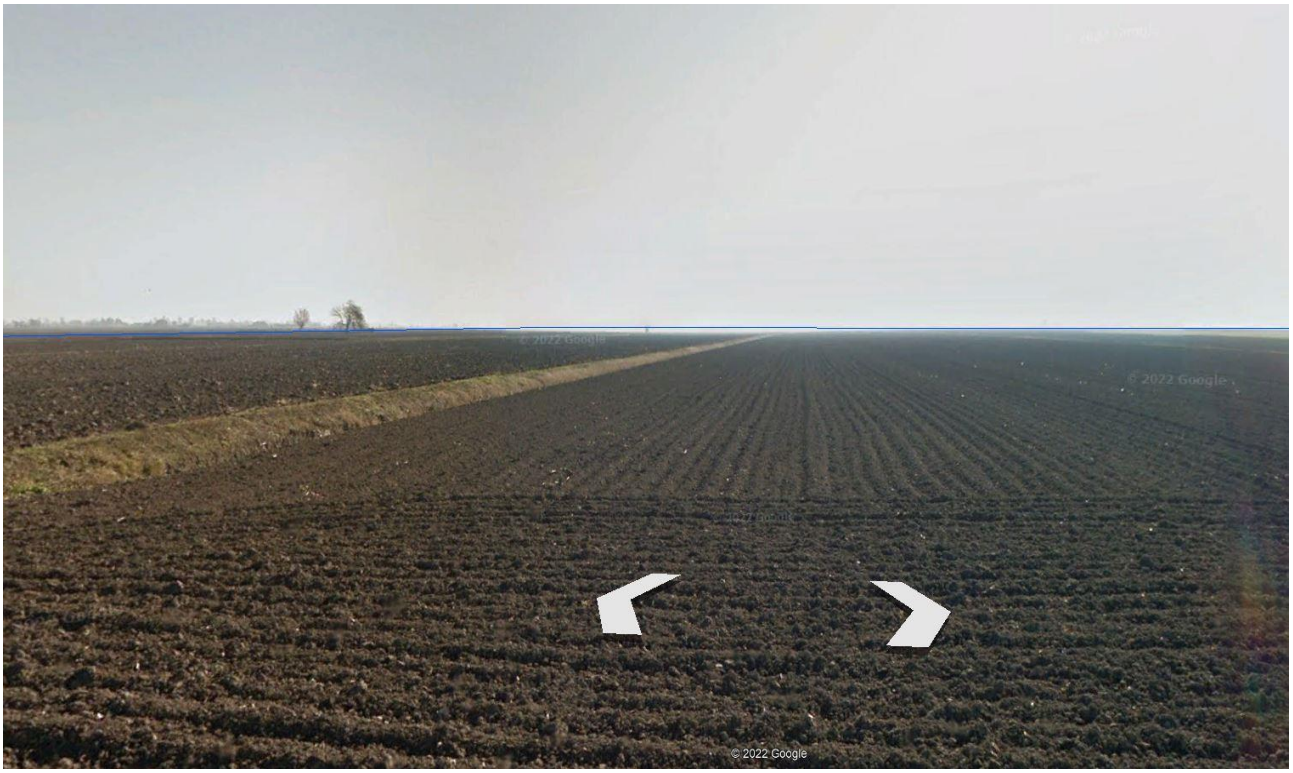
L'analisi della fauna ha messo in evidenza la totale assenza di fauna stanziale e la sporadica presenza di fauna migratoria.

Non sembrano esistere condizioni ecologiche indispensabili per la sussistenza o la nidificazione di specie protette.

Su tutti i fondi agricoli, attualmente, viene praticata la semina intensiva di colture (mais, soia, frumento duro) per l'industria dei mangimi.

© 2022 Google

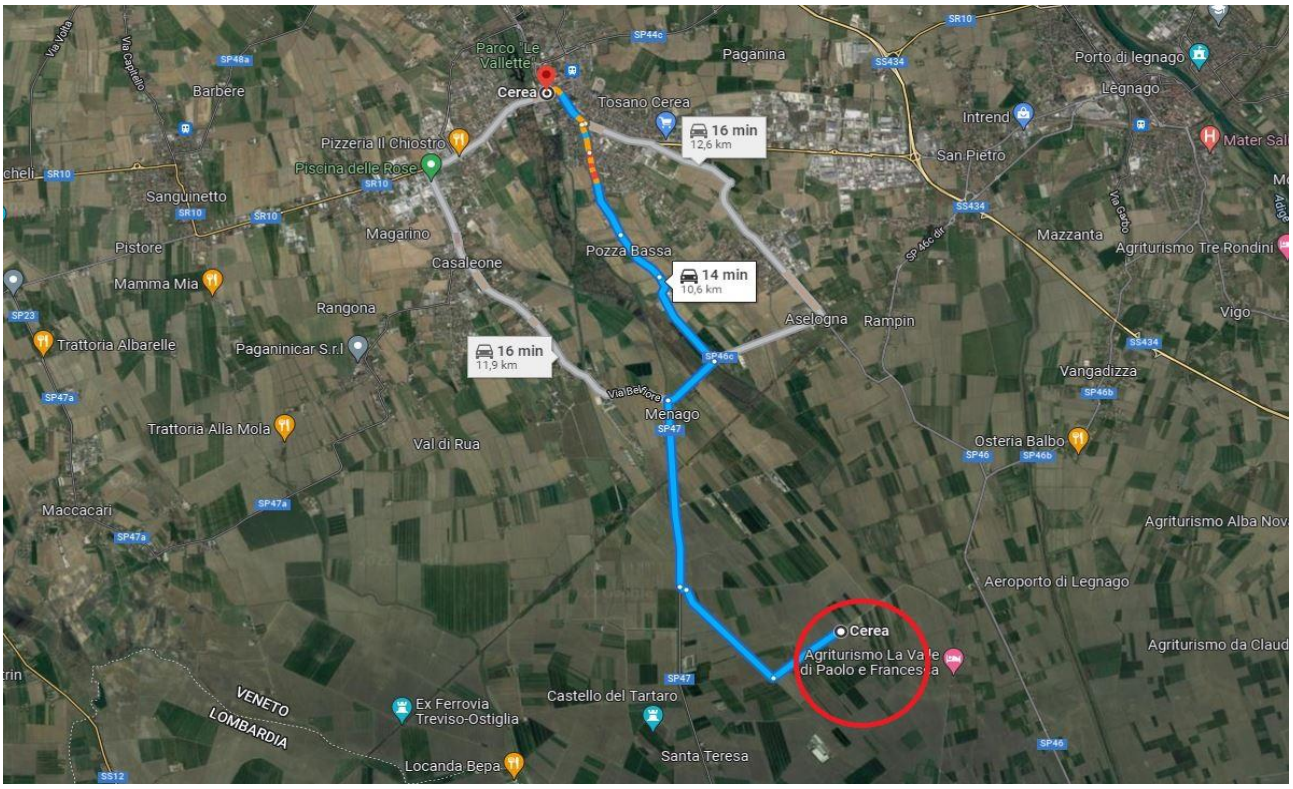
© 2022 Google


© 2022 Google

© 2022 Google

4. ACCESSO AL SITO

L'accesso all'area di progetto è garantito attraverso la Strada Provinciale 47 partendo dal Comune di Cerea in direzione sud sud-est verso la Frazione di Santa Teresa, poi svoltando a sinistra direzione località Braganzani si giunge al sito.

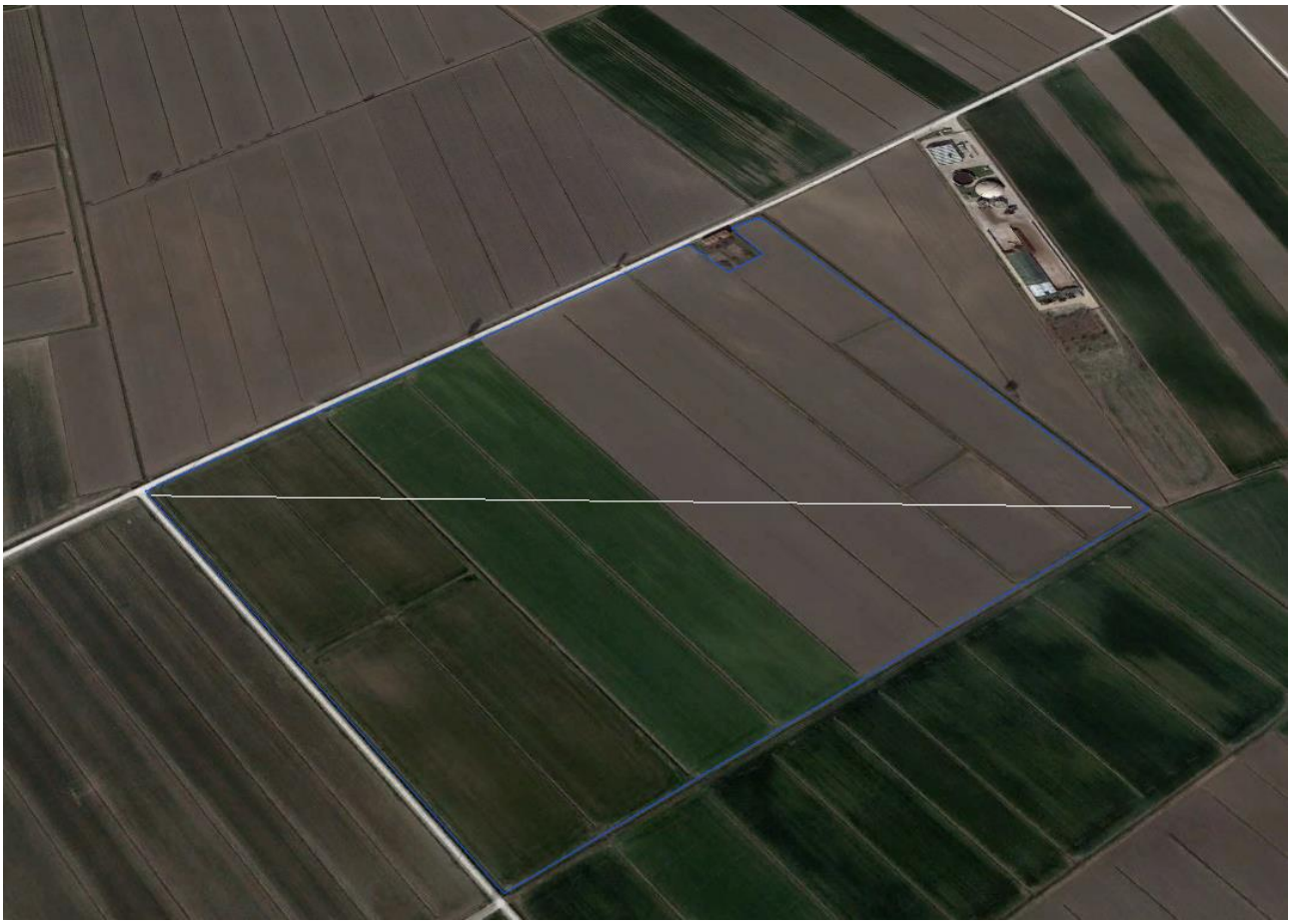


5. OROGRAFIA

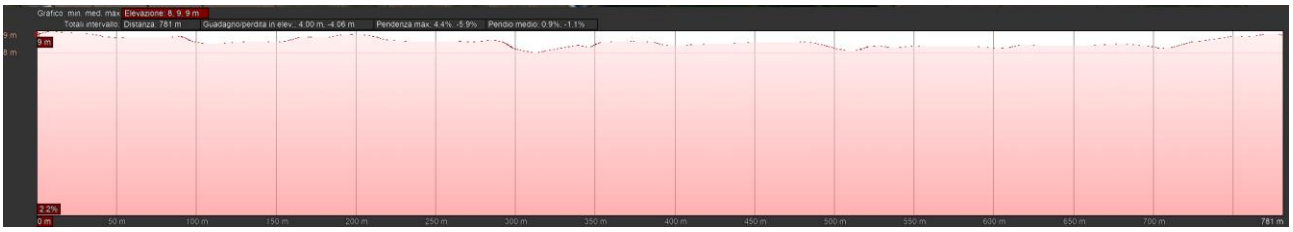
L'area di progetto si presenta totalmeente pianeggiante tipica degli ambienti della Bassa Veronese. L'aspetto morfologico della pianura veronese é legato principalmente al succedersi alternativamente delle varie fasi di sedimentazione e di erosione nell'area dell'Adige che si sono succedute durante il periodo Quaternario (Riss-Wurm). I sedimenti di questa grande conoide, nella parte di territorio studiata, comprendono litologie mediamente sciolte e variamente addensate e compattate, caratterizzate da litotipi sabbiosi con granulometria da fine a medio-grosse, da litotipi limosi e argillosi e da depositi organici prettamente torbosi. L'andamento morfologico del territorio risulta piuttosto monotono: una vasta pianura segnata, da Nord a Sud, dal F. Menago, affluente del Canal bianco che interessa la parte meridionale del territorio comunale. L'area risulta solcata da numerosi altri scoli e fossi, con alveo spesso rettificato, che si infittiscono nel comparto meridionale (Grandi Valli Veronesi) a formare una fitta rete che consente il drenaggio in intervalli più o meno lunghi dei terreni, un tempo caratterizzati da periodiche inondazioni.

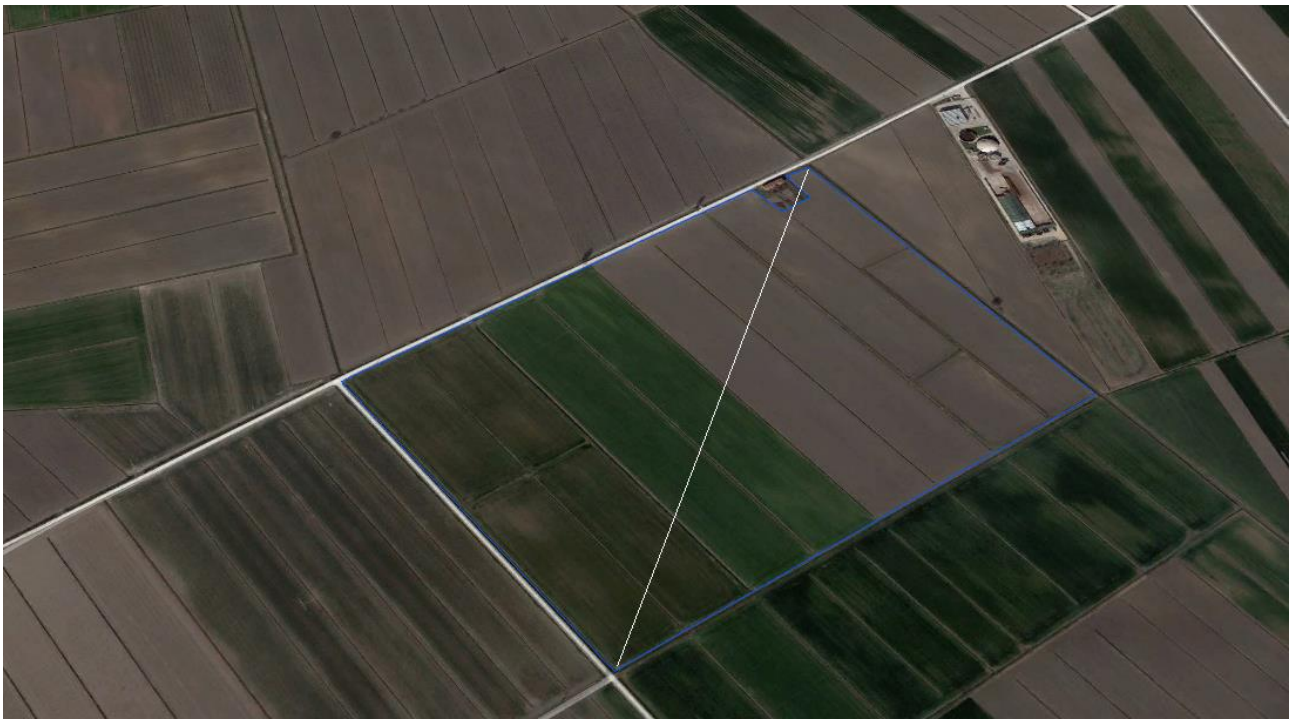
6. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE PEDOLOGICHE

Aspetti morfologici: La morfologia del territorio dell'area in oggetto è caratterizzata da suoli totalmente pianeggianti con un'ottima esposizione a sud. Tutta l'area ricade nelle zone storiche di coltivazioni seminative della Bassa Veronese.

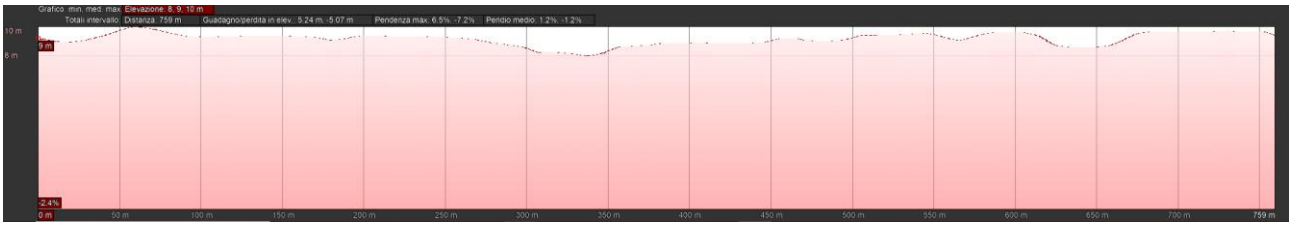


Pendenza dei suoli, profilo est-ovest





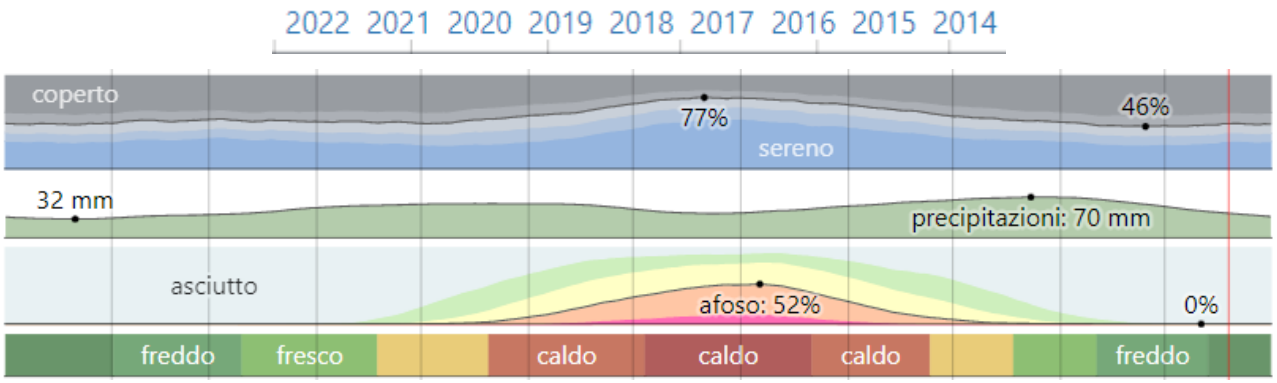
Pendenza dei suoli, profilo nord- sud



Per quanto riguarda le caratteristiche specifiche dei suoli si rimanda alla relazione pedoagronomica.

7. ASPETTI CLIMATICI

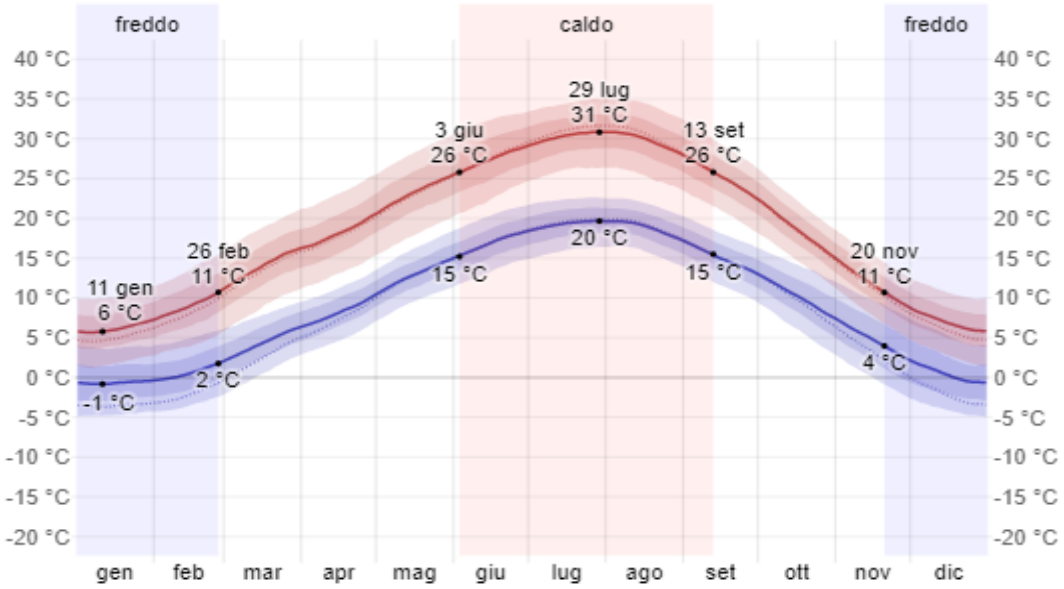
A Cerea, le estati sono caldo umidE, gli inverni sono molto freddI, ed è parzialmente nuvoloso quasi tutto l'anno. Durante l'anno, la temperatura in genere va da -1 °C a 31 °C ed è raramente inferiore a -5 °C o superiore a 35 °C.



La stagione calda dura 3,3 mesi, dal 3 giugno al 13 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 26 °C. Il mese più caldo dell'anno a Cerea è luglio, con una temperatura media massima di 30 °C e minima di 19 °C. La stagione fredda dura

3,2 mesi, da 20 novembre a 26 febbraio, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 11 °C. Il mese più freddo dell'anno a Cerea è gennaio, con una temperatura media massima di -1 °C e minima di 6 °C.

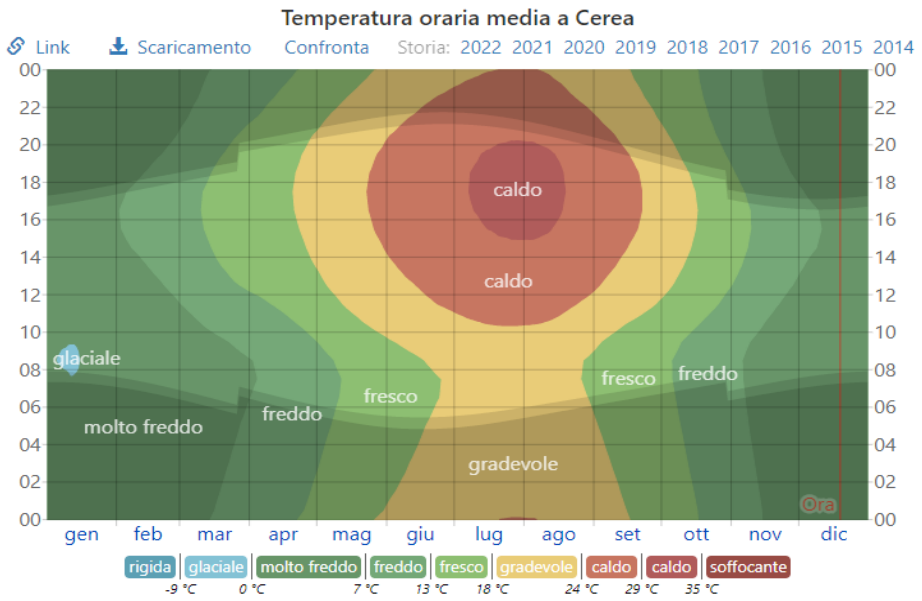
Temperatura massima e minima media a Cerea



La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite.

Media	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Elevata	6 °C	9 °C	14 °C	18 °C	23 °C	28 °C	30 °C	30 °C	25 °C	18 °C	12 °C	7 °C
Temp.	2 °C	4 °C	9 °C	13 °C	18 °C	22 °C	25 °C	25 °C	20 °C	14 °C	8 °C	3 °C
Bassa	-1 °C	1 °C	4 °C	8 °C	13 °C	17 °C	19 °C	19 °C	15 °C	10 °C	5 °C	0 °C

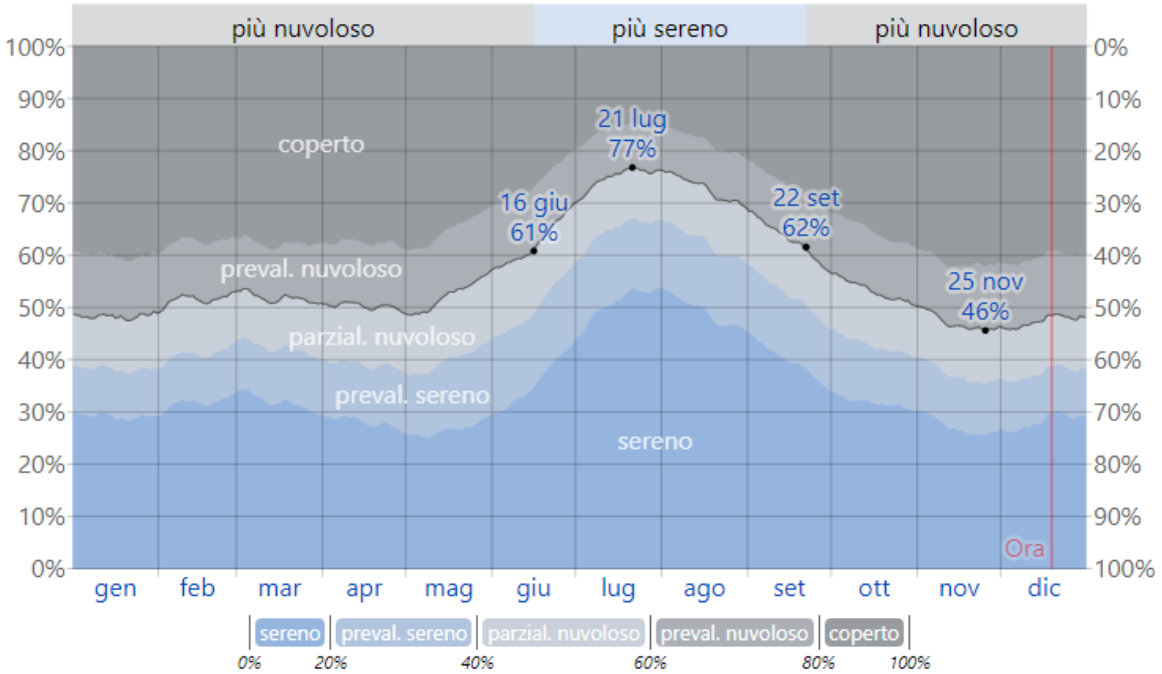
La figura qui di seguito mostra una caratterizzazione compatta delle temperature medie orarie per tutto l'anno. L'asse orizzontale rappresenta il giorno dell'anno, l'asse verticale rappresenta l'ora del giorno, e il colore rappresenta la temperatura media per quell'ora e giorno.



La temperatura oraria media, con fasce di diversi colori. L'ombreggiatura indica la notte e il crepuscolo civile.

Nuvolosità

Nell'area in esame la percentuale media di cielo coperto da nuvole è accompagnata da variazioni stagionali moderate durante l'anno. Il periodo più sereno dell'anno inizia attorno al 16 giugno, dura 3,2 mesi e finisce attorno al ottobre. Il mese più soleggiato è luglio, con condizioni medie soleggiate, prevalentemente soleggiate, o parzialmente nuvolose 75% del tempo. Il periodo più sereno dell'anno inizia attorno all'22 settembre, dura 8,8 mesi e finisce attorno al 16 giugno. Il mese più nuvoloso è novembre, con condizioni medie coperte, prevalentemente nuvolose, 53% del tempo.

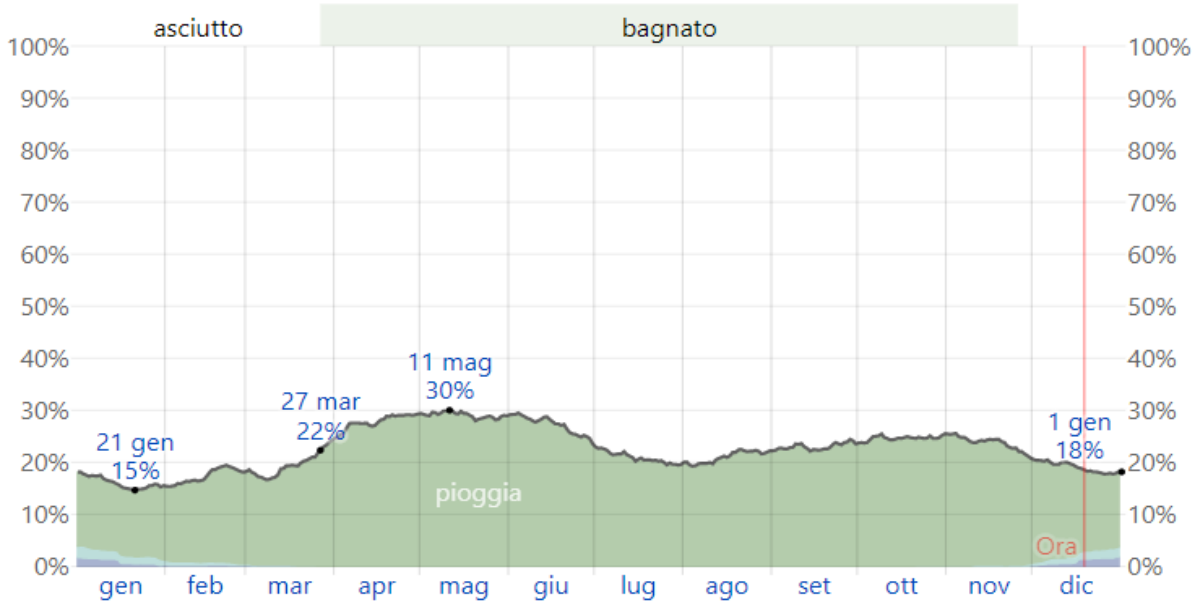


La percentuale di tempo trascorso in ciascuna fascia di copertura nuvolosa, categorizzata secondo la percentuale di copertura nuvolosa del cielo.

Frazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Più nuvoloso	52%	48%	48%	50%	47%	37%	25%	27%	37%	47%	53%	53%
Più sereno	48%	52%	52%	50%	53%	63%	75%	73%	63%	53%	47%	47%

Precipitazioni

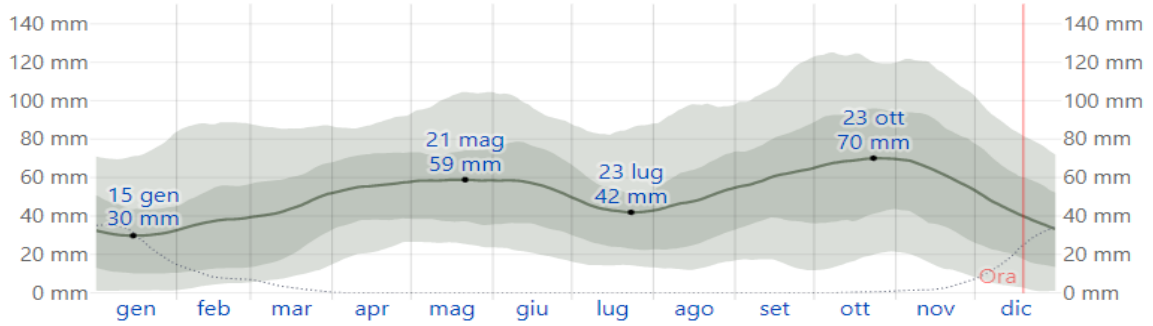
Un giorno umido è un giorno con al minimo 1 millimetro di precipitazione liquida o equivalente ad acqua. La possibilità di giorni piovosi nel territorio varia durante l'anno. La stagione più piovosa dura 8,0 mesi, dal 27 marzo al 26 novembre, con una probabilità di oltre 22% che un dato giorno sia piovoso. Il mese con il maggiore numero di giorni piovosi è maggio, con in media 9,0 giorni di almeno 1 millimetro di precipitazioni. La stagione più asciutta dura 4,0 mesi, dal 26 novembre al 27 marzo. Il mese con il minor numero di giorni piovosi è gennaio, con in media 5,0 giorni di almeno 1 millimetro di precipitazioni. Fra i giorni piovosi, facciamo la differenza fra giorni con solo pioggia, solo neve, o un misto dei due. Il mese con il numero maggiore di giorni di solo pioggia è maggio, con una media di 9,0 giorni. In base a questa categorizzazione, la forma più comune di precipitazioni durante l'anno è solo pioggia, con la massima probabilità di 30% il 11 maggio.



La percentuale di giorni i cui vari tipi di precipitazione sono osservati, tranne le quantità minime: solo pioggia, solo neve, e miste (pioggia e neve nella stessa ora).

Giorni di	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Pioggia	4,2gg	4,6gg	6,1gg	8,4gg	9,0gg	8,1gg	6,5gg	6,5gg	6,9gg	7,6gg	7,0gg	5,2gg
Misto	0,5gg	0,2gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,1gg	0,4gg
Neve	0,3gg	0,1gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,3gg
Qualsiasi	5,0gg	4,9gg	6,1gg	8,4gg	9,0gg	8,1gg	6,5gg	6,5gg	6,9gg	7,7gg	7,1gg	5,9gg

Per mostrare le variazioni nei mesi e non solo il totale mensile, mostriamo la pioggia accumulata in un periodo mobile di 31 giorni centrato su ciascun giorno. L'area riscontra alcune variazioni stagionali di piovosità mensile. La pioggia cade in tutto l'anno. Il mese con la maggiore quantità di pioggia è ottobre, con piogge medie di 69 millimetri. Il mese con la minore quantità di pioggia è gennaio, con piogge medie di 30 millimetri.

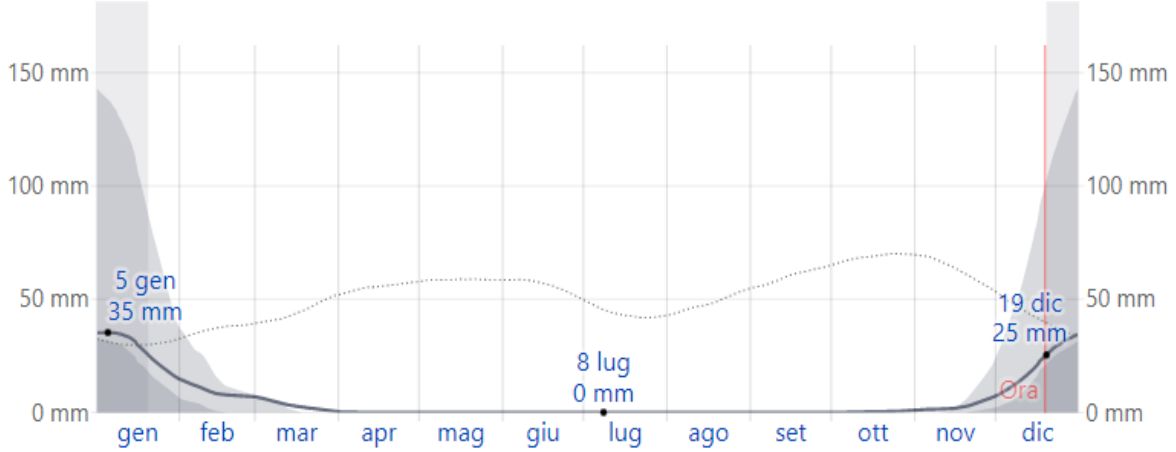


La pioggia media (riga continua) accumulata durante un periodo mobile di 31 giorni centrato sul giorno in questione con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. La riga tratteggiata sottile indica le nevicate medie corrispondenti.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Pioggia	29,9mm	37,2mm	43,8mm	55,5mm	58,8mm	57,2mm	42,8mm	47,8mm	60,5mm	68,9mm	63,9mm	41,7mm

Come per la pioggia, prendiamo in considerazione le nevicate in un periodo mobile di 31 giorni centrato su ciascun giorno dell'anno. L'area vede alcune variazioni stagionali nelle nevicate mensili. Il periodo nevoso durante l'anno dura 1,0 mesi, da

19 dicembre a 20 gennaio, con nevicate in un periodo mobile di 31 giorni di almeno 25 millimetri. Il mese con la maggiore quantità di neve è gennaio, con nevicate medie di 30 millimetri. Il periodo dell'anno senza neve dura 11 mesi, 20 gennaio - 19 dicembre. La minore quantità di neve cade attorno al 8 luglio, con un accumulo totale medio di 0 millimetri.



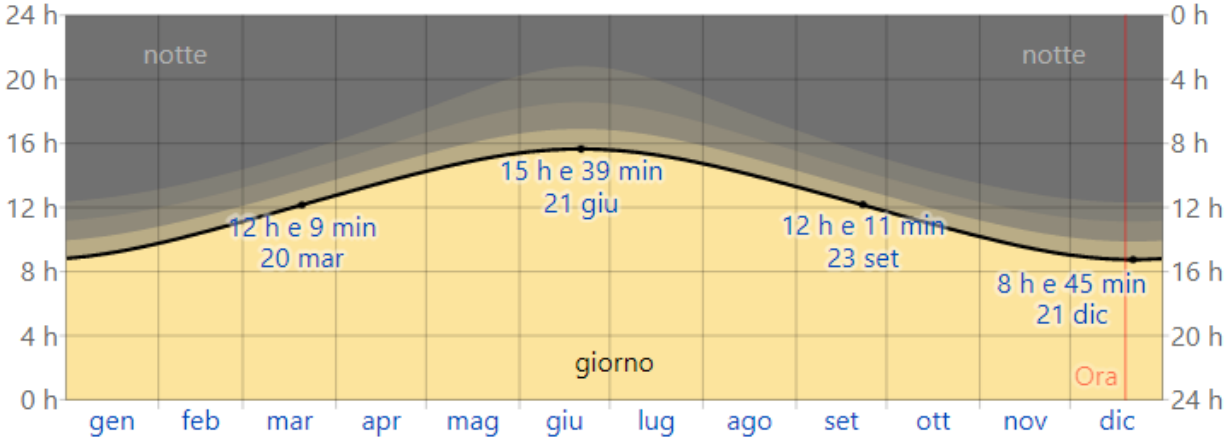
Le nevicate medie (riga continua) accumulate durante un periodo mobile di 31 giorni centrato sul giorno in questione con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. La riga tratteggiata sottile indica la pioggia media corrispondente.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Nevicate	29,7mm	8,4mm	2,7mm	0,0mm	0,0mm	0,0mm	0,0mm	0,0mm	0,0mm	0,3mm	1,8mm	20,9mm

Sole

La lunghezza del giorno cambia significativamente durante l'anno. Nel 2022, il giorno più corto è il 21 dicembre, con 8 ore e 45 minuti di luce diurna il giorno più lungo è il 21 giugno, con 15 ore e 39 minuti di luce diurna.

Ore di luce:

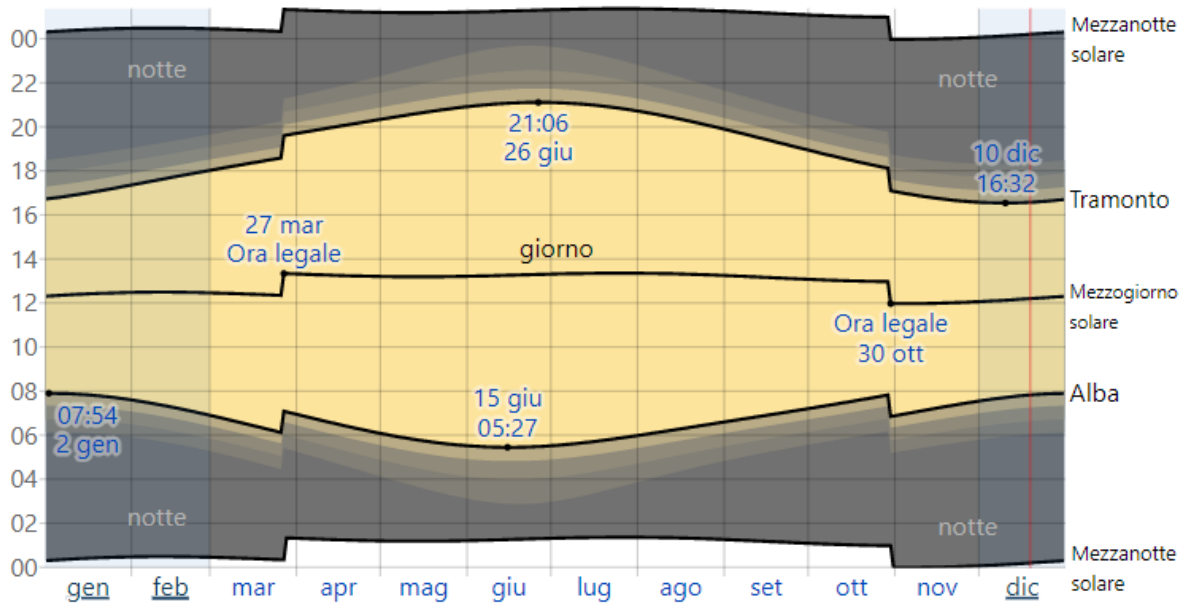


Il numero di ore in cui il sole è visibile (riga nera). Dal basso (più giallo) all'alto (più grigio), le fasce di colore indicano: piena luce diurna, crepuscolo (civico, nautico e astronomico) e piena notte.

Ore di	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Luce diurna	9,2h	10,4h	12,0h	13,6h	14,9h	15,6h	15,2h	14,0h	12,5h	10,9h	9,5h	8,8h

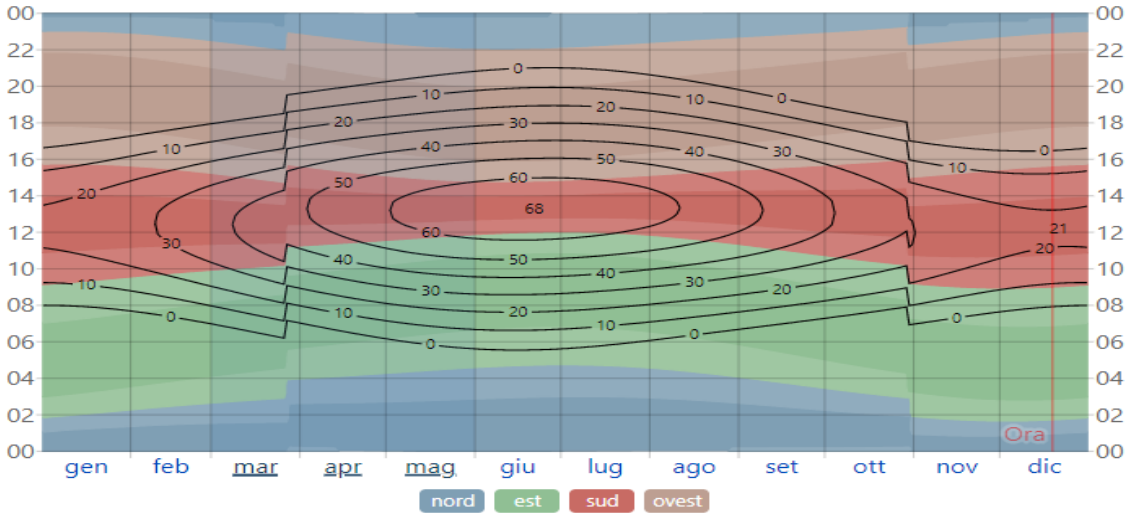
La prima alba è alle 05:27 il 15 giugno e l'ultima alba è 2 ore e 27 minuti più tardi alle 07:54 il 2 gennaio. Il primo tramonto

è alle 16:32 il 10 dicembre, e l'ultimo tramonto è 4 ore e 34 minuti dopo alle 21:06, il 26 giugno. L'ora legale (DST) inizia di primavera il 27 marzo, dura 7,1 mesi, e finisce d'autunno il 30 ottobre.



Giorno solare durante il 2022. Dal basso all'alto, le righe nere sono la precedente mezzanotte solare, alba, mezzogiorno solare, tramonto e la mezzanotte solare successiva. Il giorno, i crepuscoli (civico, nautico, e astronomico), e la notte sono indicati dalle fasce di colore dal giallo al grigio. Le transizioni a e dall'orario legale sono indicate dalle etichette 'DST'.

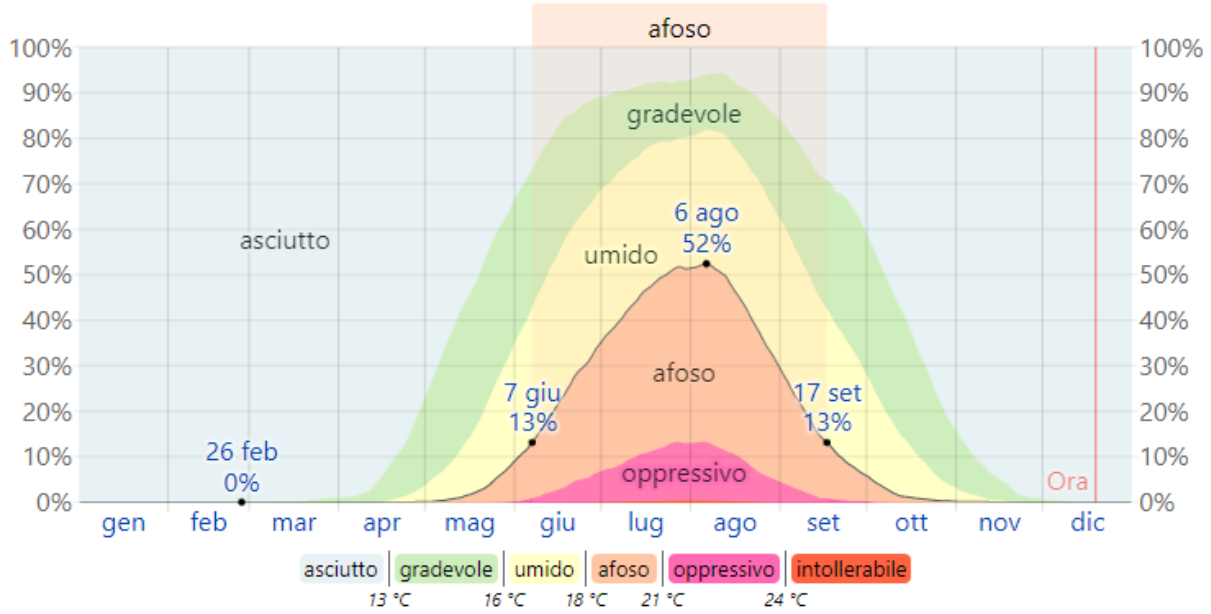
La figura qui sotto presenta una rappresentazione compatta dell'elevazione solare (l'angolo del sole sopra l'orizzonte) e dell'azimut (il suo rilevamento alla bussola) per ogni ora di ogni giorno nel periodo coperto dal rapporto. L'asse orizzontale rappresenta il giorno dell'anno, l'asse verticale rappresenta l'ora del giorno. Per un dato giorno e una data ora di tale giorno il colore dello sfondo indica l'azimut del sole in quel momento. Le isoline nere sono i contorni dell'elevazione solare costante.



Elevazione solare e azimut durante l'anno 2022. Le righe nere sono righe di elevazione solare costante (angolo del sole al di sopra dell'orizzonte, in gradi). Il colore dello sfondo indica l'azimut del sole (il suo rilevamento alla bussola). Le aree leggermente colorate ai bordi dei punti cardinali della bussola indicano le direzioni intermedie implicite (nord-est, sud-est, sud-ovest e nord-ovest).

Umidità

Basiamo il livello di comfort sul punto di rugiada, in quanto determina se la perspirazione evaporerà dalla pelle, raffreddando quindi il corpo. Punti di rugiada inferiori danno una sensazione più asciutta e i punti di rugiada superiori più umida. A differenza della temperatura, che in genere varia significativamente fra la notte e il giorno, il punto di rugiada tende a cambiare più lentamente, per questo motivo, anche se la temperatura può calare di notte, dopo un giorno umido la notte sarà generalmente umida. L'area in oggetto vede estreme variazioni stagionali nell'umidità percepita. Il periodo più umido dell'anno dura 3,3 mesi, da 7 giugno a 17 settembre, e in questo periodo il livello di comfort è afoso, oppressivo, o intollerabile almeno 13% del tempo. Il mese con il maggior numero digiorni afosi è il luglio, con 14,2 giorni afosi o peggio. Il giorno meno umido dell'anno è il 26 febbraio, con condizioni umide essenzialmente inaudite



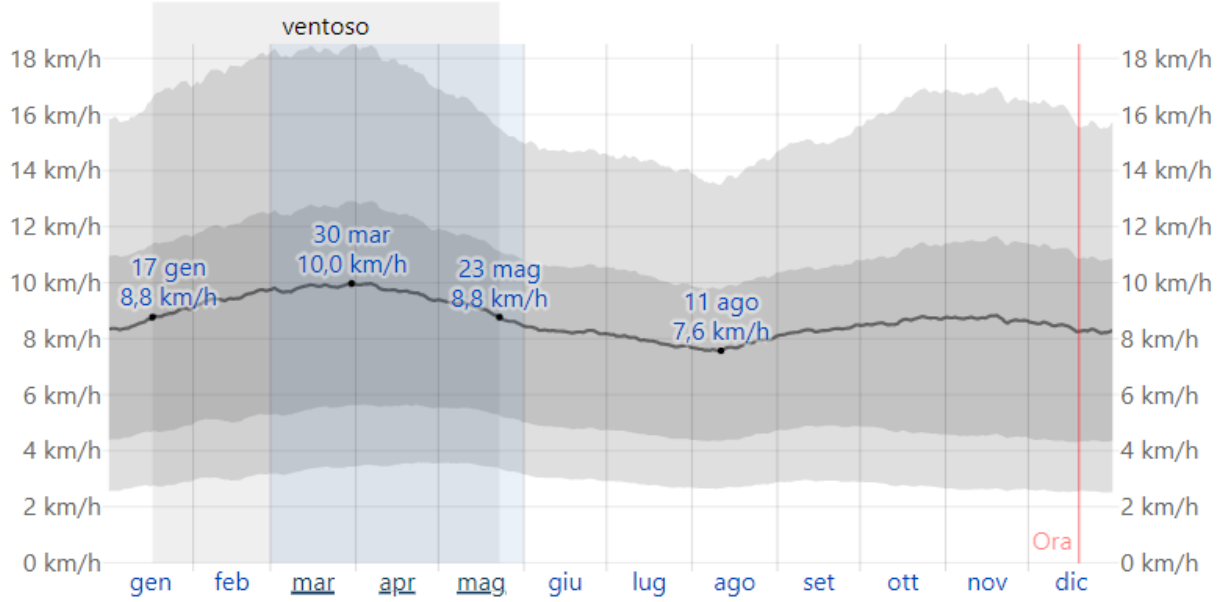
La percentuale di tempo a diversi livelli di comfort umidità, categorizzata secondo il punto di rugiada.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Giorni afosi	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,0gg	0,9gg	6,7gg	14,2gg	13,5gg	4,4gg	0,5gg	0,0gg	0,0gg

Vento

Questa sezione copre il vettore medio orario dei venti su un'ampia area (velocità e direzione) a 10 metri sopra il suolo.10 metri Il vento in qualsiasi luogo dipende in gran parte dalla topografia locale e da altri fattori e la velocità e direzione istantanee del vento variano più delle medie orarie. La velocità oraria media del vento a Cerea subisce moderate variazioni stagionali durante l'anno.

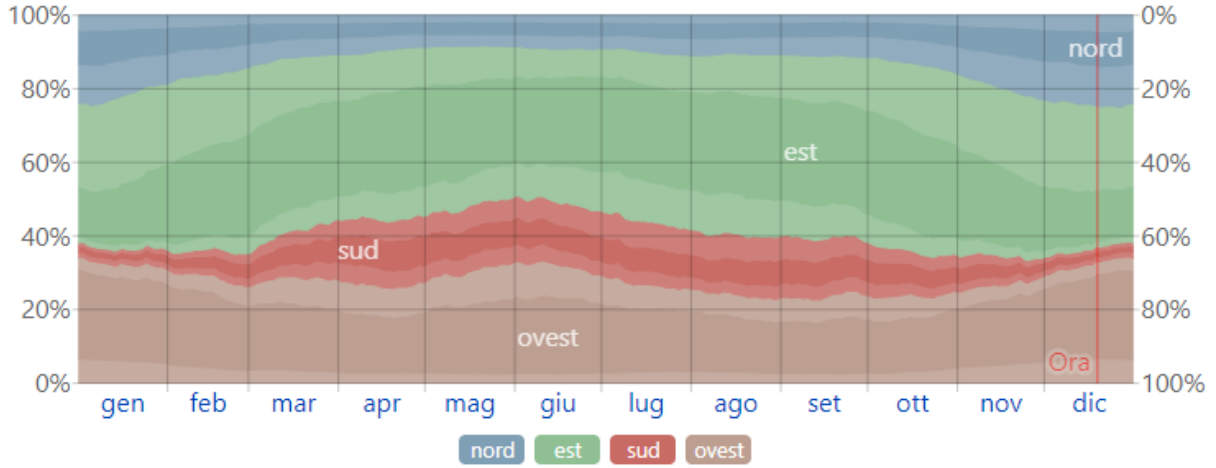
Il periodo più ventoso dell'anno dura 4,2 mesi, dal 17 gennaio al 23 maggio, con velocità medie del vento di oltre 8,8 chilometri orari. Il giorno più ventoso dell'anno a Cerea è marzo, con una velocità oraria media del vento di 9,8 chilometri orari. Il periodo dell'anno più calmo dura 7,8 mesi, da 23 maggio a 17 gennaio. Il giorno più calmo dell'anno a Cerea è agosto, con una velocità oraria media del vento di 7,8 chilometri orari.



La media delle velocità del vento orarie medie (riga grigio scuro), con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile.

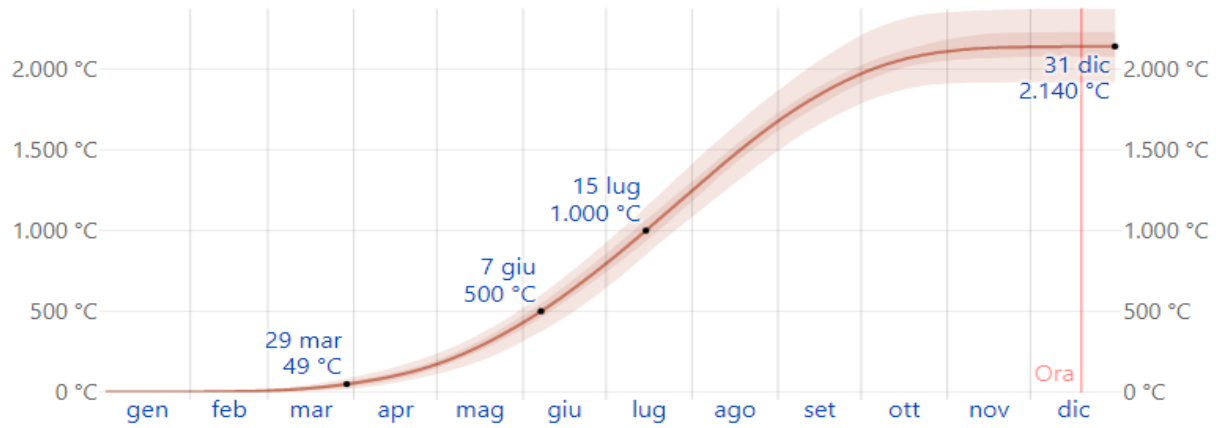
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Velocità del vento (kph)	8.7	9.5	9.8	9.7	9.0	8.3	7.9	7.8	8.3	8.6	8.7	8.4

La direzione oraria media del vento predominante nel sito è da est durante l'anno.



La percentuale di ore in cui la direzione media del vento è da ognuna delle quattro direzioni cardinali del vento, tranne le ore in cui la velocità media del vento è di meno di 1,6 km/h. Le aree leggermente colorate ai bordi sono la percentuale di ore passate nelle direzioni intermedie implicite (nord-est, sud-est, sud-ovest e nord-ovest).

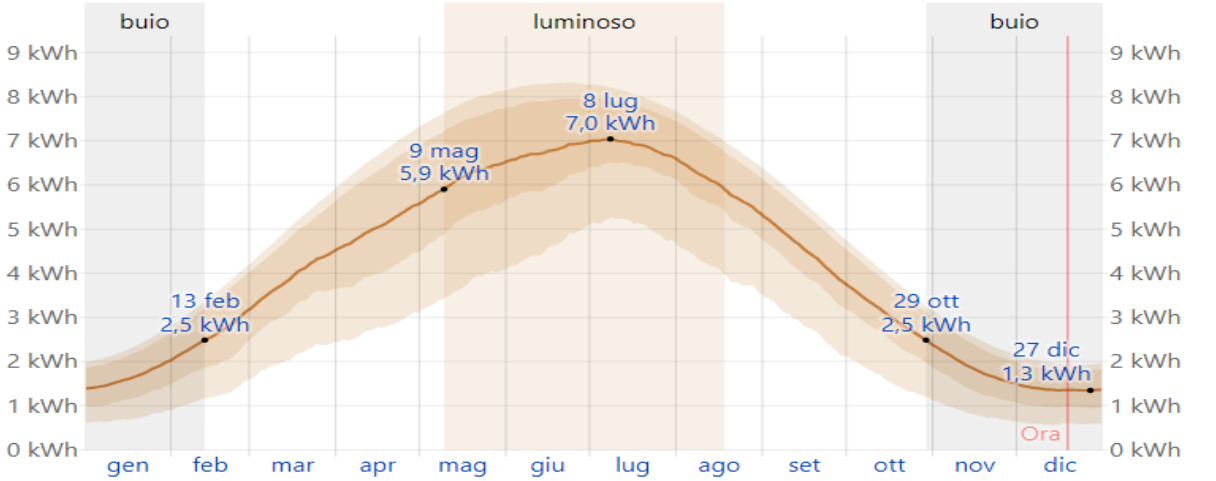
I gradi-giorno di crescita sono una misura dell'accumulo di calore annuale usata per predire lo sviluppo di piante e animali, e definita come l'integrale del calore al di sopra di una temperatura di base, scartando eccessi al di sopra di una temperatura massima. In questo rapporto usiamo una base di 10 °C e un massimo di 30 °C. In base esclusivamente alle temperature di crescita, le prime fioriture primaverili a Cerea dovrebbero iniziare attorno al 29 marzo, e solo raramente prima del 17 marzo o dopo il 13 aprile.



I gradi-giorno medi accumulati durante l'anno, con fasce del 25° - 75° percentile e 10° - 90° percentile.

Energia solare

Questa sezione discute l'energia solare a onde corte incidente totale giornaliera che raggiunge la superficie del suolo in un'ampia area, tenendo in considerazione le variazioni stagionali nella lunghezza del giorno, l'elevazione del sole sull'orizzonte e l'assorbimento da parte delle nuvole e altri elementi atmosferici. La radiazione delle onde corte include luce visibile e raggi ultravioletti. L'energia solare a onde corte incidente giornaliera media subisce estreme variazioni stagionali durante l'anno. Il periodo più luminoso dell'anno dura 3,3 mesi, dal 9 maggio al 18 agosto, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di oltre 5,9 kWh. Il mese più luminoso dell'anno a Cerea è luglio, con una media di 6,9 kWh. Il periodo più buio dell'anno dura 3,5 mesi, dal 29 ottobre al 13 febbraio, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di meno di 2,5 kWh. Il mese più buio dell'anno a Cerea è dicembre, con una media di 1,4 kWh.



L'energia solare a onde corte incidente media che raggiunge il suolo per medio quadrato (riga arancione), con fasce di percentili dal 25° al 75° e dal 10° al 90°.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Energia solare (kWh)	1.6	2.6	3.9	5.1	6.1	6.8	6.9	5.9	4.5	3.0	1.8	1.4

8. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

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

fornito dalla produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaica) che rappresenta la quota parte più importante di energia "verde" prodotta in Italia. Quanto sopra descritto si traduce, in pratica, in un necessario incremento della capacità fotovoltaica installata che, per perseguire gli obiettivi prefissati, nel 2030 dovrebbe raggiungere i 50 GW complessivi, attualmente si attesta attorno ai 20 GW complessivi. Molto è stato fatto in passato da parte del Governo per incentivare la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica, e, dopo un breve periodo di stallo durato circa 4/5 anni, oggi sono state profuse nuove forze e nuove idee propedeutiche al conseguimento dei suddetti obiettivi energetici e dare nuovo slancio al mercato Nazionale delle energie rinnovabili. Tuttavia, da analisi effettuate risulterebbe che tutti gli sforzi profusi non sarebbero sufficienti per il raggiungimento degli obiettivi energetici 2030, e quindi sarebbero destinati a rimanere un miraggio senza l'apporto fornito allo scopo dalle grandi centrali fotovoltaiche, ovvero da impianti in utility scale che producono energia rinnovabile in regime di grid parity. Le stesse considerazioni vanno ovviamente fatte anche in relazione al Piano Energetico Regionale, lo strumento di programmazione strategica con il quale la Regione ha definito gli obiettivi e le modalità per far fronte agli impegni fissati dall'UE attraverso la Roadmap al 2050. Con il Decreto Ministeriale 15 marzo 2012, cosiddetto Burden Sharing, sono state assegnate alle Regioni le rispettive quote di produzione di energia da fonti rinnovabili elettriche e termiche per concorrere al raggiungimento dell'obiettivo nazionale. Tra i macro-obiettivi del PER c'è non solo quello di allinearsi alla media nazionale, ma quello di divenire esempio virtuoso per produzione energetica da fonti rinnovabili e nell'innovazione energetica. In tale contesto le opere oggetto della presente relazione possono essere considerate di importanza fondamentale, quasi strategica, nel panorama energetico Nazionale. Tutte le parti di impianto saranno realizzate nel territorio del comune di Cerea (VR) con moduli installati su strutture a terra, ovvero su apposite strutture di sostegno direttamente infisse nel terreno senza l'ausilio di elementi in calcestruzzo, sia prefabbricato che gettato in opera. Di seguito si riporta la denominazione e la potenza nominale di picco (DC) e la potenza di immissione in rete (AC) dell'impianto agrivoltaico oggetto della presente relazione illustrativa:

DENOMINAZIONE IMPIANTO	METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L
POTENZA NOMINALE DC (kWp)	24.500
POTENZA PRODUZIONE AC (kWac)	22.350
POTENZA IMMISSIONE LIMITATA AC (kWac)	21.800
POTENZA NOMINALE TRASFORMATORI IN AC (kWac)	22.500

L'impianto sarà collegato in media tensione a 30 kV al nuovo stallo previsto all'interno della nuova stazione utente ubicata nel comune di Casaleone e successivamente collegato in alta tensione a 132 kV alla rete pubblica di distribuzione e trasmissione mediante la realizzazione di una nuova stazione elettrica collegata alla linea RTN "Legnago CP-Venera".

Come descritto, l'impianto sarà direttamente collegato alla rete pubblica di distribuzione e trasmissione dell'energia elettrica in media tensione (grid connected) in modalità di cessione pura, ovvero l'energia prodotta dall'impianto non sarà utilizzata in loco ma totalmente immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso. L'idea alla base del presente sviluppo progettuale è quella di massimizzare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico in rapporto alla superficie utile di terreno disponibile nel pieno rispetto di tutte le norme tecniche di costruzione e di esercizio vigenti. La scelta dell'architettura di impianto e dei materiali da utilizzare per la costruzione tengono conto da un lato di quanto la moderna tecnologia è in grado di offrire in termini di materiali e dall'altro degli standard costruttivi propri della Società proponente. Nel rispetto di quanto riportato secondo il preventivo di connessione Terna codice pratica 202101469, l'impianto in fase di esercizio sarà configurato affinchè non venga superata la potenza pari a 22,50 MW di immissione in rete.

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

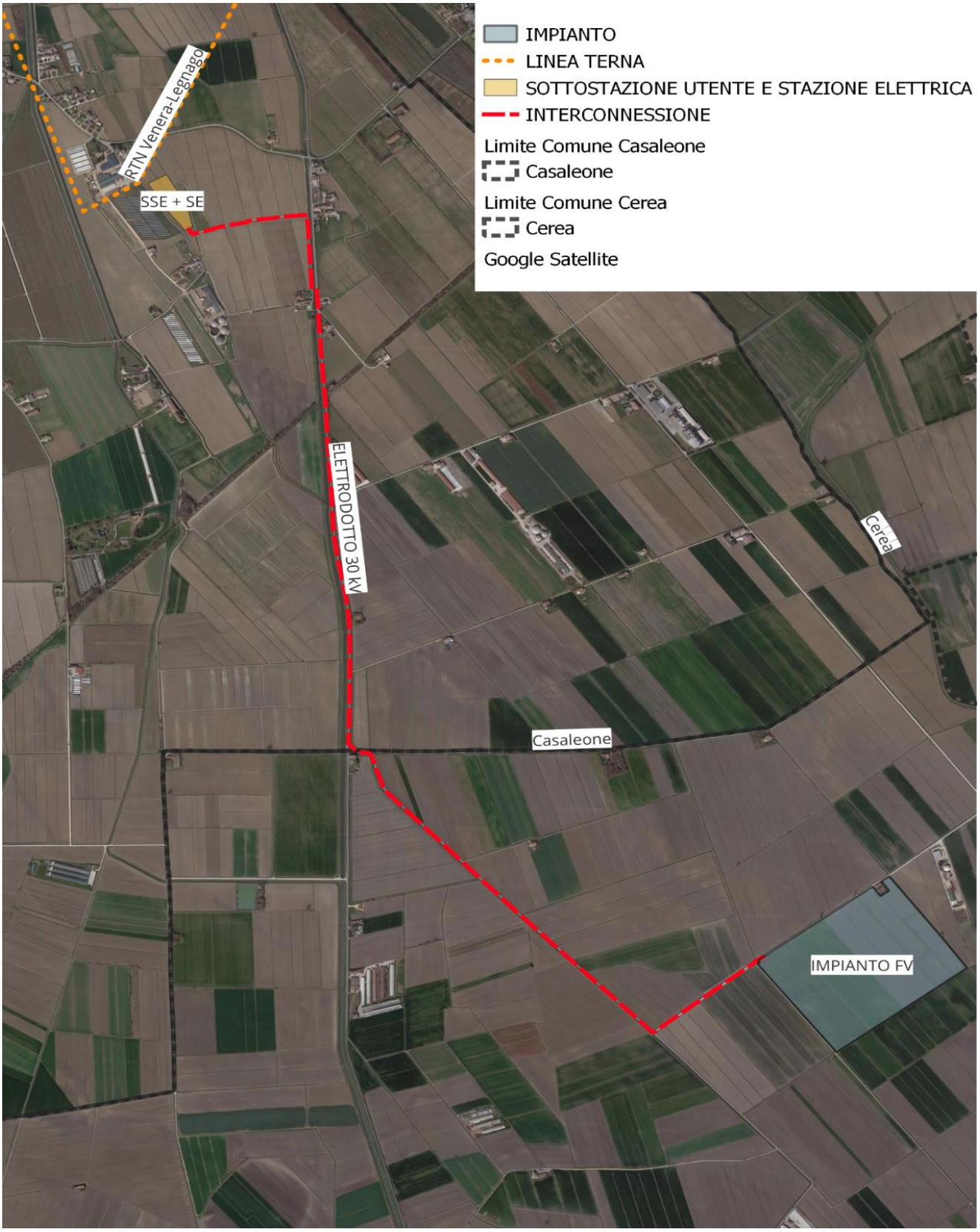
- Legge n.186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- D.Lgs. n.81 del 9/04/2008: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge 791/77: "attuazione della direttiva europea n.73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione"
- D.Lgs. 14/08/96 n°493: "Segnaletica di sicurezza e/ o salute sul luogo del lavoro";

- D.Lgs. 12/11/96 n°615: "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993". D.G.R. 5/1 del 28/01/2016.

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

- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in C.A. e a 1500 V in C.C.";
- CEI 17-13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per Bassa Tensione. Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)";
- CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare." Si sottolinea come, in conformità a quanto prescritto dalla Normativa
- CEI 23-51, i quadri di distribuzione con corrente nominale maggiore di 32A (e minore di 125A), sono sottoposti a verifiche analitiche dei limiti di sovratemperatura, secondo le modalità illustrate dalla stessa CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- CEI 20-22: "Prova dei cavi non propaganti l'incendio";
- CEI 20-38: "Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi";
- ISO 3684: "Segnali di sicurezza, colori";
- CEI 81-3: "Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico";
- CEI 81-10/1: "Protezione contro i fulmini" Principi generali CEI 81-10/2: "Protezione contro i fulmini" Valutazione del rischio CEI 81-10/3: "Protezione contro i fulmini" Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone CEI 81-10/4: "Protezione contro i fulmini" Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
- Sono inoltre considerate le raccomandazioni contenute all'interno delle seguenti Guide:
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-25 "Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0. Calcolo delle correnti";
- CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI 64-50 "Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali";
- CEI 64-53: "Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale;
- CEI 0-16; V2:" Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Codice di rete Terna.

Il design di impianto ha tenuto conto delle superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico. Rispetto all'agglomerato urbano della città l'area di impianto è ubicata in un'area individuata nella zona periferica a Sud-Ovest dell'abitato della cittadina ad una distanza media di circa 8,30 km in linea d'aria dal suo centro. Nell'immagine satellitare, si evincie l'area occupata dall'impianto agrivoltaico, l'area destinata alla realizzazione della nuova stazione utente e stazione elettrica e l'elettrodotto a 30 kV in collegamento.


IMPIANTO
LINEA TERNA
SOTTOSTAZIONE UTENTE E STAZIONE ELETTRICA
INTERCONNESSIONE
Limite Comune Casaleone
Casaleone
Limite Comune Cerea
Cerea
Google Satellite
RTN Venera-Legnago
SSE + SE
ELETTRODOTTO 30 kV
Cerea
Casaleone
IMPIANTO FV

Il generatore fotovoltaico si estenderà su una superficie di terreno a destinazione agricola si riportano le caratteristiche principali dell'impianto:

SUPERFICIE RECINTATA (Ha)	29,11
POTENZA NOMINALE DC (kWp)	24.500
POTENZA PRODUZIONE AC (kWac)	22.350
POTENZA NOMINALE TRASFORMATORI IN AC (kWac)	22.500
MODULI INSTALLATI	42.600
TOTALE STRINGHE INSTALLATE	1775
NUMERO INVERTER CENTRALIZZATI	5

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 575 W, saranno del tipo mono-facciali e installati "a terra" su strutture a inseguimento solare (tracker) con asse di rotazione Nord/Sud ed inclinazione massima di circa 60°.

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto oggetto della presente relazione sono di tipo mono-facciale con dimensioni pari a (2411 H x 1134 L x 35 P) mm e composti da 156 celle per faccia (2x78) in silicio monocristallino tipo P. Essi saranno fissati su ciascuna struttura in modalità Landscape 2xN, ovvero in file composte da due moduli con lato corto parallelo al terreno, le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di un tipo individuato in funzione della loro lunghezza ovvero 2x30 moduli a cui corrispondono strutture di lunghezza complessiva di circa 35 metri. La struttura sarà collegata a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l'ausilio di opere in calcestruzzo. I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 24 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva.

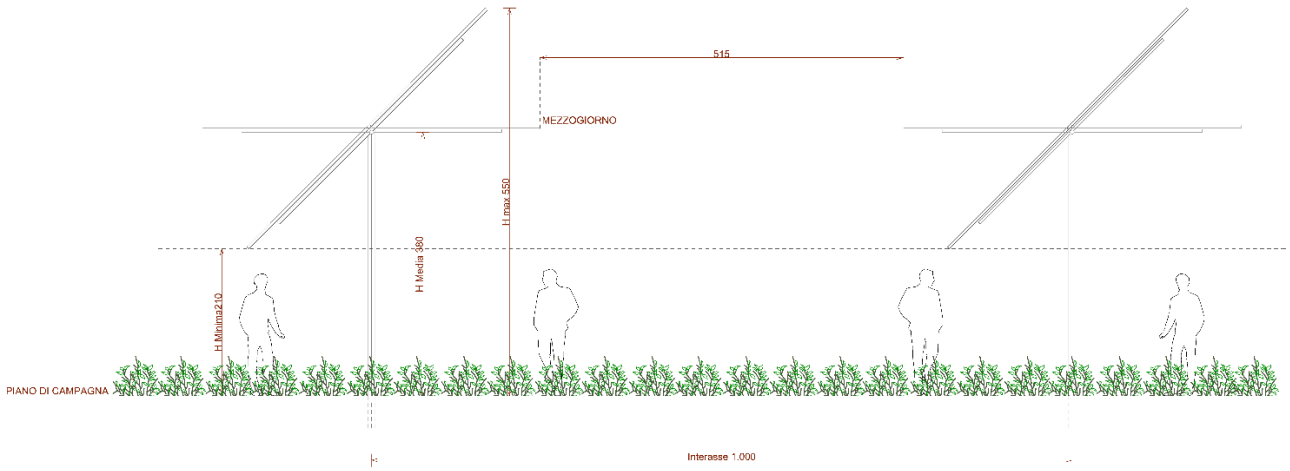
Il campo fotovoltaico prevede la realizzazione di un sistema di viabilità interna e/o perimetrale che possa consentire in modo agevole il raggiungimento di tutti i componenti in campo, sia per garantire la sicurezza dell'opera, che per la corretta gestione nelle operazioni di manutenzione. L'impianto sarà protetto contro gli accessi indesiderati mediante l'installazione di una recinzione perimetrale e dal sistema di illuminazione e videosorveglianza. L'accesso carrabile sarà costituito da un cancello a due ante in pannellature metalliche di larghezza 4 metri e montato su pali in castagno infissi al suolo. La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete metallica rombata a maglia larga alta 2 metri e sormontata da filo spinato, collegata a pali di castagno alti 3 metri infissi direttamente nel suolo per una profondità di 100 cm. La rete metallica non sarà realizzata a totale chiusura del perimetro, rispetto al piano campagna, infatti, sarà lasciato un passaggio di altezza 20 cm che consenta il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia. Sia la viabilità perimetrale che quella interna avranno larghezza di 5 m; entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria). Il sistema di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione dei componenti in campo su pali in acciaio zincato fissati al suolo con pozzetto di fondazione in calcestruzzo dedicato. I pali avranno una altezza di circa 3 m, saranno dislocati ogni 40 metri lungo la recinzione perimetrale e su di essi saranno montati corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza.

L'esercizio ordinario dell'impianto fotovoltaico non richiede ausilio o presenza di personale addetto, tranne per le eventuali operazioni di riparazione in caso di guasto o per le operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie. Con cadenza saltuaria sarà necessario provvedere alla pulizia dell'impianto, che si divide in due operazioni: lavaggio dei pannelli fotovoltaici per rimuovere lo sporco naturalmente accumulatosi sulle superfici captanti (trasporto eolico e meteorico). La frequenza delle suddette operazioni avrà indicativamente carattere stagionale, salvo casi particolari individuati durante la gestione dell'impianto. Le operazioni di taglio dell'erba saranno effettuate solo dove non è previsto l'utilizzo del suolo ai fini agricoli (lembo di terreno tra la viabilità interna e la recinzione perimetrale). Le operazioni di lavaggio dei pannelli saranno invece effettuate con un trattore di piccole dimensioni equipaggiato con una lancia in pressione e una cisterna di acqua demineralizzata. Il trattore passerà sulla viabilità di impianto e laverà i pannelli alla bisogna. L'azione combinata di acqua demineralizzata e pressione assicura una pulizia ottimale delle superfici captanti evitando sprechi di acqua potabile e il ricorso a detergenti e sgrassanti. Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione di natura elettrica saranno effettuate da ditte specializzate, con proprio personale e mezzi, con cadenze programmate o su chiamata del gestore dell'impianto.

L'area risulta attualmente utilizzata dall'azienda agricola individuale Speranza Paolo con attività seminative. In fase di progettazione sono state considerate delle soluzioni al fine di non interrompere l'attività e l'utilizzo del terreno in essere.

Nello specifico, la configurazione dell'impianto fotovoltaico prevede **una distanza tra le file di pannelli pari a 10 metri con**

un corridoio minimo netto di circa 5/6 metri e il punto minimo di altezza dei pannelli rispetto al terreno di 2,10 metri (come indicato nelle linee guida del Ministero Transazione Ecologica pubblicate a giugno 2022). Di seguito si riporta uno schema di configurazione adottato in fase di progettazione:



Altresì di seguito si riportano i calcoli effettuati in rispetto del requisito A in quanto definisce le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività pastorale.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superfice minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021).

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) che *almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole* (BPA).

DATI IMPIANTO	
S_{tot} - Superficie Recintata [mq]	291.140
Superficie Copertura Moduli FV [mq]	116.472

A.1 - SUPERFICIE MINIMA COLTIVATA [mq] $S_{agricola} \geq 0,7xS_{tot}$
203.798

A.1 - $S_{agricola}$ [mq]
288.199,09 **requisito rispettato**

A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m2/kW (ad. es. Singoli moduli da 210 W per 1,7 m2). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

A.2 - PERCENTUALE SUPERFICIE COPERTA DA FV [mq] LAOR ≤ 40%
40% requisito rispettato

9. EFFETTI MICROCLIMATICI E SULLE PIANTE NEL SISTEMA AGRI-VOLTAICO

La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo che avranno effetti positivi sulle esigenze della specie coltivate.

Radiazione solare

La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, garantendo lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli. Le piante, tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (radiazione fotosinteticamente attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione globale. Le piante peraltro riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR. Va sottolineato che, in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunte la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta, e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente. La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa. Nel presente impianto si stima che la riduzione media annua della radiazione diretta sia dell'80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 35-40%. In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile- estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate essendone soddisfatte le esigenze termiche, per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi. Per quanto riguarda il livello di saturazione per l'intensità luminosa, le piante vengono classificate in eliofile e sciafile. Le prime richiedono una elevata quantità di radiazione, mentre le sciafile soffrono per un eccesso di illuminazione, anche se la maggior parte delle piante coltivate devono essere considerate sciafile facoltative in quanto nelle normali condizioni di coltivazione l'elevata fittezza di semina comporta sempre l'instaurarsi di un ambiente sub-ottimale per l'illuminazione. In generale, si considerano piante con elevate esigenze di intensità di radiazione i cereali, le piante da zucchero, le specie oleaginose, da fiore e da frutto. Sono invece considerate sciafile, con basse esigenze luminose, le specie da fibra, le piante foraggere e alcune piante orticole, nelle quali l'elevata fittezza di semina e l'ombreggiamento sono realizzati agronomicamente per accentuare l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra, foraggio e foglie, per effetto della maggiore presenza dell'ormone della crescita (auxina) che è foto-labile. Nell'insalata, ad esempio, un leggero ombreggiamento aumenta lo sviluppo fogliare e riduce lo spessore delle foglie, rendendo il prodotto anche di migliore qualità commerciale.

Temperatura

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare. Sebbene sia lecito attendersi una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera, e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale (Panozzo et al., 2019). Al di sotto dell'impianto fotovoltaico, inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino, e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole. L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento) o panelli fotovoltaici; l'ombreggiamento riduce la percentuale di nicotina nel tabacco e, nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate. Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agri-voltaico. In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente a ciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate. I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di

topo, etc.), che hanno zero di vegetazione molto bassi, vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agri-voltaico (Mercier et al., 2020). Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale.

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno- primaverili); in tali condizioni le radici possono accrescersi maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse (raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è definita dalla somma delle perdite di acqua per evaporazione dal terreno e di traspirazione fogliare. Delle due, solo la perdita dalla pianta è utile all'accrescimento delle piante poiché mantiene gli stomi aperti, e quindi consente gli scambi gassosi utili alla fotosintesi (ingresso di anidride carbonica nella foglia). In condizioni di ombreggiamento è lecito attendersi una riduzione della traspirazione fogliare, e in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo.

In frumento è stato stimato che al 50% di ombreggiamento si verifichi una riduzione del 30-35% dell'evapotraspirazione (Marrou et al., 2013a), con un risparmio di circa 200 mm di acqua rispetto ai 600 mm normalmente richiesti dalla coltura in pieno sole nei territori della Pianura Padana. Poiché in Italia, la carenza idrica in fase di riempimento della granella ha conseguenze negative marcate sulla resa e sulla qualità ("stretta del grano"), il parziale ombreggiamento che si realizza nel sistema agri-voltaico deve essere considerato positivamente per questa coltura e le altre colture simili, mais, orzo e avena.

10. ESPERIENZE DI COLTIVAZIONE IN CONDIZIONE DI OMBREGGIAMENTO

Allo stato attuale esistono limitate informazioni in merito agli effetti dell'ombreggiamento per la maggior parte delle piante erbacee coltivate, ed i dati disponibili derivano da studi di consociazione di specie erbacee con piante arboree organizzate in filari, e da pochi e giovani impianti agri-voltaici.

Le colture meno penalizzate dalla presenza del fotovoltaico sono quelle microterme e sciafile. Il frumento può fornire rese simili o leggermente inferiori (-20% circa; Dupraz et al., 2011) a quelle ottenibili in pieno sole, subendo un ritardo dell'epoca di maturazione (Marrou et al., 2013b); **mentre il mais alle normali densità di semina riduce notevolmente lo sviluppo della pianta sia in diametro che in altezza, a discapito della resa** (Dupraz et al., 2011).

Con una percentuale di riduzione della radiazione del 50%, comparabile a quella che si realizzerà nell'impianto agri-voltaico in oggetto, sono state rilevate produttività uguali o addirittura superiori al pieno sole in specie graminacee foraggere microterme, ed una moderata riduzione, dell'ordine del 20-30%, in specie macroterme foraggere sia graminacee (es. mais, sorgo, panìco, setaria, etc.) che leguminose (es. trifoglio bianco, trifoglio violetto, erba medica, etc.), e in lattuga (Lin et al., 1998; Mercier et al., 2020).

Questi risultati sono in linea con gli studi italiani (Amaducci et al., 2018) che hanno simulato in un analogo impianto agri- voltaico a Piacenza, sulla base dei dati climatici storici degli ultimi 40 anni, rese di granella di frumento analoghe o superiori al pieno sole.

Tali risultati vanno ascritti alle migliori condizioni microclimatiche nel periodo di maturazione del frumento, tra cui una maggiore umidità del terreno, una minore evapotraspirazione e l'effetto frangivento che riduce l'allettamento della coltura.

Va ritenuto interessante anche il parziale effetto antigrandine dovuto alla copertura fotovoltaica.

Risultati produttivi interessanti in condizioni di ombreggiamento elevato sono stati ottenuti in pomodoro, che sembrerebbe non risentire di riduzione della radiazione anche del 60% (Callejòn- Ferre et al., 2009).

11. STATO ATTUALE AREA AGRICOLA INTERESSATA DALL'IMPIANTO AGRI-VOLTAICO

Attualmente l'area in progetto risulta cosi organizzate e condotta secondo le seguenti colture:

Frumento duro ettari	7,6483
Frumento tenero ettari	7,7708
Mais ettari	7,6265
Soia ettari	5,0360
TOTALE ETTARI COLTIVATI	28,0816
Tare, superfici non coltivate	2,1399
TOTALE SUPERFICI	**30,2215**

Tutte le coltivazioni sopra esposte sono irrigue e orientate a fornire le industri del mangime del territorio, senza entrare nei dettaglio questo tipo di conduzione agricola puo essere caratterizzata da:

- Medio basso potenziale produttivo, condizionato dalla somministrazione di fertilizzanti azotati specifici;
- Limitato utilizzo di manodopera ma eccesso di utilizzo di macchine agricole;
- Ricorso ad aratura profonda con lavorazioni meccaniche di erpicatura che, pur se utili a massimizzare la produttività, causano un impoverimento progressivo della sostanza organica del terreno per effetto dell'ossigenazione del terreno;
- Utilizzo di concimi, in particolare azotati, ammendanti e/o antiparassitari che, dilavati parzialmente dalle piogge, contribuisco all'inquinamento delle acque superficiali e di falda e alla contaminazione dei prodotti alimentari;

12. SCELTA DELLA COLTURA DA GESTIRE NEL POST MIGLIORAMENTO

COLTIVAZIONE DEL MAIS

Il Mais (Zea mays, L. 1753) è chiamato anche granturco. Fu una delle colture conosciute da Cristoforo Colombo quando scoprì l'America. Era una pianta che cresceva nelle terre di Cuba. Piacque subito molto e arrivò in Europa nel 1600. Il clima europeo era particolarmente adatto alla crescita del mais e per tale motivo si diffuse presto anche in Italia. Su una resa mondiale di circa 850 milioni di tonnellate all'anno, gli USA ne producono circa il 37%. A livello mondiale, l'Italia produce solo lo 0,7%. Nel 2017, il nostro paese ha ottenuto una resa di 60.484.989 quintali di mais (ISTAT, 2017). Le regioni più produttive sono Lombardia, Veneto e Piemonte, con rispettivamente 16 milioni, 14 milioni e 13 milioni di quintali. Le esigenze ambientali del mais sono temperature piuttosto elevate. In linea di massima, però, il mais è stato una delle piante più soggette a modifiche genetiche nel corso degli anni. Grazie a queste, oggi, si possono trovare varietà anche abbastanza resistenti a temperature più rigide, ma senza esagerare. Il mais, infatti, non resiste a freddi troppo prolungati e quindi è meglio evitare di coltivarlo oltre i 500-600 m di altitudine, se si vuole ottenere una resa decente. Con temperature inferiori a 10 °C, il seme di mais non riesce a germinare. E' consigliato quindi seminare quando la temperatura del terreno ha raggiunto stabilmente una temperatura di 12 °C anche durante la notte. Temperature intorno ai 4-5 °C uccidono le piante o le lasciano irrimediabilmente stressate. La temperatura ottimale per l'accrescimento è di 22-24 °C, per la fioritura di 26 °C. Per quanto riguarda invece le temperature massime, possono essere dannose per la fioritura e l'allegagione quelle superiori a 32-33 °C, accompagnate da bassa umidità relativa e ovviamente da stress idrici. Le regioni più adatte alla coltivazione del mais, sono quelle in cui le estati sono calde e piovose. In Italia, queste corrispondono alle stesse regioni dove c'è più produzione di questo cereale: Lombardia, Veneto e Piemonte. Nelle altre regioni, dove il clima è prettamente mediterraneo e quindi con piogge estive scarse e irregolari, le produzioni senza l'ausilio dell'irrigazione hanno rese basse e non significative. Il mais si adatta a molti tipi di suolo.

Con le giuste condizioni climatiche, tutti i terreni possono essere ottimi ad una buona coltivazione. La cosa importante da tenere in conto è che non si verifichino mancanze di elementi minerali. Soffre un po' sui terreni troppo compatti. Bisogna innanzitutto effettuare una lavorazione dei suoli profonda, circa 40-45 cm, meglio se fatta con il sistema a due strati: scarificatura profonda e aratura leggera.

Dopo di questa, bisogna eseguire una buona erpicatura e possibilmente una estirpatura per eliminare le erbacce. Il seme, grazie alle sue grandi dimensioni, non ha bisogno di zolle molto fine ma di essere posto ad una profondità di circa 5-10 cm. Per quanto riguarda la concimazione, la migliore sarebbe quella fatta con letame di cavallo. Vanno bene comunque tutte le concimazioni organiche, in quanto la mineralizzazione della sostanza organica viaggia di pari passo con le esigenze nutritive del mais (il contrario succede per il frumento). Per un'ottima concimazione si consiglia di seguire i dati seguenti:

- Azoto: 250-300 Kg/ha
- Fosforo: (P2O5): 80-120 Kg/ha
- Potassio: (K2O): 50-100 Kg/ha

Se posto in successione a prato di leguminose, la quantità di azoto può essere ridotta a 150-200 Kg/ha. Nel caso, invece, la coltura di mais non venga irrigata può risultato inutile o addirittura dannosa la concimazione. Se una volta si considerava il mais come coltura miglioratrice del terreno, ad oggi si è notato il totale contrario. Attualmente si coltiva il mais solo in condizioni ambientali favorevoli, in modo da incrementare l'efficienza delle pratiche agricole, del lavoro manuale, dei prodotti fitosanitari utilizzati e dei concimi impiegati. In questo caso, la soia si è rivelata un'ottima coltura da alternare al mais, in quanto molto simile a questo per esigenze ambientali ed agronomiche. Le semine primaverili, devono essere eseguite il prima possibile. La temperatura del terreno deve essere stabile almeno a 12 °C anche durante le ore notturne. Di solito si raggiunge questa temperatura nel mese di aprile. La densità di semina deve considerare anche le possibili fallanze. Di solito si calcola 10-15% di fallanze. Per tale motivo segue la scheda seguente:

- Coltura principale irrigua per la produzione di granella: da 6 a 8 piante a metro quadro.
- Coltura principale asciutta per granella: fino a 4 piante a metro quadro.
- Coltura intercalare per granella: da 7 a 10 piante a metro quadro.
- Coltura principale da foraggio o maturazione cerosa: da 7 a 9 piante a metro quadro.
- Coltura intercalare da foraggio per raccolta alla fioritura (granturchino): da 30 a 50 piante a metro quadro.

La raccolta del mais avviene nella seconda o terza decade di settembre, quando la temperatura arriva intorno ai 17 °C. Può essere fatta in spiga o in granella. La prima si esegue a mano e spesso le spighe (comunemente chiamate pannocchie) vengono destinate al consumo alimentare tal quale. Nel secondo modo, la raccolta avviene con macchina combinata che esegue contemporaneamente anche la sgranatura. Le mietitrebbiatrici da mais sono di solito delle normali mietitrebbie che vengono munite di testata spannocchiatrice. Il momento ottimale per la mietitrebbiatura del mais è quando la granella ha un contenuto d'acqua del 24-26%. Una pannocchia più secca si scompone con più facilità e quindi si perde granella inutilmente. Una pannocchia più umida si stacca con difficoltà e si spacca facilmente.

Di seguito si evidenzia il BILANCIO AZIENDALE riferito alla situazione EX ANTE INTERVENTO dell'azienda agricola operante nell'area.

13. INTEGRAZIONE COLTURA-FOTOVOLTAICO

L'impianto di pannelli fotovoltaici si integra perfettamente nella coltivazione del mais intensivo, potendo far aumentare la resa quantitativa e qualitativa ed il reddito agricolo, grazie anche agli effetti benefici di schermo e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno per un tempo più prolungato dell'agivoltaico.

Va inoltre ribadito che la combinazione tra fotovoltaico ad inseguimento monoassiale e mais consente l'utilizzo dell'intera superficie al suolo per scopi agricoli.

Nell'analisi dell'interazione coltura-sistema fotovoltaico vanno considerati i seguenti elementi:

I filari fotovoltaici, posti ad interasse di 12,00 metri, consentono un agevole accesso per le lavorazioni agricole ai mezzi meccanici utilizzati per la coltivazione e la gestione della raccolta delle produzioni;

È prevista la posizione di blocco dei pannelli in totale rotazione ovest o est, in questo modo è agevole lavorare il terreno per la semina e/o la raccolta o altre attività necessarie,fino a ridosso dei sostegni;

I supporti sono costituiti da pali in acciaio infissi nel terreno e di facile rimozione a fine vita operativa;

Il mais è una coltura agricola molto richiesta nel territorio, mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso,

A fine vita operativa, ad impianto dismesso, il suolo così rigenerato sarà ideale anche per coltivazioni agricole di pregio (es. orticole, frutteto, vigneto).

L'impatto del sistema fotovoltaico sul suolo è ritenuto minimo, in quanto non interessato in modo significativo da infrastrutture inamovibili:

I pali dei tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione;

I cavidotti sono minimi e saranno localizzati unicamente in zone non utilizzate per la coltivazione, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa dell'impianto fotovoltaico;

Le linee di bassa tensione in corrente continua saranno posate su canaline esterne, fissate alle strutture stesse dei tracker, senza interessare il terreno con numerosi cavidotti.

Relativamente all'impatto paesaggistico e la gestione del sistema agri-voltaico, si evidenziano i seguenti punti di forza del sistema agri-voltaico:

- Il mais è una coltura che offre una copertura vegetale verde costante, anche nel periodo invernale, mitiga efficacemente l'impatto paesaggistico del sistema fotovoltaico;
- Le attività di impianto del mais, che consistono in aratura, erpicatura e semina, non interferiscono con il Fotovoltaico;
- L'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato, al contrario, vi è un impatto positivo del prato sulla transitabilità del terreno;
- Il lavaggio dei pannelli avviene con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde;
- Le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante sistema di attenuazione dell'impatto visivo dell'intero impianto.

14. ANALISI MULTICRITERIO

Quando la scelta di una opzione progettuale interessa più criteri di valutazione (es. economico, ambientale, sociale, etc.), e non solo quelli economici, è opportuno utilizzare una metodologia di analisi multicriterio (AMC).

L'analisi multicriterio prevede che il confronto fra le alternative di intervento venga effettuato tramite l'utilizzo della cosiddetta matrice di valutazione: una matrice in cui ogni alternativa è messa a confronto per una serie di criteri di valutazione, che possono essere obiettivi del progetto o dei portatori di interesse, criteri tecnici, sociali, etc. Le alternative vengono elencate nelle colonne della matrice, mentre i criteri di valutazione sono descritti nelle righe. Il grado

diraggiungimento di ogni obiettivo (o di soddisfacimento del criterio di valutazione) da parte delle alternative considerate è indicato tramite un indice che, ad esempio può variare tra 0 (obiettivo non raggiunto o criterio non soddisfatto) e 5 (obiettivo raggiunto), passando per valori intermedi che indicano un obiettivo raggiunto parzialmente. Nel caso di criteri che possono avere un significato negativo o positivo (ad esempio gli impatti ambientali) si può ricorrere anche a valori indice che variano da negativi (impatto negativo) a positivi (impatto completamente positivo), ove 0 assume il significato di impatto nullo. Ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un peso (valore compreso tra 0 e 1) moltiplicativo degli indici assegnati ad ogni criterio. Tale peso viene in genere assegnato tenendo conto anche di quanto espresso dai portatori di interesse. I valori degli indici per ogni alternativa (moltiplicati per ipesi) vengono sommati, cosicché ad ogni alternativa di intervento corrisponda un punteggio totale, confrontabile con quello delle diverse opzioni/alternative. Può essere inoltre condotta un'analisi di sensibilità dei punteggi finali ai valori dei pesi, così da verificare quanto robusta sia la scelta della soluzione migliore.

L'AMC viene utilizzata per arrivare alla scelta della soluzione preferibile, in quanto permette di tener conto di tutti i benefici e gli impatti, inclusi quelli di difficile quantificazione (per esempio alcuni impatti ambientali e sociali) e permette, inoltre, di coinvolgere i portatori di interesse mostrando in maniera trasparente il processo decisore.

Voce	Coltivazione attuale (frumento duro, frumento tenero, mais, soia)	Coltivazione futura (Mais)
1.Occupazione (impiego dipersonale)	(+1) Limitata, in conseguenza delle sue caratteristiche, troppe colture, poca specializzazione, pochi referenti di acquisto prodotto	(+3) Medio, perchè ci si specializza in una unica coltura con produzione di maggiori quantita che necessitano di piu personale formato, inoltre l'impianto agrivoltaico incrementera altre risorse umane
2.Fertilità agronomica dei terreni(contenuto di sostanza organica)	(+1) Troppe fasi di passaggio con i mezzi agricoli che condizionano il diradamento nel corso delle stagioni comporta l'impoverimento progressivo per ossidazione della matriceorganica del terreno.	(+3) L'aratura profonda e decisa è necessaria solo nel primo anno diimpianto. Con la presenza dell'agrovoltaico ci saranno migliori condizioni microclimatiche pertanto la coltura fornirà una naturale concimazione del terreno arricchendolo di sostanza organica
3.Effetti sul sistema idrico (consumo di acqua e qualità)	(+1) Elevati processi di evapotraspirazione, specie nei mesi estivi con conseguente perdita di riserve idriche nel suolo e impoverimento della sostanza organica.	(+3) Moderate necessità di acqua di irrigazione, grazie alla presenza dell'ombreggiamento, maggiori riserve idriche nel suolo. Limitato utilizzo di concimi
4.Biodiversità floristica e faunistica	(+1) La coltivazione di diverse colture e varietà è già una biodiversita ma condiziona tanto l'eccessivo utilizzo dei mezzi agricoli condizionando lo sviluppo della biodiversità	(+3) L'utilizzo di una solo coltura, alternata da specie diverse permette all'impresa di specializzarsi, inoltre permettera il moderato utilizzo dei mezzi agricoli, grazie all'impianto agrovoltaico saranno presenti sotto i trakers varietà mellifere perenn in grado di attrarre colonie di insetti utili e api
5.Margine lordo (valore economico del prodotto agricolo)	(-2) Attualmente la marginalità è di segno meno, si veda il calcolo economico di seguito	(+2) Con la speccializzazione su una coltura di pregio e molto ricercata insieme all'impianto agrovoltaico la marginalità è di segno più ed è molto elevata
PUNTEGGIO TOTALE	2	14

Tabella Matrice dei principali effetti ambientali delle coltivazioni a confronto

Per un'analisi oggettiva tra le due coltivazioni a confronto

- agri-voltaico con coltivazione di mais

contro

- **solo frumento tenero, frumento duro, mais, soia**

E' stata costruita la tabelle, precedentemente evidenziata, che assegna punteggi compresi tra -5 (minimo) e +5 (massimo) ad alcuni indicatori ambientali.

Poiché si è voluto pesare in egual misura tutti i criteri, si è deciso di assegnare a ciascuno di essi un peso uguale e pari a 1.

La matrice AMC evidenzia un punteggio significativamente maggiore del **mais combinato all'impianto agrovoltaico**, rispetto all'attuale presenza del **solo frumento tenero, frumento duro, mais, soia**.

Con la soluzione coltivazione agricola e agrrivoltaico l'intervento garantirà maggiori vantaggi.

15. VALUTAZIONI ECONOMICHE AZIENDALI

Per verificare la sostenibilità economica del progetto / miglioramento in oggetto, si è fatto riferimento e si sono utilizzati ai dati di sintesi valevoli per la Regione Veneto, pubblicati dal CREA al seguente link https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php.

La comparazione tra le diverse coltivazioni viene fatta in termini di Produzione Standard unitaria (per ettaro), ricavabile da ciascuna tipologia di coltivazione, calcolata con la seguente formula: Margine Lordo (ML, espresso in €/ha) = PLT – CV

Dove:

PST = produzione standard totale come sommatoria della produzione lorda vendibile (PLV) e della produzione reimpiegata e/o trasformata in azienda;

CV = costi variabili = SD (spese dirette) + ASP (Altre spese) + RA (Reimpieghi).

I CV possono essere calcolati anche come somma delle seguenti voci:

FERTILIZZANTI; COSTO DELLA SEMINA E DELLA RACCOLTA PRODUZIONI; SALARI; ALTRE SPESE GENERALI; ALTRE IMPOSTE VARIE

Facendo riferimento alla coltura presente nel compendio agricolo nel periodo ante miglioramento fondiario, dove si coltivava:

D02 Frumento Duro

D01 Frumento tenero

D06 Mais

D28 Soia

e confrontandola con la coltura presente nel periodo post miglioramento fondiario, dove sara coltivato:

D06 Mais

si osserva che il risultato economico è decisamente superiore; pertanto, il margine lordo a favore dell'impresa agricola che realizza il miglioramento fondiario aumenta di conseguenza l'investimento dal punto di vista economico agricolo è conveniente si evidenzia che associato all'investimento energetico agrovoltaico i ricavi aumentano in modo esponenziale.

TABELLA CREA

FADN_REGION	NUTS2	Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
243	ITH3	Veneto	C1110T	D01	Frumento tenero e spelta	1.458	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	C1120T	D02	Frumento duro	2.016	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	C1200T	D03	Segale	740	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	C1300T	D04	Orzo	1.254	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	C1400T	D05	Avena	955	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	C1500T	D06	Mais	2.099	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	C2000T	D07	Riso	2.007	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	C1600T_C1700T_C1	D08	Altri cereali da granella (sorgo, miglio, panico, farro, ecc.)	1.899	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	P0000T	D09	Leguminose da granella - totale	2.898	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	P1000T	D09A	Legumonose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	2.573	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	R1000T	D10	Patate (comprese le patate primaticce e da semina)	13.323	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	R2000T	D11	Barbabietola da zucchero	2.980	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	R9000T	D12	Piante sarchiate foraggere	2.652	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	V0000_S0000T	D14	Orticole - all'aperto	26.132	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	24.327	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	V0000_S0000TK	D14B	Orticole - all'aperto - in orto industriale	27.936	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	V0000_S0000S	D15	Orticole - in serra	44.616	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	N0000T	D16	Fiori e piante ornamentali - all'aperto	98.670	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	N0000S	D17	Fiori e piante ornamentali - in serra	187.154	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	G0000T	D18	Piante raccolte verdi	1.384	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	784	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	G9100T_G9900T	D18B	Altre foraggere avvicendate	585	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	G3000T	D18C	Altre foraggere: Mais verde	1.552	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	G2000T	D18D	Altre foraggere: Leguminose	1.151	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	E0000T	D19	Semi e piantine seminativi	5.363	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	ARA99T_ARA09S	D20	Altre colture per seminativi	1.145	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	Q0000T	D21	Terreni a riposto o a set-aside senza aiuto	-	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I3000T	D23	Tabacco	12.146	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I4000T	D24	Luppolo	10.175	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I1150_2300T	D25	Cotone	1.400	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I1110T	D26	Colza e ravizzone	592	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I1120T	D27	Girasole	917	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I1130T	D28	Soia	1.089	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I1140T	D29	Lino da olio	2.841	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I1190T	D30	Altre oleaginose erbacee	2.105	EUR_per_ha
243	ITH3	Veneto	I2100T	D31	Lino da fibra	1.363	EUR_per_ha

PS (Produzione Standard) ante intervento <u>Coltivazioni</u> Impresa Agricola Individuale Speranza Paolo

Codice	Colture	Ettari totali	Prezzi Unitari €/Ha.	Totale € Margine Lordo
D02	Frumento duro	7,6483	€ 2.016,00	€ 15.418,97
D01	Frumento tenero	7,7708	€ 1.458,00	€ 11.329,83
D06	Mais	7,6265	€ 2.099,00	€ 16.008,02
D28	Soia	5,0360	€ 1.089,00	€ 5.484,20
TOTALE				**€ 48.241,03**

Calcolo della PST (Produzione Standard Totale) ex Ante intervento

Totale Ricavi Coltivazioni	**€ 48.241,03**

Costi Variabili SPESE ex Ante			
Tipologia	**Quantità**	**Prezzo / costo Unitario / anno**	**Prezzo Totale**
Fertilizzanti	90 quintali	170,00 €	€ 15.300,00
Costi generici raccolta produzioni (seme/ foraggi)	Su 28 ettari	900,00 €	€ 25.200,00
Salari	1 risorsa	12.500,00 €	€ 12.500,00
Altre spese generali e straordinarie		€ 1.500,00	
Altre imposte varie		€ 1.800,00	
TOTALE		**€ 56.300,00**	

Ricavi € 48.241,03 – Spese 56.300,00 = Margine Lordo Ex Ante € - 8.058,97

PS (Produzione Standard) post intervento Coltivazioni Impresa Agricola Individuale Speranza Paolo

Codice	Colture	Ettari totali	Prezzi Unitari €/Ha.	Totale € Margine Lordo
D06	Mais	28,0816	€ 2.099,00	€ 58.943,28
TOTALE				**€ 58.943,28**

Calcolo della PST (Produzione Standard Totale) ex Ante intervento

Totale Ricavi Coltivazioni	**€ 58.943,28**

Costi Variabili SPESE ex Ante			
Tipologia	**Quantità**	**Prezzo / costo Unitario / anno**	**Prezzo Totale**
Fertilizzanti	40 quintali	170,00 €	€ 6.800,00
Costi generici raccolta produzioni (seme/ foraggi)	Su 28 ettari	600,00 €	€ 16.800,00
Salari	1 risorsa	12.500,00 €	€ 12.500,00
Altre spese generali e straordinarie		€ 1.000,00	
Altre imposte varie		€ 1.000,00	
TOTALE		**€ 38.100,00**	

Ricavi € 58.943,28 – Spese 38.100,00 = Margine Lordo Ex Ante € 20.843,28

16. CONCLUSIONI

L'esigenza di produrre energia rinnovabile è oggi quanto mai sentita per ridurre gli effetti negativi dell'inquinamento e del cambiamento climatico legati all'utilizzo di energie fossili.

L'associazione tra impianto fotovoltaico di nuova generazione (ad inseguimento solare) e l'attività agricola rappresenta una soluzione innovativa dell'impiego del territorio che trova giustificazione nel maggiore output energetico (LER, Land Equivalent Ratio) complessivamente ottenuto dai due sistemi combinati rispetto alla loro realizzazione individuale.

Attraverso la scelta di una idonea coltura, tollerante al parziale ombreggiamento generato dai pannelli fotovoltaici, è possibile migliorare la produttività agricola e la conseguente marginalità valorizzando tutta la superficie del suolo sotto ai pannelli solari per scopi agricoli.

A differenza delle coltivazioni

- **D02 Frumento Duro** • **D01 Frumento tenero** • **D06 Mais** • **D28 Soia**

presenti in fase ante miglioramento fondiario, la scelta di coltivare un unica coltura come il **mais** consente di valorizzare l'intera superficie agricola generando maggiori e migliori raccolti maggiormente remunerabili perchè derivanti da una azienda che si specializza associata poi all'impianto agrovoltaico permette di aumentare la biodiversita preservando la sostanza organica e la struttura dei suoli.

Sebbene siano diverse le colture realizzabili all'interno di un impianto agri-voltaico e con marginalità spesso comparabile, la scelta del mais consente di raggiungere contemporaneamente più obiettivi, oltre alla convenienza economica, già evidenziata:

- conservazione della qualità dei corpi idrici;
- aumento della sostanza organica dei terreni;
- minor inquinamento ambientale da utilizzo di fitofarmaci;
- minor consumo di carburanti fossili;
- aumento della biodiversità vegetale e animale;
- creazione di un ambiente idoneo alla protezione delle api,
- raggiungendo così il massimo dei benefici, come indicato dall'analisi costi- benefici multicriterio.

Durante il periodo estivo l'impianto fotovoltaico offre protezione dal vento, contro l'allettamento delle colture, riduce il consumo di acqua e riduce gli eccessi di calore sempre più frequenti in un contesto di cambiamento climatico, agendo da moderno sistema di ombreggiamento, analogamente a quanto svolto dalle siepi e dalle alberature.

La realizzazione aggiuntiva delle siepi perimetrali con specie arbustive ed arboree costituisce un ulteriore importante elemento di arricchimento paesaggistico e un corridoio ecologico per la fauna selvatica, nonché dei validi sistemi di intercettazione di nutrienti e fitofarmaci provenienti dai campi coltivati.