



**REGIONE SICILIA
PROVINCIA RAGUSA
COMUNE DI VITTORIA E
CHIARAMONTE GULFI**



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO SITO NEI COMUNI DI VITTORIA E CHIARAMONTE GULFI, COMPRESO LE OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA IN AT NEL COMUNE DI CHIARAMONTE GULFI (RG)
POT. IMMISSIONE 51,00 MW - POT. IMPIANTO 52,09652 MWp**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Agronomica e Agrovoltaica

Titolo elaborato

Committente



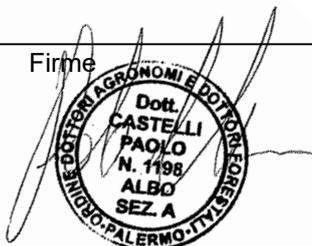
Sviluppo



Progettazione



Firme



P02/22	PVI1SIA14			A4	
Commessa	Cod. elaborato	Nome file	Scala	Formato	Foglio

00	7.7.2022	Emissione			
Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato

Sommario

1. Premessa	3
2. Introduzione	3
3. Inquadramento Geografico e Territoriale	4
4. L’Agricoltura del comprensorio di Vittoria (RG)	7
4.1 Pecorino Siciliano DOP	7
4.2 Formaggio Ragusano DOP	7
4.3 Olio Extravergine di Oliva “Monti Iblei” DOP e Olio Extravergine Sicilia IGP	8
4.4 Sicilia DOC	9
4.5 Eoro DOC	10
4.6 Vittoria DOC	10
4.7 Terre Siciliane IGT	11
4.8 Vino Cerasuolo di Vittoria DOCG	13
4.9 Carota novella di Ispica IGP	14
4.10 Pomodoro di Pachino IGP	16
4.11 Uva da Tavola di Mazzarrone IGP	16
4.12 Cioccolato di Modica IGP	17
4.13 Cavolo vecchio di Rosolini	18
4.14 Cipolla di Giarratana	18
4.15 Fagiolo Cosaruciaru di Scicli	19
5. Analisi dello stato di fatto	23
6. Climatologia	28
6.1 Precipitazioni	30
6.2 Temperature	31
6.3 Indici bioclimatici	33
6.4 Zone fitoclimatiche di Pavari	35
6.5 Aree ecologicamente omogenee	36
7. Aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia	38
8. Inquadramento pedologico del sito	40
9. La capacità d’uso del suolo	43
10. Carta della capacità di attenuazione dei suoli	48
11. L’Agrovoltaiico: esperienze e prospettive future	52
12. Agrometeorologia e la radiazione solare	55
12.1 Bilancio radiativo:	55

13. Coltivazione legumicola: quadro generale	63
14. Coltivazione legumicola: aspetti colturali	65
15. Le principali essenze leguminose da granella	66
15.1 Fava	66
15.2 Cece	68
15.3 Lenticchia	69
15.4 Arachide	71
16. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto	72
17. Interpretazione dei dati.....	85
18. Principi delle rotazioni – avvicendamenti	86
18.1 Ipotesi di avvicendamento colturale	87
19. Analisi costi-benefici colture e opere di mitigazione	90
19.1 Coltura legumicola nell’interfila	91
19.2 L’inerbimento sotto i tracker	92
19.4 Fascia perimetrale di mitigazione e area di compensazione	94
19.4.1 Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde.....	100
20. Mitigazione degli impatti sulla fauna	102
21. Analisi delle ricadute occupazionali agrovoltaiico	107
22. Appendice I.....	109
22.1 Premessa	109
22.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale.....	109
22.3 I vantaggi dell’Agricoltura 4.0	111
22.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità	113
22.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT).....	115
22.6 L’Agricoltura di precisione.....	116
22.7 Esempi legati allo sviluppo di un’agricoltura di precisione	119
22.8 Agricoltura di precisione applicata alla coltivazione dell’Olivicoltura	121
23. Valutazioni finali.....	123

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 3/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------

Relazione Agronomica e Agrovoltaiica

1. Premessa

La società PV Italy 1 S.r.l ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrovoltaiica da realizzarsi nel Comune di Vittoria (RG). La società, per il proseguo dell'iter autorizzativo del progetto, ha incaricato il sottoscritto Dott. Agr. Paolo Castelli, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della provincia di Palermo al n° 1198 Sez. A, di redigere il presente studio tecnico agronomico per meglio comprendere le eventuali criticità insite nell'inserimento di una tale opera nel contesto ambientale in cui si opera. Di seguito verranno affrontate e sviluppate le tematiche inerenti:

- Identificazione delle colture agricole idonee ad essere coltivate tra le interfile dell'impianto fotovoltaico monoassiale, permettendo lo svolgimento dell'attività di produzione di energia elettrica combinata con la coltivazione del terreno;
- Identificazione di colture/piante da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto. La fascia arborea perimetrale di mitigazione, di larghezza pari a 10 m, con funzione essenzialmente di mascheramento;
- Indicazioni sia di carattere progettuale che gestionale da adottare, al fine di permettere la coltivazione delle specie identificate;
- Indicazioni di massima circa i costi di messa a dimora e di gestione delle coltivazioni proposte, nonché dei ricavi provenienti dal raccolto delle coltivazioni medesime.

2. Introduzione

I parchi fotovoltaici, sovente, si trovano ad essere oggetto di svariate critiche in relazione alla quantità di suolo che sottraggono alle attività di natura agricola. Le dinamiche inerenti alla perdita di suolo agricolo sono complesse e, sostanzialmente, riconducibili a due processi contrapposti: da un lato l'abbandono delle aziende agricole che insistono in aree marginali e che non riescono a fronteggiare adeguatamente condizioni di mercati sempre più competitivi e globalizzati e dall'altro l'espansione urbana e delle sue infrastrutture commerciali e produttive.

Le recenti proposte legislative della Commissione Europea inerenti alla Politica Agricola Comune (PAC), relativa al nuovo periodo di programmazione 2021-2027, accentuano il ruolo dell'agricoltura a vantaggio della sostenibilità ecologica e compatibilità ambientale. Infatti, in parallelo allo sviluppo sociale delle aree rurali ed alla competitività delle aziende agricole, il conseguimento di precisi obiettivi ambientali e climatici è componente sempre più rilevante della proposta strategica complessivamente elaborata dalla Commissione EU. In particolare, alcuni specifici obiettivi riguardano direttamente

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 4/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------

l'ambiente ed il clima. In ragione di quanto asserito si porta alla luce la necessità di operare una sintesi tra le tematiche di energia, ambiente ed agricoltura, al fine di elaborare un modello produttivo con tratti di forte innovazione, in grado di contenere e minimizzare tutti i possibili trade-off e valorizzare massimizzando tutti i potenziali rapporti di positiva interazione tra le istanze medesime. A fronte dell'intensa ma necessaria espansione delle FER, e del fotovoltaico in particolare, si pone il tema di garantire una corretta localizzazione degli impianti, con specifico riferimento alla necessità di limitare un ulteriore e progressivo consumo di suolo agricolo e, contestualmente, garantire la salvaguardia del paesaggio. Contribuire alla mitigazione e all'adattamento nei riguardi dei cambiamenti climatici, come pure favorire l'implementazione dell'energia sostenibile nelle aziende agricole, promuovere lo sviluppo sostenibile ed un'efficiente gestione delle risorse naturali (come l'acqua, il suolo e l'aria), contribuire alla tutela della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat ed i paesaggi sono le principali finalità della nuova PAC.

3. Inquadramento Geografico e Territoriale

Il comune di Vittoria estende il suo territorio sulla costa sud-orientale della Sicilia confinando a ovest con il Comune di Acate, a nord con il Comune di Mazzarrone e Chiaramonte Gulfi e a est con il Comune di Comiso. L'inserimento del Comune nell'ambito del territorio regionale è assicurato principalmente dal sistema stradale costituito principalmente dalle strade provinciali SP 5, 17, 18 che conducono alla Strada Statale 115 Sud Occidentale Sicula che collega le città di Trapani e Siracusa passando per Agrigento, Gela e Modica. Sotto il profilo dell'uso e della vocazione produttiva del territorio, è possibile individuare all'interno del comprensorio aree a spiccata vocazione agricola, (olivicola, orticola e cerealicola) che comprendono interamente il territorio del comune di Acate e dei comuni limitrofi quali Chiaramonte Gulfi, Mazzarrone, Vittoria (nella provincia di Ragusa) e Caltagirone e Gela (nella provincia di Caltanissetta). Il territorio, posto tra il livello del mare e un'altitudine massima di 170 metri, per quanto riguarda gli usi produttivi, per la maggior parte è destinato all'orticoltura in pieno campo e in serra, alla viticoltura e all'olivicoltura, mentre molto limitati sono i terreni destinati al pascolo e al bosco. L'impianto agrovoltaiico verrà realizzato su diversi lotti di terreno, siti nel territorio di Vittoria e Chiaramonte Gulfi (RG), in Contrada Giordano per un'area complessiva di circa 100,68 ettari.

I dati geografici di riferimento del lotto Chiaramonte Gulfi sono:

Campo FV1

- Latitudine = 37°02'18.45"N
- Longitudine = 14°33'22.72"E
- Altitudine = 215 m s.l.m.

I dati geografici di riferimento del lotto Vittoria sono:

Campo FV2

- Latitudine = 37°01'53.99"N
- Longitudine = 14°33'00.16"E
- Altitudine = 213 m s.l.m.

Campo FV3

- Latitudine = 37°0'40.72"N
- Longitudine = 14°31'45.98"E
- Altitudine = 209 m s.l.m.

Campo FV4

- Latitudine = 36°59'44.15"N
- Longitudine = 14°33'20.06"E
- Altitudine = 204 m s.l.m.

La nuova SE a 36 kV sarà ubicata in prossimità del punto di connessione alla RTN, in prossimità della SP5 nel comune di Chiamonte Gulfi (RG) al Foglio 10 P.IIe n. 6, 74, 82, 83, 85.

I dati geografici di riferimento della nuova SE sono:

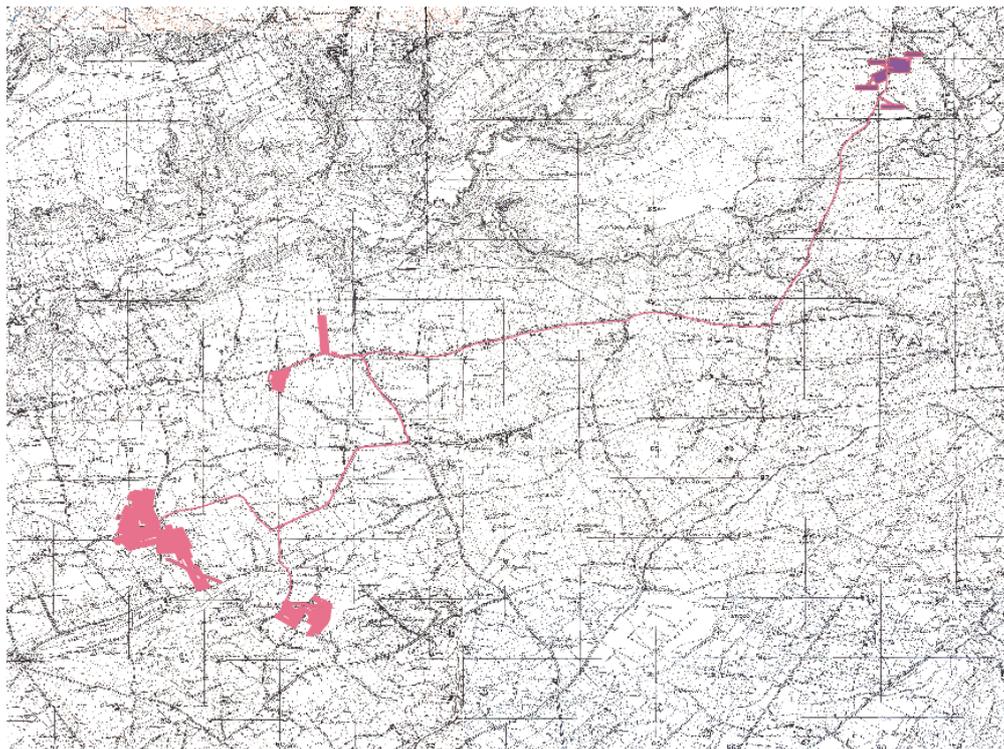
- Latitudine = 37°4'39.11" N
- Longitudine = 14°38'22.78" E
- Altitudine = 313 m s.l.m.

I riferimenti topografici sono:

- Quadro d'unione IGM – Vittoria – Riquadri n. 273 III SO – 273 III SE – 276 IV NO;
- Carta Tecnica Regionale CTR, scala 1: 10.000, fogli n. 644150, 644160, 647030, 644120.



1 – Inquadramento generale



2 – Inquadramento aree di progetto su IGM 1:25000



3 – Ortofoto e areale di intervento

4. L'Agricoltura del comprensorio di Vittoria (RG)

Il territorio della provincia di Ragusa è tra i più floridi e interessanti per l'agricoltura siciliana. Esso si contraddistingue per le sue caratteristiche omogenee e per le condizioni pedoclimatiche che lo rendono protagonista per diverse produzioni di qualità. Passiamo dalla tradizionale vocazione per un'agricoltura di tipo estensivo ad indirizzo cerealicolo (sia da foraggio per uso zootecnico che per uso alimentare), alla vitivinicoltura, all'olivicoltura, alle colture orticole da pieno campo, ecc...

Di seguito si riportano le produzioni di qualità, racchiuse nei vari marchi (DOP, IGP, DOC e IGT), presidi e prodotti agroalimentari tradizionali, che caratterizzano e contraddistinguono il territorio della provincia di Ragusa.

4.1 Pecorino Siciliano DOP

Formaggio a pasta dura, crudo, prodotto esclusivamente con latte di pecora intero, fresco e coagulato con caglio di agnello. Si fabbrica nel periodo compreso fra l'ottobre e il giugno. La salatura viene effettuata a secco. Viene stagionato per almeno quattro mesi ed usato da tavola o da grattugia. Il formaggio stagionato presenta caratteristiche di forma cilindrica, a facce piane o leggermente concave, dimensioni e peso da 4 a 12 kg, altezza da 10 a 18 cm, con variazioni, in più o in meno in rapporto alle condizioni tecniche di produzione. La crosta bianco giallognola reca impressi i segni del canestro nel quale è stata formata (canestrata), cappata con olio o morchia d'olio; la pasta compatta, bianca o paglierina, con limitata occhiatura. La zona di produzione è rappresentata dall'intero territorio della Regione siciliana.

4.2 Formaggio Ragusano DOP

Formaggio grasso, di media - lunga stagionatura, a pasta dura filata, prodotto con latte di vacca crudo coagulato con caglio di agnello o capretto. Presenta forma parallelepipedica con facce piane a base quadrata e spigoli smussati. La base ha dimensioni di 15-18 cm, mentre lo scalzo, diritto, è alto 43-45 cm. Il peso varia fra 10 e 16 kg.

La crosta è dura e untuosa perché cappata con olio di oliva. Presenta le insenature delle corde e il colore è paglierino o paglierino carico, che può diventare marrone con la stagionatura. La pasta è compatta, abbastanza dura, di colore paglierino scarico o carico, a seconda della stagionatura. Può presentare fessurazioni.

La zona di provenienza e di trasformazione del latte destinato alla produzione del formaggio "Ragusano" comprende l'intero territorio dei comuni di: Acate, Chiaramonte Gulfi, Comiso, Giarratana, Ispica, Modica, Monterosso Almo, Pozzallo, Ragusa, Santa Croce Camerina, Scicli e Vittoria, in provincia di Ragusa e dei comuni di Noto, Palazzolo Acreide e Rosolini, in provincia di Siracusa. Il Ragusano anticamente veniva chiamato "caciocavallo" perché veniva appeso a cavallo di una pertica. È chiamato

anche “Scaluni” o “Quattro facci” per la somiglianza con i mattoni. Nel periodo in cui i Monti Iblei sono particolarmente rigogliosi di erbe aromatiche, il pascolo favorisce le qualità organolettiche del suo latte. La stagionatura avviene in locali solitamente interrati, umidi e ventilati, denominati “maiazzé”. Può presentare affumicatura.



4 - Formaggio Ragusano DOP

4.3 Olio Extravergine di Oliva “Monti Iblei” DOP e Olio Extravergine Sicilia IGP

Allo stato attuale, il panorama varietale di olivo in Sicilia è costituito da 25 cultivar di comprovata origine autoctona (Caruso et al., 2007). Tra queste 8 cultivar principali, che rappresentano la base genetica delle produzioni olearie siciliane (‘Biancolilla’, ‘Nocellara del Belice’, ‘Cerasuola’, ‘Moresca’, ‘Ogliarola messinese’, ‘Nocellara etnea’, ‘Tonda iblea’, ‘Santagatese’), 8 cultivar minori, presenti in aree olivicole ristrette (‘Brandofino’, ‘Calatina’, ‘Crastu’, ‘Giarraffa’, ‘Minuta’, ‘Nocellara messinese’, ‘Piricuddara’, ‘Verdello’) e 9 cultivar neglette a rischio di estinzione (‘Aitana’, ‘Bottone di gallo’, ‘Cavalieri’, ‘Erbano’, ‘Lumiaru’, ‘Nasitana’, ‘Nerba’, ‘Olivo di Mandanici’, ‘Vaddarica’). La ricchezza varietale dell’olivicultura siciliana e la localizzazione in specifici ambiti territoriali di ciascuna cultivar (Marra et al., 2013; Caruso et al., 2014) ha reso possibile il riconoscimento, da parte dell’Unione Europea, di un numero di aree a denominazione di origine protetta (DOP) che non ha uguali in Europa. Sono infatti presenti nel territorio siciliano 6 aree che producono oli DOP, ognuna di esse con una base varietale diversificata. L’olivicultura della Sicilia Occidentale si basa essenzialmente su tre cultivar: ‘Biancolilla’, ‘Cerasuola’ e ‘Nocellara del Belice’. La ‘Biancolilla’ non è una vera e propria cultivar bensì una cultivar-popolazione i cui frutti, prima dell’invaiaatura, mostrano un’attenuazione del colore che vira dal verde al biancastro. Grazie alla sua variabilità genetica, le caratteristiche degli oli di Biancolilla sono molto variabili a seconda della zona di provenienza. L’olio di questa cultivar tende comunque a caratterizzarsi, dal punto di vista chimico, per il basso contenuto di acido oleico e la scarsa concentrazione di polifenoli. Ha un sapore dolce con moderate note di amaro e piccante che lo rendono gradevole e delicato. La cultivar ‘Nocellara del Belice’ è la più importante per la quantità e la qualità del prodotto. Spesso è coltivata quasi in monocoltura nei territori del basso Belice che attualmente, con più di 1500 ha di superfici investite e

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 9/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------

produzioni di circa 3000 t, è il maggiore polo produttivo di olive da mensa di tutta la nazione. Rappresenta anche la base genetica degli oli DOP 'Valle del Belice' e ha ricevuto anche il riconoscimento di 'Denominazione di Origine Protetta Oliva Nocellara del Belice'. Usata principalmente per la concia in verde, con il metodo sevrillano o con quello alla castelvetranese, ma viene anche trasformata in nero, partendo da olive verdi, mediante un procedimento industriale di ossidazione in mezzo alcalino. Alla 'Nocellara del Belice' e alla 'Tonda Iblea' si deve il successo degli oli siciliani di qualità fuori dalla Sicilia, nei mercati nazionali e internazionali. La 'Cerasuola', tra le cultivar principali, si contraddistingue per le alte rese in olio e per le evidenti qualità nutraceutiche dei suoi oli che, grazie al giusto rapporto tra acidi grassi saturi, monoinsaturi e polinsaturi, all'abbondante patrimonio antiossidante, posseggono tutti i requisiti chimici che i nutrizionisti ricercano in un olio di oliva. Tuttavia, presenta indubbi aspetti negativi: è molto sensibile alla rogna dell'olivo, è androsterile ed è particolarmente vigorosa e assurgente. Per quanto riguarda gli oli extravergini di oliva siciliani, la frammentazione varietale fa sì che, spostandosi da un capo all'altro dell'Isola le caratteristiche qualitative delle produzioni cambiano sensibilmente. Fin dall'antichità le olive erano usate nell'alimentazione dei locali e, a partire dal IV secolo a. C., nella Sicilia occidentale, le olive più grosse venivano trattate con sale e morchia e conservate nello stesso olio, come riferiscono molte commedie latine a proposito delle grosse olive dell'Ericino conservate in salamoia d'erbe. L'olio di oliva era sempre presente sulle mense dei Siciliani e, in seguito, dei latifondisti romani. Questi ultimi, nelle grandi tenute, in cui era divisa la provincia di Sicilia, ricavano l'olio anche dall'olivo selvatico e dall'olivo nano.

La denominazione di origine protetta "DOP Monti Iblei", facoltativamente accompagnata anche da una delle seguenti menzioni geografiche: "Monte Lauro", "Val d'Anapo", "Val Tellaro", "Frigintini", "Gulfi", "Valle dell'Irminio", "Calatino", "Trigona-Pancali", viene ottenuta per almeno l'80% dalle seguenti varietà di olive presenti, da sole o congiuntamente, negli oliveti "Tonda Iblea", "Moresca", "Nocellara Etnea", "Verdese", "Biancolilla" e "Zaituna" e loro sinonimi. Possono inoltre concorrere altre varietà fino ad un massimo del 20%. Per quanto riguarda l'"Olio Extravergine IGP Sicilia", questo viene ottenuto da olive provenienti, da sole o congiuntamente, dalle seguenti varietà: Aitana, Biancolilla, Bottone di gallo, Brandofino, Calatina, Cavalieri, Cerasuola, Crastu, Erbanò, Giarraffa, Lumiaru, Marmorigna, Minuta, Moresca, Nasitana, Nerba, Nocellara del Belice, Nocellara Etnea, Nocellara Messinese, Ogliarola Messinese, Olivo di Mandanici, Piricuddara, Santagatese, Tonda Iblea, Vaddarica, Verdello, Verdese, Zaituna e loro sinonimi. Possono inoltre concorrere altre varietà fino ad un massimo del 10%.

4.4 Sicilia DOC

I vini della Denominazione di Origine Controllata "DOC Sicilia" sono vini ottenuti dalle uve prodotte dai vigneti aventi, nell'ambito aziendale, una composizione ampelografica specifica. La zona di produzione delle uve destinate alla produzione dei vini a Denominazione di Origine Controllata "Sicilia" comprende

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 10/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	-----------	----------------------

l'intero territorio amministrativo della Regione Sicilia. Le condizioni ambientali dei vigneti destinati alla produzione di tali vini sono rappresentate da quelle tradizionali della zona e atte a conferire alle uve le specifiche caratteristiche di qualità e pregio. I vigneti sono identificati su terreni idonei per le produzioni della denominazione di origine di cui si tratta e, pertanto, rimangono esclusi i terreni eccessivamente umidi o quelli insufficientemente soleggiati. Per nuovi impianti di produzione o reimpianti, sono indicate come forme di allevamento quella a controspalliera o ad alberello ed eventuali varianti similari, con una densità dei ceppi per ettaro non inferiore a 3.200.

4.5 Eloro DOC

La denominazione di origine controllata “Eloro” è riservata ai vini rossi e rosati, ottenuti da uve provenienti da vigneti aventi, nell’ambito aziendale, almeno il 90% dei vitigni Nero d’Avola, Frappato e Pignatello, da soli o congiuntamente. Possono concorrere le uve provenienti da altri vitigni idonei alla coltivazione nella regione Sicilia. Le uve destinate alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata “Eloro” devono essere prodotte nella zona appresso indicata, che comprende in tutto o in parte il territorio amministrativo dei comuni di Noto, Pachino, Portopalo di Capo Passero e Rosolini in provincia di Siracusa ed Ispica in provincia di Ragusa. Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata “Eloro” sono quelle tradizionali della zona e, comunque, atte a conferire alle uve ed ai vini le specifiche caratteristiche di qualità. La zona geografica delimitata ricade nell’estremo lembo sud-orientale della Sicilia e comprende quattro comuni in provincia di Siracusa (Noto, Pachino, Portopalo di Capopassero e Rosolini) e, un comune in provincia di Ragusa (Ispica). La giacitura prevalente è di pianura e bassa collina, da 0 a 300 m. slm. Il clima è mediterraneo caldo-arido, con temperature medie intorno ai 17,6 °C, cioè tra le più alte della Sicilia e, con temperature più elevate nel periodo giugno-settembre con punte massime nei mesi di luglio-agosto. La piovosità media annua è di 300-400 mm, con scarse piogge nei mesi estivi. I suoli sono prevalentemente del tipo bruno calcareo, con discreta quantità di sostanza organica e buona dotazione di elementi minerali, ma sono presenti anche regosuoli da rocce argillose (argillosi ed argilloso-calcarei) ed anche suoli rossi mediterranei.

4.6 Vittoria DOC

La zona di produzione del vino a denominazione di origine controllata “Vittoria” include i territori ricadenti nelle tre province di Ragusa, Caltanissetta e Catania. Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata “Vittoria” e sue specificazioni sono atte a conferire alle uve ed al vino le specifiche caratteristiche di qualità. I sesti di impianto, le

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 11/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------

forme di allevamento e la potatura sono quelli atti a non modificare le caratteristiche delle uve e del vino. L'orografia dell'areale di produzione e l'esposizione prevalente dei vigneti, localizzati in zone particolarmente vocate alla coltivazione vite, concorrono a determinare un ambiente adeguatamente ventilato, luminoso, favorevole all'espletamento di tutte le funzioni vegeto produttive della pianta. Anche la tessitura e la struttura chimico-fisica dei terreni interagiscono in maniera determinante con la coltura della vite, contribuendo all'ottenimento delle peculiari caratteristiche fisico chimiche ed organolettiche dei vini della DOC "Vittoria". La zona geografica delimitata ricade nella Sicilia sud-orientale ed interessa le provincie di Ragusa, Caltanissetta e Catania per una estensione di circa 124.500 ettari. La zona è delimitata a nord dal complesso dei monti Erei, a sud dal mar Mediterraneo, ad est dai rilievi dei monti Iblei e ad ovest dalle colline centro-meridionali della provincia di Caltanissetta. Al suo interno si possono distinguere tre macroaree: una zona costiera con altitudine media compresa tra 0 e 200 m. slm; una zona di media collina con vigneti posti da 200 a 350 m slm; una zona di alta collina con altimetria media superiore ai 350 m slm. La zona di coltivazione della DOC Vittoria, da un punto di vista geologico è a dominante calcarea (calcareniti del Miocene ricoperte da terreni sciolti del Pleistocene), ma sono presenti anche formazioni prevalentemente sabbiose e argilloso-sabbiose con subordinati livelli calcarenitici.

I suoli della zona di produzione si identificano principalmente nelle seguenti associazioni:

15% suoli bruni, formati su rocce prevalentemente sabbiose e conglomeratiche;

50% suoli bruni lisciviati-terra rossa, formati in prevalenza su substrato calcarenitico;

25% suoli bruni, bruni vertici, vertisuoli;

10% suoli alluvionali e vertisuoli lungo i fiumi e fondovalli.

Le condizioni climatiche medie del comprensorio sono quelle tipiche del clima mediterraneo caldo-arido, con scarse piogge nei mesi estivi ed una temperatura media annua che va dai 19,6 C° di Gela, nell'areale costiero, ai 15,4 C° di Caltagirone nell'areale di alta collina. I mesi di luglio-agosto sono caratterizzati da una forte escursione termica che va dai 9 C° della zona costiera, agli 11° della zona di alta collina sino ai 13-14°C della zona di media collina. La piovosità media annua oscilla dai 385 mm della zona costiera ai 444 mm della zona di media collina sino ai 499 mm della zona di alta collina. Nei mesi di giugno-agosto cade mediamente 1 mm di pioggia nella fascia costiera, poco più di 1 mm nella zona di media collina e 9 mm nella zona di alta collina.

4.7 Terre Siciliane IGT

La zona geografica comprende l'intero territorio amministrativo della Regione Sicilia. L'orografia mostra dei contrasti netti tra la porzione settentrionale, prevalentemente montuosa, quella centro-meridionale e sud-occidentale, essenzialmente collinare; quella tipica di altopiano, presente nella zona sud-orientale e quella vulcanica nella Sicilia orientale. Le zone pianeggianti si concentrano maggiormente nelle aree costiere. La rete idrografica è molto complessa; numerosi sono i corsi d'acqua a regime torrentizio e

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 12/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------

molti a corso breve e rapido; le valli fluviali sono per lo più strette ed approfondite nella zona montuosa, sensibilmente più aperte nella zona collinare.

Le formazioni litologiche siciliane possono essere assemblate nei seguenti complessi:

- Complesso clastico di deposizione continentale;
- Complesso vulcanico (Etna e vulcaniti antiche degli Iblei);
- Complesso sabbioso-calcarenitico plio-pleistocenico;
- Complesso argilloso-marnoso comprendente tutte le formazioni prevalentemente argillose presenti nel territorio siciliano;
- Complesso evaporitico comprendente i tipi litologici della Formazione Gessoso-Solfifera del Miocene Superiore;
- Complesso conglomeratico-arenaceo;
- Complesso arenaceo-argilloso-calcareo comprendente tutte le varie formazioni a prevalente componente arenacea, diffuse nella Sicilia settentrionale;
- Complesso carbonatico comprendente parte dei Peloritani e la serie calcarea degli Iblei;
- Complesso filladico e scistoso cristallino (nella catena peloritana).

Per quanto riguarda il clima, si possono distinguere quattro ambienti climatici primari:

- Ambiente costiero: clima mite con temperatura media annua intorno a 18° C, piovosità media annua di 400-500 mm (province di Trapani, Palermo e Agrigento); ridotta o quasi assenza di pioggia 6 durante la stagione calda. Nel litorale compreso tra Cefalù e Messina la piovosità media annua è di 800 mm, mentre in quello dell'alto Ionio arriva anche a 900 mm.
- Ambiente area Etna: il clima è umido, specie sul versante settentrionale dove le piogge raggiungono i 600-800 mm, nella fascia bassa, fino a superare i 1200 mm alle maggiori altitudini. Il versante orientale è più piovoso di quello occidentale. La temperatura media annua risente dell'esposizione dei versanti e dell'altimetria; infatti, il versante orientale è più caldo mentre quello settentrionale rimane il più freddo e danno origine ad ambienti rispettivamente più precoci o più tardivi. Il versante sud-occidentale è quello più asciutto.
- Ambiente delle catene montuose (Peloritani, Nebrodi, Madonie e Sicani): la piovosità media annua può arrivare a 1000 mm ed oltre. La temperatura media minima si approssima a 0° C e la media massima intorno a 25° C.
- Ambiente della Sicilia interna e dell'Altopiano Ibleo: la temperatura media annua è superiore a 15° C e quella media delle massime in estate arriva a 29° C; la piovosità annua è limitata anche a 400 mm, pertanto, nella Sicilia interna bassa collina (province di Trapani, Palermo, Agrigento e Caltanissetta) il clima è caldo e arido, nella media collina del palermitano si hanno valori di pioggia pari a 600-700 mm e nell'Altopiano Ibleo anche 800 mm.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 13/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------

La denominazione “Terre Siciliane IGT” è riservata ai mosti ed ai vini che rispondono alle condizioni ed ai requisiti stabiliti dal relativo disciplinare di produzione. I vini a indicazione geografica tipica “Terre Siciliane”, bianchi, rossi e rosati, devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell’ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione nella Regione Sicilia a bacca di colore corrispondente, iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004, e successivi aggiornamenti.

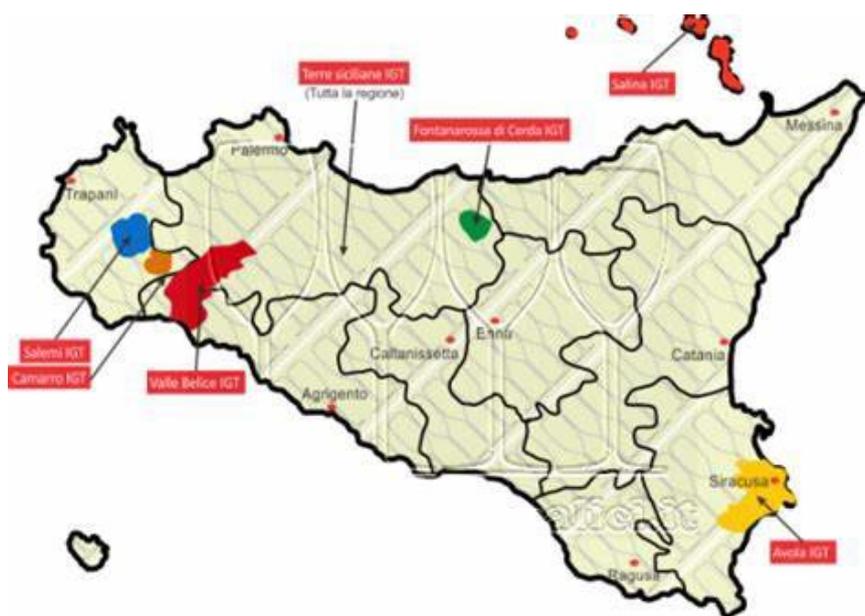
4.8 Vino Cerasuolo di Vittoria DOCG

La zona geografica delimitata ricade nella Sicilia sud-orientale ed interessa le provincie di Ragusa, Caltanissetta e Catania per una estensione di circa 124.500 ettari. La zona è delimitata a nord dal complesso dei monti Erei, a sud dal mar Mediterraneo, ad est dai rilievi dei monti Iblei e ad ovest dalle colline centro-meridionali della provincia di Caltanissetta. Al suo interno si possono distinguere tre macroaree: una zona costiera con altitudine media compresa tra 0 e 200 m. slm, una zona di media collina con vigneti posti da 200 a 350 m slm e una zona di alta collina con altimetria media superiore ai 350 m slm. La zona di coltivazione della DOCG Cerasuolo di Vittoria, da un punto di vista geologico è a dominante calcarea (calcareniti del Miocene ricoperte da terreni sciolti del Pleistocene), ma sono presenti anche formazioni prevalentemente sabbiose e argilloso-sabbiose con subordinati livelli calcarenitici. I suoli della zona di produzione si identificano principalmente nelle seguenti associazioni: 15% suoli bruni, formatisi su rocce prevalentemente sabbiose e conglomeratiche 50%, suoli bruni lisciviati-terra rossa, formatisi in prevalenza su substrato calcarenitico 25%, suoli bruni, bruni vertici, vertisuoli 10%, suoli alluvionali e vertisuoli lungo i fiumi e fondovalli. Le condizioni climatiche medie del comprensorio sono quelle tipiche del clima mediterraneo caldo-arido, con scarse piogge nei mesi estivi ed una temperatura media annua che va dai 19,6 C° di Gela, nell’areale costiero, ai 15,4 C° di Caltagirone nell’areale di alta collina. I mesi di luglio-agosto sono caratterizzati da una forte escursione termica che va dai 9 C° della zona costiera, agli 11° della zona di alta collina sino ai 13-14°C della zona di media collina. La piovosità media annua oscilla dai 385 mm della zona costiera ai 444 mm della zona di media collina sino ai 499 mm della zona di alta collina. Nei mesi di giugno-agosto cade mediamente 1 mm di pioggia nella fascia costiera, poco più di 1 mm nella zona di media collina e 9 mm nella zona di alta collina.

I vini a denominazione di origine controllata e garantita «Cerasuolo di Vittoria» e «Cerasuolo di Vittoria Classico» sono ottenuti da vigneti che in coltura mono o plurivarietales nell'ambito aziendale hanno la seguente proporzione ampelografica: dal 50% al 70% di Nero d'Avola e dal 30% al 50% di Frappato.



6 – Sicilia: principali zone DOC e DOCG



7 – Sicilia: le IGT del territorio regionale

4.9 Carota novella di Ispica IGP

La zona di produzione dell’Indicazione Geografica Protetta (I.G.P.) “Carota Novella di Ispica” comprende i comuni delle seguenti province fino ad un’altitudine di 550 m.s.l.:

- provincia di Ragusa: comuni di Acate, Chiamonte Gulfi, Comiso, Ispica, Modica, Pozzallo, Ragusa, Santa Croce Camerina, Scicli, Vittoria;

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 15/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------------

- provincia di Siracusa: comuni di Noto, Pachino, Portopalo di Capo Passero, Rosolini;
- provincia di Catania: comune di Caltagirone;
- provincia di Caltanissetta: comune di Niscemi

La “Carota Novella di Ispica” ad indicazione geografica protetta è il prodotto della coltivazione della specie *Daucus carota*. Le varietà utilizzate derivano dal gruppo di varietà carota semilunga nantese e i relativi ibridi, quali: Exelso, Dordogne, Nancò, Concerto, Romance, Naval, Chambor, Selene.

Le aree interessate alla coltivazione della Carota di Ispica sono da sempre state caratterizzate da un’omogeneità delle condizioni climatiche e pedologiche che ne hanno permesso la coltivazione fin dagli anni ’50. Il riconoscimento della Carota Novella di Ispica come indicazione geografica protetta è giustificato dalla caratteristica di precocità del prodotto. Le favorevoli condizioni pedo-climatiche caratterizzano l’epoca di produzione della “Carota Novella di Ispica”. Infatti, la Carota di Ispica è “novella” cioè raggiunge la maturazione commerciale già alla fine di Febbraio (20 febbraio) e fino agli inizi di Giugno (15 giugno). Si delinea così un prodotto novello, tipico siciliano, che si lega totalmente al territorio di produzione. La “Carota Novella di Ispica”, pertanto, è una carota presente sul mercato nel periodo invernale – primaverile avente le caratteristiche organolettiche tipiche del prodotto fresco, quali croccantezza, profumo intenso ed un aroma di erbaceo. Il territorio di produzione della “Carota Novella di Ispica” è caratterizzato da temperature medie invernali elevate, elevato numero di ore di luce solare, terreni di buona fertilità. I parametri qualitativi e il particolare ciclo produttivo risultano intimamente legati alle caratteristiche fisiche (pedologiche e climatiche) e biochimiche (processi di trasformazione e utilizzazione delle sostanze necessarie alla vita) che interagendo, fanno del territorio ibleo un indispensabile sistema armonico, capace di esaltarli e caratterizzarli. La vocazionalità del territorio ne facilita la coltivazione in quanto le ottimali condizioni ambientali e in particolare il clima temperato e asciutto della fascia costiera, consentono alla pianta di mantenere un’ottima salubrità generale. Allo stesso tempo l’estensione del comprensorio consente alle aziende un più ampio avvicendamento colturale con altre ortive, evitando i fenomeni negativi di stanchezza del terreno. Tutto questo, in generale, permette una netta riduzione degli interventi fitoiatrici. Nel territorio interessato alla produzione della “Carota Novella di Ispica” non si verificano né eccessivi cali di temperatura, né eccessi di piovosità o di aridità. È dimostrato che le temperature che si verificano nel comprensorio sono quelle che favoriscono una colorazione molto intensa, anche per effetto non indifferente della luminosità, una conformazione molto regolare e un’ottimizzazione dei contenuti in zuccheri, beta carotene e sali minerali. Anche i terreni rispondono alle esigenze della coltivazione, che predilige il medio impasto tendente allo sciolto, con scheletro non grossolano, con buona dotazione di elementi nutritivi, con buone caratteristiche di profondità e freschezza, ma che va bene anche in terreni tendenti al sabbioso purché sostenuti da adeguate concimazioni e irrigazioni. Questi di fatto sono le caratteristiche

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 16/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------

pedologiche delle superfici su cui si sviluppa la coltivazione della “Carota Novella di Ispica”. Nasce così in un’intima connessione tra l’area di produzione e la carota novella.

4.10 Pomodoro di Pachino IGP

La zona di produzione dell’I.G.P. «Pomodoro di Pachino» comprende l’intero territorio comunale di Pachino e Portopalo di Capo Passero e parte dei territori comunali di Noto (prov. di Siracusa) ed Ispica (provincia di Ragusa). La delimitazione dei confini mediante cartografia I.G.M. 1:25000 determina l’inquadramento sui fogli: Torre Vendicari 277 III N.E., Pachino 277 III S.E., Pantano Longarini 277 III S.O., Pozzallo 276 II S.E.

L’IGP «Pomodoro di Pachino» è rappresentato dalle seguenti tipologie di frutto:

- tondo liscio;
- costoluto;
- cherry (o ciliegino).

La coltivazione viene effettuata in ambiente protetto (serre e/o tunnel ricoperti con film di polietilene o altro materiale di copertura); quando la coltivazione viene effettuata nel periodo estivo la coltura viene protetta da idonee strutture ricoperte con rete antinsetto. La tecnica di coltivazione, tradizionalmente attuata nel comprensorio, tende ad ottenere produzioni di qualità, seguendo le seguenti fasi:

- il trapianto si esegue da agosto a febbraio, tranne per la tipologia cherry che si può effettuare tutto l’anno; la densità di impianto è di n. da 1,5-6 piante per mq; le piantine sono fornite da vivai specializzati ed autorizzati dall’Osservatorio per le malattie delle piante. È consentito l’uso di piantine innestate;
- la forma di allevamento è verticale, ad una o più branche;
- durante il ciclo si esegue la potatura verde consistente nell’asportazione delle foglie senescenti e germogli ascellari;
- viene effettuata l’operazione colturale di cimatura;
- l’irrigazione è effettuata con acque di falda prelevate da pozzi ricadenti nel comprensorio delimitato.

La qualità dell’acqua è caratterizzata da una salinità che varia da 1.500 a 10.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$;

- l’impollinazione viene agevolata per via fisica, chimica o entomofila;
- la raccolta viene effettuata manualmente ogni 3-4 giorni a seconda delle condizioni climatiche.

4.11 Uva da Tavola di Mazzarrone IGP

La Indicazione Geografica Protetta “Uva da Tavola di Mazzarrone” è riferibile alle seguenti tipologie di frutto: uva nera, uva rossa e uva bianca. Vengono coltivate in purezza varietale, nel territorio idoneo della Sicilia Orientale così individuato:

Provincia di Catania - territorio delimitato in apposita cartografia 1:25000, carta I.G.M. 273 III N.O. “Mazzarrone”; 273 IV S.E. “Grammichele”; 273 III N.B. “Licodia Eubea” dei seguenti comuni: Caltagirone, Licodia Eubea e Mazzarrone.

Provincia di Ragusa - territorio delimitato in apposita cartografia 1:25000, carta I.G.M. 273 III S.E. "Chiaramonte Gulfi"; 273 III S.O. "Acate"; 276IV N.B. "Comiso". dei seguenti comuni: Acate, Chiaramonte Gulfi e Comiso.

Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione sono quelle tradizionali della zona e comunque atte a conferire, al prodotto che ne deriva, le specifiche caratteristiche di qualità. La forma di allevamento è il tendone. Può essere utilizzata, anche, la forma di allevamento a controspalliera. I sestri di impianto ed i sistemi di potatura sono quelli in uso generalizzato atti a mantenere un perfetto equilibrio e sviluppo della pianta oltre ad una normale aerazione e soleggiamento. La densità di piantagione è compresa tra 800 e 1600 piante per ettaro per il tendone e tra le 1800 e 2500 piante per ettaro per la controspalliera. I portainnesti idonei sono esenti da virosi.

4.12 Cioccolato di Modica IGP

La denominazione "Cioccolato di Modica" designa esclusivamente il prodotto ottenuto dalla lavorazione della pasta amara di cacao con zucchero. La zona di produzione del "Cioccolato di Modica" è rappresentata dall'intero territorio amministrativo del comune di Modica, in provincia di Ragusa. Il "Cioccolato di Modica" ha acquisito nel tempo una grande reputazione sia per le sue qualità distintive che per le peculiarità del processo produttivo. Si attesta che fin dal '700 il "Cioccolato di Modica" veniva realizzato presso le famiglie nobili della città. Nell'Ottocento a dare grande impulso alla notorietà, lavorazione e diffusione del "Cioccolato di Modica" concorsero, anche i monasteri e gli istituti religiosi del territorio dove il prodotto veniva non solo consumato ma, spesso, anche lavorato. Verso la fine dell'Ottocento ed i primi del Novecento i caffè di Modica si trasformano in veri e propri laboratori di produzione del cioccolato. Nella lavorazione del "Cioccolato di Modica" l'assenza della fase di concaggio unita ad un attento controllo della temperatura di lavorazione degli ingredienti evita lo scioglimento dei cristalli di zucchero e conferisce al prodotto la caratteristica granulosità percepibile al palato. Questa caratteristica rende distinguibile il "Cioccolato di Modica" da tutti gli altri cioccolati presenti sul mercato.



8 – Cioccolato di Modica IGP

4.13 Cavolo vecchio di Rosolini

La città di Rosolini si trova tra le province di Ragusa e Siracusa, ai piedi dei monti Iblei e a pochi chilometri dalla Val di Noto. Nata con i Bizantini e conquistata dagli Arabi, Rosolini è ricca di storia e di cultura nonché un importante centro economico, da sempre vocato all'agricoltura e alla coltivazione di mandorli, ulivi, frumento o fave. Fino alla fine degli anni '60, ogni famiglia aveva un cavallo o un mulo e possedeva una salina, ovvero una concimaia scavata nel terreno dove era accumulato lo stallatico proveniente dalla pulizia delle stalle. Proprio ai bordi della salina, era coltivato il cavolo vecchio di Rosolini. Dalla foglia poliennale (fino a 6/7 anni), il cavolo era trapiantato tra luglio e agosto e iniziava a produrre i primi sfalci a partire dagli inizi di ottobre fino alla fine di marzo. I semi erano riprodotti in famiglia e le piantine servivano esclusivamente per l'autoconsumo. Su ogni tavola della zona Iblea – e in particolare a Modica – non poteva mai mancare. Oggi le piante di cavolo vecchio sono ancora coltivate negli orti famigliari, insieme ad altre essenze, oppure si trovano ai bordi degli orti per sfruttare le caratteristiche poliennali di questo cavolo. L'area di produzione ricade nei comuni di Rosolini, Noto e Palazzolo (provincia di Siracusa); Ispica, Modica e Ragusa (provincia di Ragusa). Il cavolo di Rosolini costituisce presidio slow-food.



9 - Cavolo vecchio di Rosolini

4.14 Cipolla di Giarratana

Da sempre il comune di Giarratana, negli Iblei, è noto per la produzione di cipolle straordinariamente dolci e dalle dimensioni molto grandi. Bulbi dalla forma un poco schiacciata, con tunica di colore bianco bruno, polpa bianca, sapida, mai pungente, che pesano normalmente circa 500 grammi, ma che

possono anche superare i due chilogrammi. L’altopiano ibleo è solcato da vallate anguste, più o meno profonde, incastonate nella bianca roccia calcarea da cui si originano i suoli bruni che, assieme al clima collinare, determinano le condizioni ambientali ideali per la coltivazione di questa cultivar di cipolla. Tradizionalmente la semina viene effettuata a partire dalla fine di ottobre, durante il plenilunio o con luna calante, in semenzaio, e il trapianto ha luogo in febbraio-marzo quando, per ogni metro quadro si dispongono circa 16-20 piantine. La raccolta comincia alla fine di luglio e continua lungo tutto il mese di agosto. Dopo la raccolta si lasciano asciugare i bulbi in campo per una settimana e successivamente si conservano in luoghi asciutti e ventilati. Protagonista di molte ricette tradizionali della provincia di Ragusa, la cipolla di Giarratana sostiene la sapidità delle focacce “chiuse” – le scacce – ripiene con pomodoro e cipolla, dei contorni a base di cipolla arrostita alla griglia e delle cipolle ripiene con spezie. È molto dolce, per nulla pungente, caratteristica peculiare di questo ortaggio, e quindi è ottima anche cruda, in insalata, o condita semplicemente con olio extravergine di oliva e sale. Date le dimensioni, molto grandi, viene spesso utilizzata come “cucchiaino” per contenere le prelibate fave cottoie dell’altopiano modicano. Anche la cipolla di Giarratana costituisce un presidio slow-food.



10 - Cipolla di Giarratana

4.15 Fagiolo Cosaruciaru di Scicli

La città di Scicli, nella parte sudoccidentale della Sicilia, è uno splendido esempio di tardo barocco, segnalato nella lista del Patrimonio dell’Umanità dall’Unesco. La sua economia si fonda quasi totalmente sull’agricoltura intensiva, come tutta la pianura ragusana, le cui primizie orticole hanno fatto la fortuna di questa provincia, la più ricca dell’isola. E ancora agrumi, olio, carrube, vino, mandorle, coltivati in campi delimitati da file ordinate e infinite di muretti a secco che ricamano tutto l’altipiano degli Iblei e che derivano da spietramenti fatti nel corso dei secoli. Le pietre chiare dissotterrate dai

campi sono state usate nel tempo dai contadini per dividere le proprietà e creare recinti per i pascoli. Oggi delimitano colture agricole variegata: dagli ulivi posti nei terreni più calcarei, ai mandorli allevati nei terreni alluvionali, per arrivare ai carrubi centenari, un altro spettacolo unico degli Iblei. Accanto alle colture più ricche, un gruppo di agricoltori sciclitani ha custodito anche un fagiolo: il cosaruciaru (in dialetto “cosa dolce”) che si riconosce per via del suo colore bianco-panna con piccole screziature marroni intorno all’ilo. La sua coltivazione risale all’inizio del ‘900, quando il cosaruciaru, detto anche “casola cosaruciara”, aveva il suo peso nell’economia agricola locale. Al tempo gli era riservata un’area speciale, le cannavate, fatta di terreni alluvionali, freschi e permeabili, localizzati lungo il torrente Modica-Scicli in un’area detta Cannavate. I coltivatori – detti ciumarari, da ciume (cioè fiume, in siciliano) – portavano il raccolto in città sui carrettini e lo vendevano ai negozianti locali spuntando un buon prezzo. Allora si vendeva in grandi sacchi presenti in tutti i negozi di alimentari della città. Poi è quasi totalmente scomparso e solo alcuni affezionati contadini lo hanno coltivato nei propri orti per non perdere la possibilità di mangiarlo in una buona zuppa di verdure, o con le cotiche.

Il cosaruciaru è una pianta annuale non rampicante con due cicli produttivi di cui uno primaverile – estivo, che serve a produrre seme fresco per la semina del periodo autunnale. Il territorio sciclitano è complessivamente di poco superiore ai 100 metri di altitudine, ed è facile che qui si sviluppino attacchi di tonchio, con il raccolto primaverile si evita questo rischio. Per avere la massima garanzia in questo senso, i coltivatori praticano un trattamento a freddo del seme secco raccolto invece dalla metà di ottobre a novembre. Il fagiolo cosaruciaru si raccoglie dalla metà ottobre a novembre, essiccato è reperibile tutto l’anno.

4.16 Fava cottoia di Modica

Fino alla fine degli anni ‘40 a Modica l’economia cittadina si basava su agricoltura e allevamento: i pascoli dove si allevava la razza modicana si alternavano a campi coltivati divisi da muretti a secco tipici della zona. Olivo o carrubo spesso consociati a frumento erano le coltivazioni più diffuse. In questo contesto, la fava modicana era utilizzata per l’alimentazione del bestiame e come leguminosa nella rotazione delle colture dei cereali, grazie alla sua capacità di fissare azoto e di lasciarlo nel suolo. In alcune contrade modicane, tuttavia, la fava era ben presente come ingrediente della cucina locale, soprattutto con una agevole cottura che ha diffuso il termine cottoia. Ai braccianti era data la razione giornaliera di “mezzo coppo” che corrispondeva a 500 grammi, cucinata da sola o accompagnata da verdura. Con il miglioramento del tenore di vita della popolazione rurale e con il conseguente aumento dei consumi di carne (quasi come riscatto sociale), il consumo delle fave e la coltivazione nello specifico della fava cottoia di Modica, è andato via via diminuendo. I produttori riuniti nella “Confraternita della fava cottoia di Modica” si sono impegnati a recuperare l’antico seme e coltivano secondo tradizione, nel rispetto delle aree di elezione. L’area di produzione comprende le contrade Cannizzara,

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 21/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	-----------	----------------------

Mauto, Rassabia, Famagiorgia Calamarieri, Baravitalla, Bosco, Torre Palazzalla, Frigintini e Cinquevie del comune di Modica (RG).

4.17 Miele di Timo Ibleo

Il timo è un genere di piante, molto gradite dalle api, di cui esistono diverse specie. Solo da una di esse si riesce a ricavare un miele monofloreale, il *Thymus capitatus*, presente spontaneamente in gran parte del bacino del Mediterraneo. Nel territorio dei Monti iblei – compreso tra le province siciliane di Siracusa, Ragusa e, in minima parte, di Catania – da questa specie chiamata in dialetto satra o satarèdda, nel periodo estivo si produce un miele di timo che tende a cristallizzare lentamente, di colore ambrato più o meno chiaro, odori floreali un po' speziati, sapore dolce e aroma intenso e persistente. In questa parte della regione siciliana sono diffuse le cosiddette garighe, termine botanico dato a un tipo di vegetazione contraddistinta da bassi cespugli con vari arbusti ed erbe, comune alle zone aride rocciose, pietrose e solitamente calcaree dell'area mediterranea. Gli ambienti di gariga degli Iblei, dal punto di vista floristico, vedono l'associazione di numerose specie che, nel complesso, costituiscono un ottimo pascolo per le api; in particolare, quelle caratterizzate dalla costante e prevalente presenza di timo e rosmarino sono fondamentali per produrre il tradizionale e pregiato miele monoflora. Già nell'età classica il miele di timo era celebre e apprezzato, come attestano numerose citazioni disseminate nella letteratura greca e latina, da Strabone a Virgilio, da Ovidio a Plinio il Vecchio e a molti altri. A ciò è collegato il mito di Ibla: un etnonimo dall'origine incerta dal quale derivano i nomi di alcune città, vere e presunte, della Sicilia antica, fra cui la colonia greca di Megara Hyblaea, i cui resti si trovano a pochi km dall'attuale Augusta, quello della catena montuosa dei monti Iblei e l'identificazione territoriale del miele di timo detto, per l'appunto, ibleo. Purtroppo, i timeti sono in continua regressione, aggrediti negli ultimi decenni su più fronti: inquinamento atmosferico e da prodotti chimici, incendi, raccolta indiscriminata per usi terapeutici e cosmetici, cui si aggiunge il problema, più generale, degli effetti dei cambiamenti climatici sulle fioriture. Inoltre, è da ricordare che parte della responsabilità della diminuzione dei timeti in Sicilia è da imputare alle troppe conversioni di terreni rocciosi in terreni agrari, con scriteriati sbancamenti di molte zone di gariga. Negli ultimi anni la produzione del miele di timo ibleo è significativamente calata. Dai 6 kg ad arnia che si producevano negli anni migliori si è passati a una media di 2 kg. Si tratta in ogni caso di produzioni limitate se confrontate ai monoflora di zagara di arancio e di millefiori, che nelle annate più soddisfacenti possono garantire una media di 25 kg di miele a singola cassetta. Sono sempre meno gli apicoltori che continuano a portare le api a bottinare il timo arbustivo dove resiste l'habitat adatto alla sua diffusione spontanea. Solitamente tra la fine di maggio e le prime settimane di agosto, a seconda dell'altitudine, il roseo-purpureo dei fiori e il loro profumo ne

sottolinea la presenza nelle campagne di bassa collina e risalendo i tavolati dei monti Iblei, in certi tratti tagliati dalle cave come localmente vengono chiamate delle profonde gole ricche di natura e di storia.

4.18 Sesamo di Ispica

Oggi Ispica è conosciuta sul mercato ortofrutticolo per la sua produzione intensiva di primizie, molte delle quali ottenute in serre e tunnel, ma già nel passato era un importante centro agricolo, grazie alla presenza di acqua. E proprio Ispica conserva una produzione molto particolare e antica, introdotta in Sicilia al tempo della dominazione araba, il sesamo. La varietà ispicese è stata selezionata due secoli fa dai contadini della zona e ha un seme di piccole dimensioni, colore ambrato e sapore intenso. Fino a cinquanta anni fa in Sicilia circa 450 ettari erano destinati al sesamo in Sicilia, 400 dei quali in provincia di Ragusa, in particolare nella zona di Ispica a sud est dell'Isola. Questa zona infatti, un tempo, era ricca di terreni paludosi che, nei mesi primaverili si prosciugavano mantenendo l'umidità perfetta per la semina, senza bisogno di irrigazione. In seguito, la produzione è calata drasticamente a causa della raccolta molto laboriosa e della forte competizione del prodotto importato. Si semina tra aprile e maggio e si raccoglie tra fine agosto e settembre. La pianta è annuale, particolarmente rustica e con ridotte esigenze colturali. Raggiunge un'altezza di circa 150 cm e conserva fino a 70 preziosi semi all'interno di ciascuna capsula. Ogni pianta può produrre fino a 150 capsule e ogni ettaro poco più di 20 quintali di seme. La raccolta è il momento più delicato. Si realizza con una mietitura manuale, quando le piante variano di colore e prima che le capsule si aprano naturalmente lasciando cadere i semi. Le piante sono quindi lasciate asciugare al sole per alcuni giorni e poi battute manualmente sopra un telo per recuperare il seme. La scalarità della raccolta impone di ripetere l'operazione più volte, fino al completo svuotamento delle capsule. I semi devono essere quindi puliti attraverso l'uso di speciali crivelli: un'operazione molto delicata, che richiede grande esperienza. Nella tradizione siciliana, il sesamo è un ingrediente importante: si trova nella ricetta di diversi pani, biscotti e insaporisce molte portate. In particolare, il sesamo di Ispica si usa prevalentemente per preparare la cobaita (localmente detta anche giuggiulena), il torrone delle feste, a base di miele, zucchero e sesamo, con possibili aggiunte di scorza di agrumi e mandorle.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 23/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------------------

5. Analisi dello stato di fatto

La vegetazione presente nel sito è costituita da ampie distese di colture estensive ad indirizzo cerealicolo con presenza elevata di uno strato erbaceo caratterizzato, a livello intercalare, da malerbe infestanti di natura spontanea. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento in progetto, le specie arboree e arbustive risultano essere rappresentate in una zona buffer abbastanza ampia: all'interno di alcuni appezzamenti si riscontrano specie arboree di interesse agrario quali l'olivo (*Olea europea*) e diverse colture orticole da pieno campo. Più distanti dal sito di progetto si menzionano esemplari isolati e/o a macchie di *Eucalyptus spp.*, Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis Miller*), *Cupressus sempervirens* e *Pinus pinea*. Lo strato arbustivo risulta essere molto limitato e, in talune zone, praticamente assente (si rinvencono esemplari di olivastro e piante di macchia mediterranea quali alaterno, phyllirea, ecc.). Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminaceae, compositae, cruciferae, ecc.. La copertura di un tempo è totalmente scomparsa e visivamente il paesaggio agrario in certe zone ricorda un'area a seminativo ormai del tutto abbandonata. Su questi terreni si sono verificati, e si verificano anche oggi, degli avvicendamenti fitosociologici e sinfitosociologici, e conseguentemente, delle successioni vegetazionali che sulla base del livello di evoluzione, strettamente correlato al tempo di abbandono, al livello di disturbo antropico (come incendi, disboscamenti e ripristino delle coltivazioni, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso, come campi incolti, praterie nude, cespugliate e arbustate, gariga, macchia mediterranea, ecc.. Nel complesso, quindi, l'area oggetto di intervento è interessata da campi coltivati o da colture cerealicole estensive come frumento e essenze foraggere in genere, o da oliveti. Si fa presente che tali superfici non risultano legate ad alcun accordo e non risultano attive pratiche comunitarie per l'acquisizione di contributi quali, in via esemplificativa, biologico, OCM, ecc... e gli attuali proprietari, prima di cedere i loro terreni, non hanno in atto alcuna procedura di coinvolgimento delle aree agricole in pratiche di conferimento ad organismi responsabili di produzioni di qualità.

Per quanto sopra asserito, la rete ecologica insistente ed esistente nell'area studio risulta pochissimo efficiente e scarsamente funzionale sia per la fauna che per le associazioni floristiche limitrofe le aree interessate al progetto. Infatti, il territorio in studio si caratterizza per la presenza sporadica di piccoli ecosistemi "fragili" che risultano, altresì, non collegati tra loro. Pertanto, al verificarsi di impatti negativi, seppur lievi ma diretti (come distruzione di parte della vegetazione spontanea), non corrisponde il riequilibrio naturale delle condizioni ambientali di inizio disturbo. A causa dell'assenza di ambienti ampi e di largo respiro, i microambienti naturali limitrofi non sono assolutamente in grado di espandersi e di riappropriarsi, anche a causa della flora spontanea "pioniera" e/o alle successioni di associazioni vegetazionali più evolute degli ambienti che originariamente avevano colonizzato. Gli interventi di mitigazione previsti per la realizzazione del parco fotovoltaico saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Nel caso

specifico, considerata la tipologia dell'opera si è ritenuto doveroso provvedere alla realizzazione di macchie arboree, di larghezza pari a 10 m, al fine di schermare l'impatto visivo. Il progetto non comporta alcuna perdita di habitat né minaccia l'integrità del sito, non si registra alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità in essere.



11 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



12- Report fotografico stato di fatto areale di intervento



13 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



14 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



15 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



16 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



17 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



18 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



19 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



20 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento



21 - Report fotografico stato di fatto areale di intervento

6. Climatologia

Prendendo in esame i parametri termopluviometrici prevalenti di lungo periodo, il clima della Sicilia può essere definito tipicamente mediterraneo, intendendo con tale espressione un regime caratterizzato da lunghe estati calde e asciutte e brevi inverni miti e piovosi. Tuttavia, scomponendo i dati medi regionali ed esaminando la variabilità interna dei valori che li compongono, emergono grandi differenze da caso a caso, sia di temperatura che di piovosità, in relazione al periodo considerato e ancor più al variare della latitudine, dell'altitudine, dell'esposizione, della distanza dal mare. La provincia di Ragusa offre

una grande varietà climatica in conseguenza dell'altitudine e della vicinanza o lontananza dal mare. Nelle zone del ragusano, e in particolare nel Comune di Acate, le precipitazioni, nell'insieme, raggiungono anche i 1.400 mm. D'altra parte, tali zone sono caratterizzate da un regime di semi-aridità con precipitazioni modeste e per lo più concentrate durante la stagione autunnale sotto forma spesso di nubifragio. Per quanto riguarda le temperature, quelle medie annue si mantengono sui 17/19 °C. L'area pianeggiante manifesta sovente una forte escursione termica tra il giorno e la notte e questo un po' in tutte le stagioni. Il ragusano è comunque una delle zone più calde della Sicilia, d'estate infatti le temperature medie del capoluogo e dei paesi dell'hinterland si aggirano sui 31 °C. Come evidenziato in precedenza, l'opposto può accadere durante le serene notti invernali quando il termometro riesce a scendere fino a -3 °C anche in pianura (una vera eccezione per l'isola). Considerando le condizioni medie dell'intero territorio, la Sicilia, secondo la classificazione macroclimatica di Köppen, può essere definita una regione a clima temperato-umido (di tipo C) (media del mese più freddo inferiore a 18°C ma superiore a -3°C) o, meglio, mesotermico umido sub-tropicale, con estate asciutta (tipo Csa), cioè il tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno-invernale). Tuttavia, questa definizione ha appunto un valore solamente macroclimatico, cioè serve a distinguere, ad esempio, il clima siciliano da quello del Medioriente o dell'Europa centrale. Il clima siciliano, tipicamente mediterraneo, si caratterizza per le lunghe estati calde e asciutte e i brevi inverni miti e piovosi. A livello regionale, i parametri termo-pluviometrici sul lungo periodo mostrano una forte variabilità dei valori medi, strettamente correlata al periodo di misurazione e ai principali parametri morfo-climatici: latitudine, altitudine, esposizione e distanza dal mare. Per la caratterizzazione climatica dell'area oggetto della presente, sono stati utilizzati i dati relativi alla stazione meteorologica di Vittoria (RG).

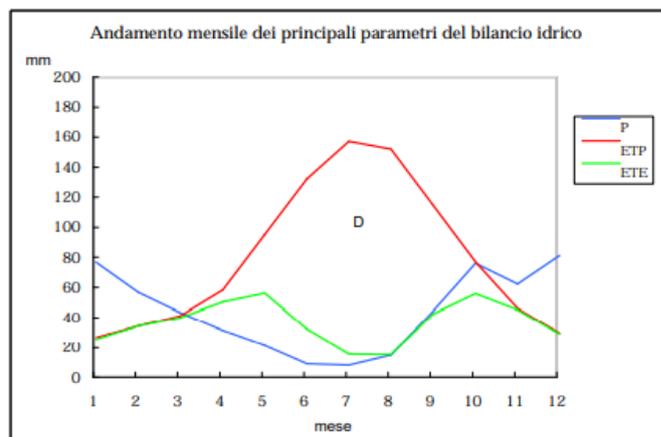
Vittoria m 168 s.l.m.

<i>me</i> se	<i>T max</i>	<i>T min</i>	<i>T med</i>	<i>P</i>
gennaio	14,0	6,6	10,3	71
febbraio	14,9	6,9	10,9	51
marzo	16,9	8,1	12,5	37
aprile	19,3	10,2	14,7	25
maggio	24,1	14,0	19,0	15
giugno	27,8	17,4	22,6	3
luglio	30,4	19,9	25,2	2
agosto	30,5	20,6	25,5	9
settembre	27,3	18,2	22,7	38
ottobre	23,4	14,8	19,1	70
novembre	18,6	10,8	14,7	56
dicembre	14,9	7,6	11,2	75

Vittoria m 168 s.l.m.

Valori annuali

	<i>P</i>	<i>ETP</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>n° mesi D</i>	<i>1° mese D</i>
min	265	743	371	27	6	1
5°	268	760	388	44	6	1
25°	357	852	450	83	7	2
50°	444	894	481	121	8	3
75°	538	931	608	184	8	4
95°	652	1024	672	377	10	4
max	749	1049	740	466	10	5
c.v.	28	9	19	73	16	41



Indici climatici

<i>Stazione</i>	<i>R</i>	<i>Ia</i>	<i>Q</i>	<i>Im</i>
Monterosso Almo	44	27	76	-15
Ragusa	37	23	63	-28
Vittoria	26	17	51	-49

R = Pluviofattore di Lang

Ia = Indice di aridità di De Martonne

Q = Quoziente pluviometrico di Emberger

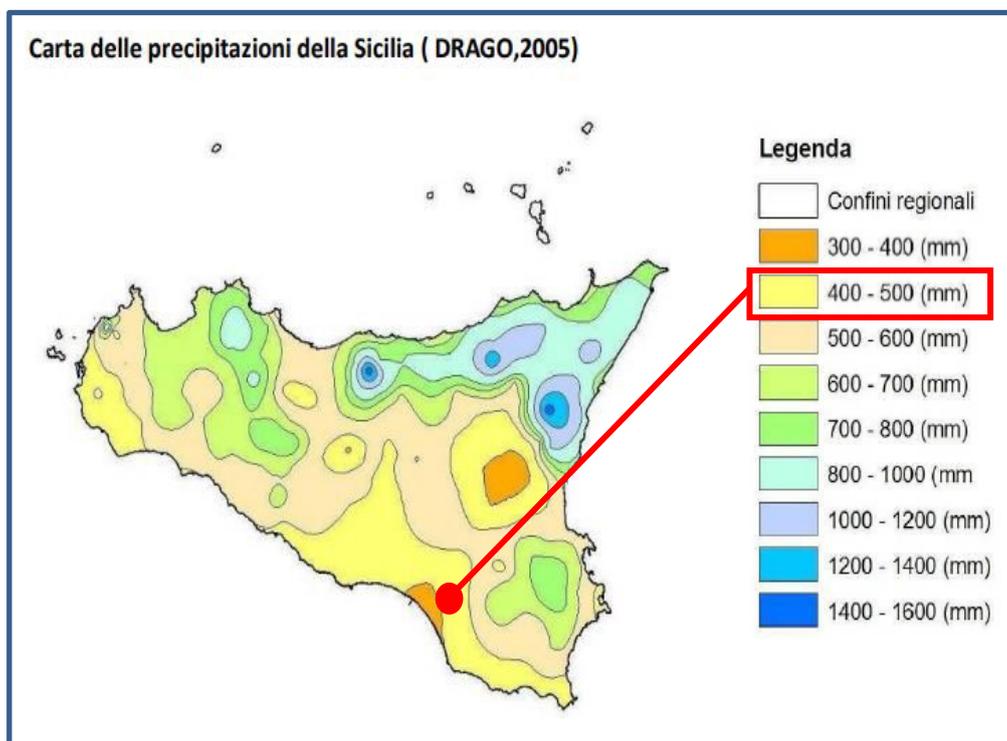
Im = Indice globale di umidità di Thornthwaite

23 – Valori dei principali indici bioclimatici per zona di riferimento: la stazione di Vittoria (RG)

6.1 Precipitazioni

Le aree più piovose coincidono con i principali complessi montuosi della Sicilia dove cadono in media da 600-700 fino a 1.400-1.600 mm di pioggia all'anno, con punte di 1.800-2.000 mm alle maggiori quote dell'Etna. Buona risulta la piovosità sui Monti di Palermo (1.000-1.200 mm), discreta sugli Iblei (500-700 mm). Al contrario, le zone dell'isola in assoluto più aride, dove la quantità di pioggia può scendere al di sotto di 300 mm, sono quelle sudorientali (Piana di Catania, Piana di Gela, parte della provincia di Enna) nonché le aree dell'estremo limite occidentale e meridionale. Nella restante parte della Sicilia la piovosità media si attesta attorno a valori variabili da un minimo di 300-400 fino a un massimo di 700-800 mm annui. Grandissima rilevanza riveste l'esposizione, spesso ancor più che la quota. Zafferana Etnea e Bronte, ad esempio, hanno altitudine e latitudine simili ma la prima, esposta sulle pendici orientali dell'Etna, fa registrare quasi 1.200 mm di pioggia all'anno contro 550

circa di Bronte situata sul versante occidentale. Il complesso dei dati soprariportati, fatta eccezione per le zone meridionali più aride, potrebbe indurre a far ritenere la quantità di pioggia caduta nell'anno sufficiente alle normali attività agricole e forestali. Così purtroppo non è se si considera che oltre l'80% di detta pioggia cade da ottobre a marzo e che la stagione asciutta dura da un minimo di 3 ad un massimo di 6 mesi all'anno. In definitiva si registra un eccesso di precipitazioni in autunno-inverno quando le piante attraversano il periodo di riposo vegetativo ed hanno meno bisogno di acqua, il minimo di pioggia quando esse sono in piena attività. Nell'area di progetto i valori si attestano tra i 400 e i 500 mm di pioggia annua.

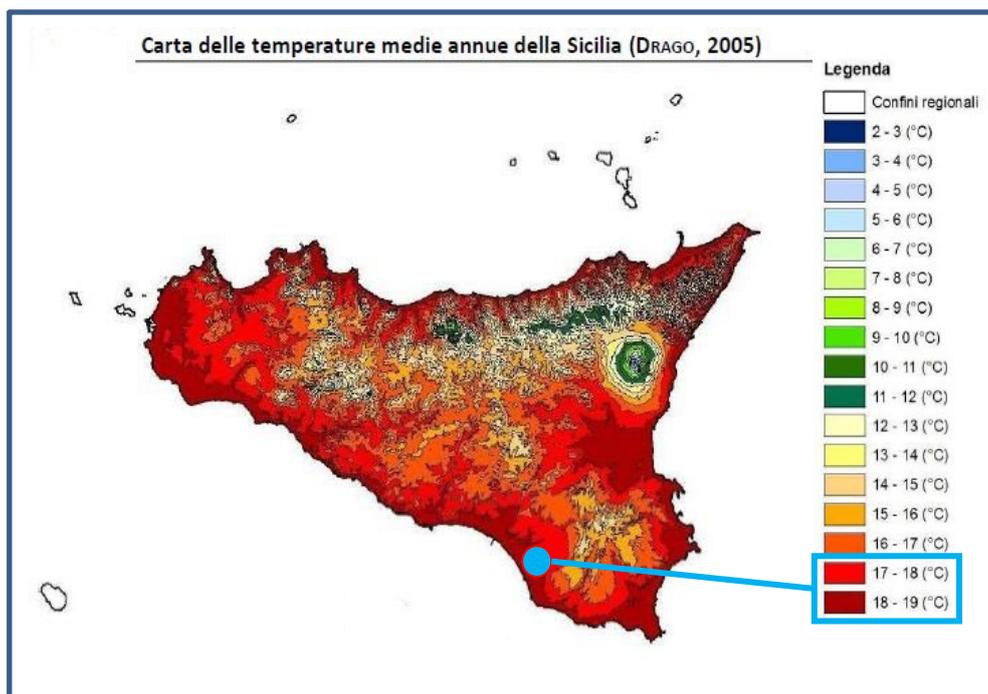


24 - Carta delle precipitazioni della Sicilia (Drago, 2005)

6.2 Temperature

La temperatura media annua in Sicilia si attesta attorno ai valori di 14-15°C, ma con oscillazioni molto ampie da zona a zona tanto verso l'alto quanto verso il basso. Ai limiti superiori si collocano le Isole di Lampedusa e Linosa (19-20°C), subito seguite (18-19°C) da tutta la fascia costiera, con ampia penetrazione verso l'interno in corrispondenza della Piana di Catania, della Piana di Gela, delle zone di Pachino e Siracusa e dell'estrema punta meridionale della Sicilia (Trapani, Marsala, Mazara del Vallo, Campobello di Mazara). Ai limiti inferiori si riscontrano i valori registrati sui maggiori rilievi montuosi:

12-13°C su Peloritani, Erei e Monti di Palermo; 8-9° C su Madonie, Nebrodi e medie pendici dell'Etna; 4-5°C ai limiti della vegetazione nel complesso etneo. Le temperature massime del mese più caldo (luglio o agosto) quasi ovunque toccano i 28-30°C con alcune eccezioni sia in eccesso che per difetto. In molte aree interne di media e bassa collina esse possono salire fino a 32-34°C, e scendere in quelle settentrionali più elevate fino ai 18-20°C con valori minimi sull'Etna di 16-18°C. Analogo andamento presentano le variazioni delle temperature minime del mese più freddo (gennaio o febbraio) che vanno da 8-10°C dei litorali, ai 2-4°C delle zone interne di collina, a qualche grado sotto lo zero sulle maggiori vette della catena montuosa settentrionale e sull'Etna.

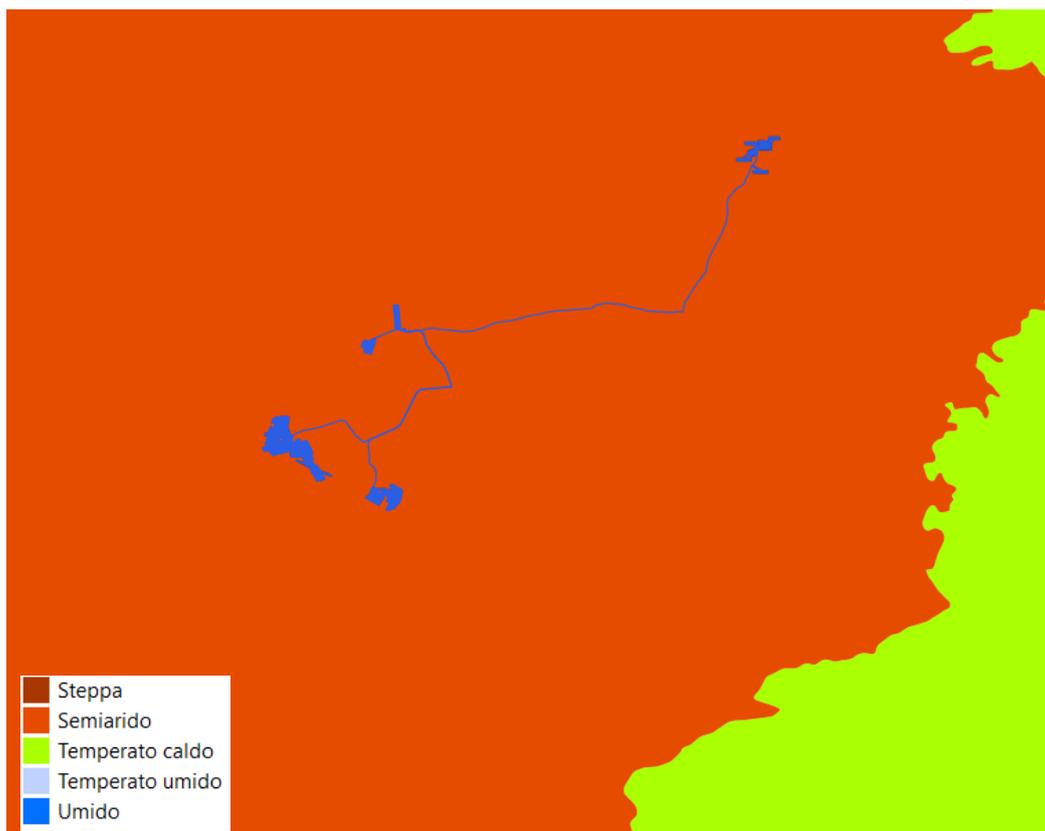


25 - Carta delle temperature medie annue della Sicilia (Drago, 2005)

Le temperature medie annue relative alle zone di progetto in agro di Vittoria (RG) risultano comprese tra 17 e 19 °C.

6.3 Indici bioclimatici

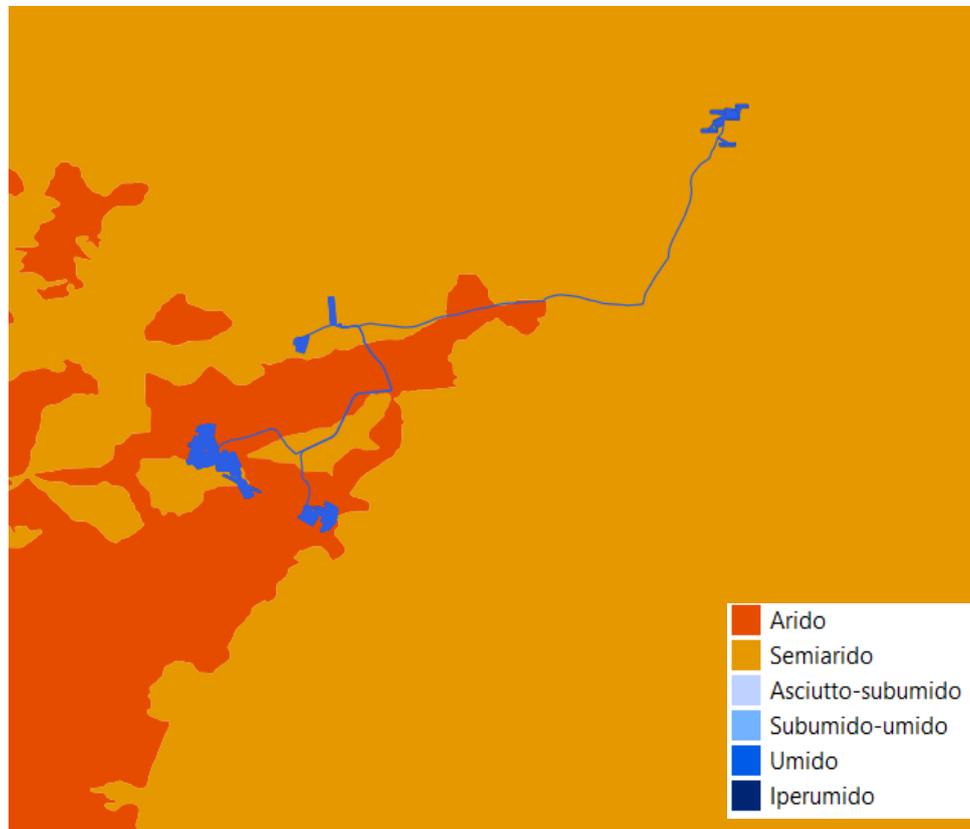
È noto da tempo che la distribuzione della vegetazione sulla superficie terrestre dipende da una lunga serie di fattori di varia natura tra di essi interagenti (fattori geografici, topografici, geopedologici, climatici, biologici, storici...). È noto altresì che, fra tutti gli elementi individuati, la temperatura e le precipitazioni rivestono un'importanza fondamentale, non solo per i valori assoluti che esse assumono, ma anche e soprattutto per la loro distribuzione nel tempo e la reciproca influenza. Per tali motivi, correlando i dati di temperatura e di piovosità registrati in un determinato ambiente nel corso dell'anno, opportunamente elaborati ed espressi, alcuni autori hanno ideato numerosi indici allo scopo di rappresentare sinteticamente il carattere prevalente del clima locale. Fra gli indici maggiormente conosciuti, i lavori sopraricordati dell'Assessorato Agricoltura e Foreste prendono in esame l'indice di aridità di De Martonne, l'indice globale di umidità di Thornthwaite e l'indice bioclimatico di Rivas-Martines .L'indice di De Martonne è un perfezionamento del pluviofattore di Lang. Secondo i dati ottenuti, la Sicilia ricade per l'80% circa nel clima semiarido e temperato caldo e per il restante 20% nel clima temperato umido e umido.



26 - Carta bioclimatica della Sicilia in relazione alle aree di progetto – De Martonne

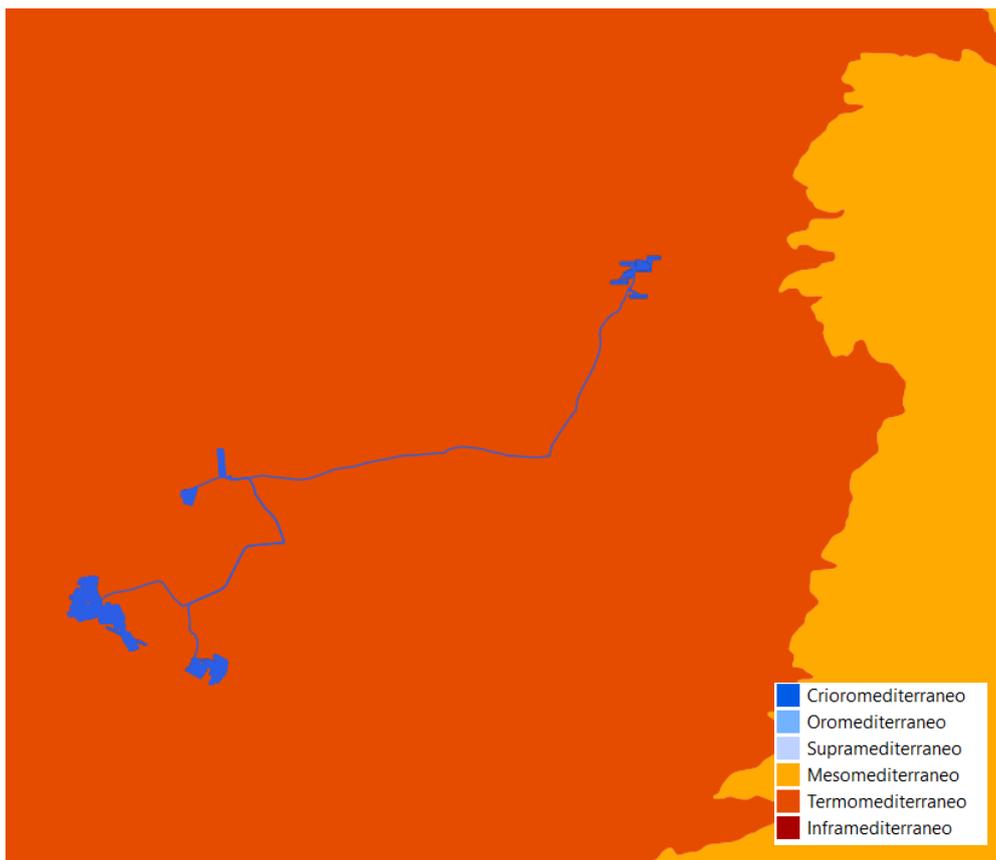
L'area di Vittoria (RG), dove si ipotizza di realizzare il parco fotovoltaico, dal punto di vista bioclimatico rientra in zona semiarida per De Martonne. A risultati non molto dissimili si perviene con l'indice di

Thornthwaite. Anche per questo indice si perviene alla conclusione che i tipi di clima prevalenti in Sicilia appartengono al semiarido e all'asciutto. Il sito di progetto relativo all'area di Vittoria (RG) rientra in parte nel semiarido e in parte nell'arido.



27 - Carta bioclimatica Sicilia Thornthwaite

Concettualmente diversa è la classificazione di Rivas-Martines che utilizza il rapporto tra la somma delle precipitazioni mensili della stagione estiva (giugno - luglio ed agosto) e la somma delle temperature medie mensili dello stesso periodo. Adottando tali criteri la Sicilia ricade in ordine di importanza nella zona del Termomediterraneo secco, Mesomediterraneo secco, Mesomediterraneo subumido e Mesomediterraneo umido.



28 - Carta bioclimatica Sicilia – Rivas-Martines

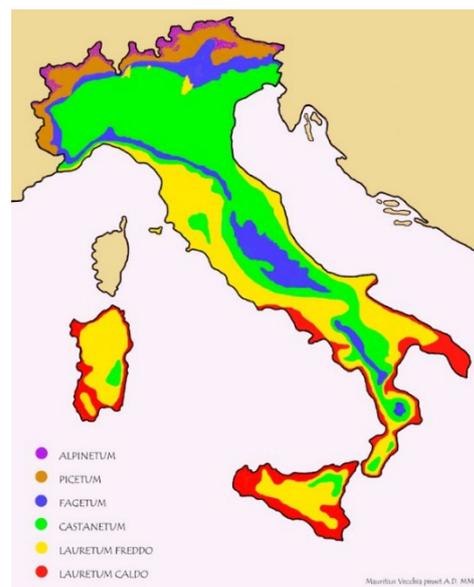
L'agro di Vittoria (RG), relativamente alle aree di progetto, rientra per l'indice Rivas-Martines nel Termomediterraneo.

6.4 Zone fitoclimatiche di Pavari

Per il largo uso che di esso ancora si fa specialmente in campo forestale si ritiene opportuno fare cenno alla classificazione fitoclimatica di Mayer-Pavari (1916) e successive modificazioni. Tale classificazione distingue 5 zone e diverse sottozone in relazione alle variazioni della temperatura e delle precipitazioni. In particolare, l'area oggetto di intervento rientra nel Lauretum di 1° tipo (Lauretum caldo). Il Lauretum caldo si va ad inserire nella fascia che va dal livello del mare fino a circa 300 metri di altitudine, sostanzialmente lungo le coste delle regioni meridionali (fino al basso Lazio sul versante tirrenico e fino al Gargano su quello adriatico), incluse Sicilia e Sardegna. Questa zona è botanicamente caratterizzata dalla cosiddetta macchia mediterranea, ed è un habitat del tutto favorevole alla coltivazione degli agrumi.

Zona, Tipo, Sottozona		Temperatura media annua	Temperatura media mese più freddo	Temperatura media mese più caldo	Media dei minimi
A. LAURETUM					
1° tipo: piogge uniformi	sottozona calda	15° a 23°	>7°		>-4°
2° tipo: con siccità estiva	sottozona media	14° a 18°	>5°		>-7°
3° tipo: con piogge estive	sottozona fredda	12° a 17°	>3°		>-9°
B. CASTANETUM					
sottozona calda	1° tipo (senza siccità estiva)	10° a 15°	> 0°		> -12°
	2° tipo (con siccità estiva)				
sottozona fredda	1° tipo (piogge > 700 mm)	10° a 15°	> -1°		> -15°
	2° tipo (piogge < 700 mm)				
C. FAGETUM					
sottozona calda		7° a 12°	> -2°		> -20°
sottozona fredda		6° a 12°	> -4°		> -25°
D. PICETUM					
sottozona calda		3° a 6°	> -6°		> -30°
sottozona fredda		3° a 6°	anche < -6°	> 15°	anche < 30°
E. ALPINETUM					
		anche < 2°	< -20°	> 10°	anche < -40°

(PIUSSI P., 1994)



29 - Zone fitoclimatiche Pavari

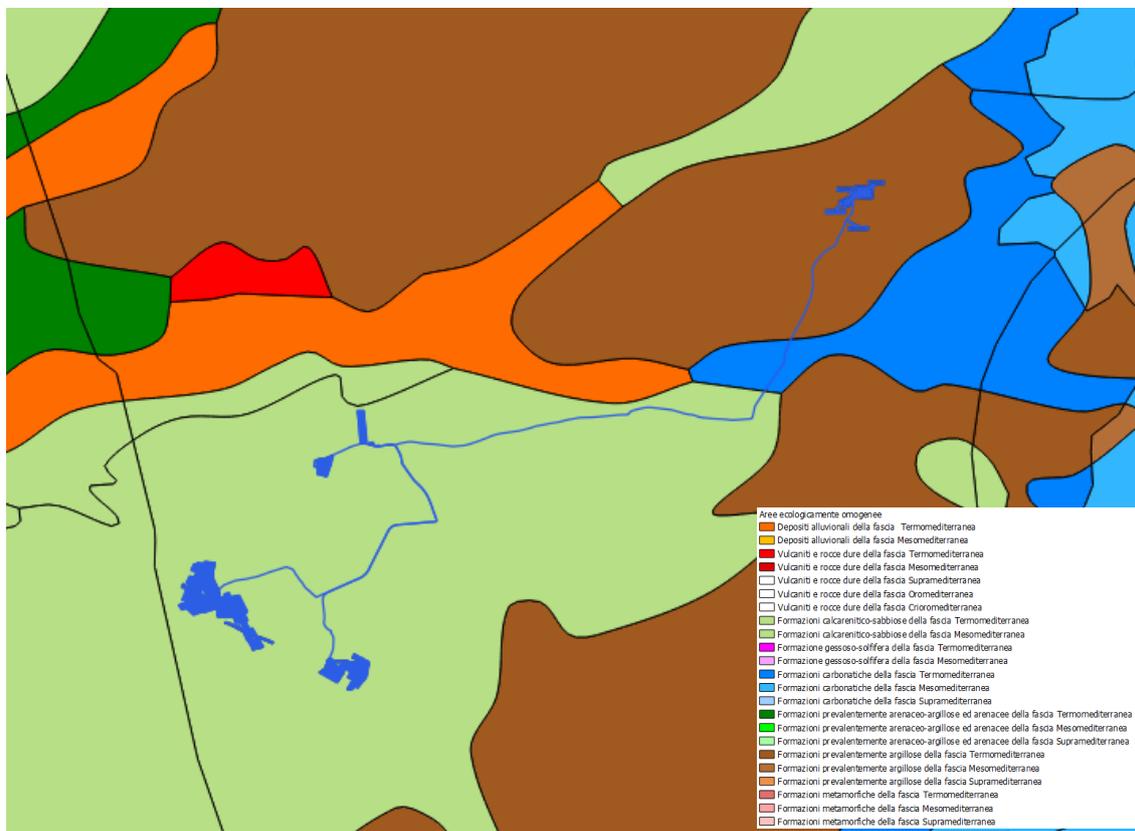
6.5 Aree ecologicamente omogenee

Per la redazione della carta delle aree ecologicamente omogenee, il territorio regionale è stato caratterizzato in funzione della litologia e delle caratteristiche bioclimatiche utilizzando i seguenti strati informativi in scala 1: 250.000:

- litologia derivata dalla carta dei Suoli della Sicilia (FIEROTTI, 1988);
- bioclima di Rivas Martines, derivato dall'Atlante Climatologico della Sicilia (DRAGO, 2005).

La carta finale è stata ottenuta dall'intersezione degli shapefile delle due variabili territoriali considerate. La combinazione delle 8 classi di substrati litologici e delle 5 classi di termotipi presenti nel territorio regionale ha permesso di individuare un totale di 23 aree ecologicamente omogenee. La distribuzione delle aree ecologicamente omogenee rispecchia quella dei substrati litologici e risulta fortemente legata ai principali rilievi regionali. Infatti, anche se all'interno di aree ecologicamente omogenee caratterizzate da uno stesso litotipo esistono differenze climatiche talvolta consistenti, marcate dai differenti termotipi, il fattore che ha concorso di più nella determinazione delle aree ecologicamente omogenee è il substrato litologico. Le aree ecologicamente omogenee più rappresentate nel territorio siciliano risultano le formazioni prevalentemente argillose della fascia termomediterranea (21,37%) e mesomediterranea (13,77%) e i depositi alluvionali della fascia termomediterranea (10,07%). Quelle meno rappresentate, con percentuali inferiori all'1% del territorio regionale, sono, in ordine decrescente, i depositi alluvionali della fascia mesomediterranea, le formazioni metamorfiche della fascia supramediterranea, le formazioni carbonatiche della fascia supramediterranea, le formazioni prevalentemente arenaceo-

argillose ed arenacee della fascia supramediterranea, le vulcaniti e rocce dure della fascia oromediterranea, le formazioni prevalentemente argillose della fascia supramediterranea e le vulcaniti e rocce dure della fascia crioromediterranea (queste ultime rappresentate esclusivamente dalla parte sommitale dell'Etna).



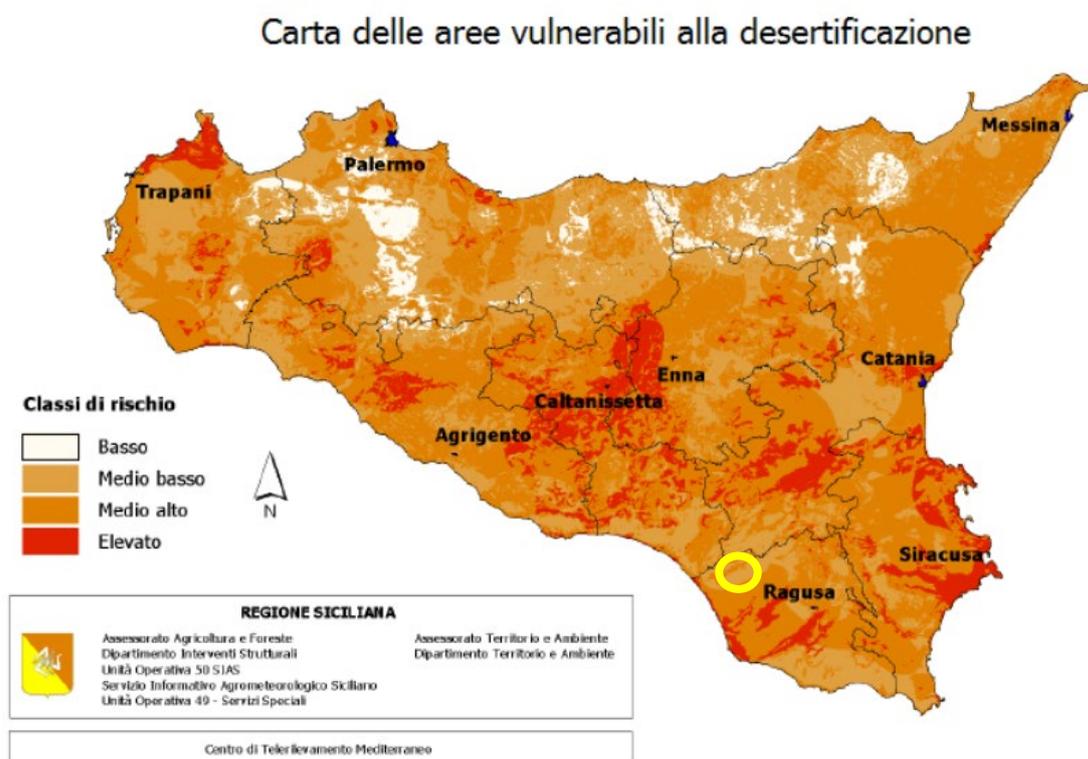
30 - Carta delle aree ecologicamente omogenee della Sicilia in relazione al layout di progetto

L'area oggetto di intervento, in relazione al layout di progetto, secondo la carta delle aree ecologicamente omogenee rientra tra le formazioni calcarenitico-sabbiose (calcareniti-depositi incoerenti) della fascia Termomediterranea (termomediterraneo-secco superiore).

7. Aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia

La Sicilia, come altre aree mediterranee, risulta particolarmente interessata da potenziali fenomeni di desertificazione, che conducono alla perdita irreversibile di suolo fertile. La desertificazione è una tra le più gravi priorità ambientali che interessano i territori aridi, semiaridi e sub-umidi del Mediterraneo. Essa nel 1984, secondo l'UNCCD (Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione) è stata definita a livello internazionale come il processo che porta ad un "degrado irreversibile dei terreni coltivabili in aree aride, semiaride a asciutte subumide in conseguenza di numerosi fattori, comprese le variazioni climatiche e le attività umane". Spesso la parola desertificazione viene confusa con altre ad essa in qualche modo legate. Bisogna allora subito distinguere fra tre diversi termini, molte volte usati indifferentemente ed erroneamente come sinonimi, che, pur avendo aspetti in comune, hanno significati profondamente diversi: aridità, "siccità" e "desertificazione". L'aridità è definita come una situazione climatica caratterizzata da deficit idrico permanente: in genere si definiscono aride le aree della Terra in cui mediamente (nel trentennio climatico di riferimento) cadono meno di 250 mm/anno di precipitazioni: la Sicilia non è tra queste. In Sicilia, anche nelle situazioni meno favorevoli (aree meridionali e sud-occidentali), non cadono meno di 350 mm/anno, intesi come media trentennale (clima). La siccità può essere invece definita come una condizione di deficit idrico temporaneo. Possono pertanto risultare temporaneamente siccitose anche aree non aride. Se ad esempio in un determinato periodo ci si attenderebbero, climaticamente (cioè mediamente) 100 mm e ne cadono 80 mm si è già in presenza di un fenomeno di siccità; se, ancor peggio, ne cadono 50 mm si è in presenza di un fenomeno siccitoso più severo. Ciò che abbiamo visto nel corso del 2003 nelle regioni centrosetentrionali italiane è emblematico in tal senso, dando un'idea sul significato del termine anche al di fuori di aree che "convivono" con i fenomeni siccitosi, come la Sicilia. La desertificazione è invece un processo molto più complesso che, come all'inizio già accennato secondo una delle principali definizioni internazionali, consiste nella progressiva perdita di fertilità e capacità produttiva dei suoli, fino agli estremi risultati in cui i terreni non possono più ospitare organismi viventi: flora e fauna. Si tratta di fenomeni spesso, per fortuna, molto lenti, ma che anche nelle fasi intermedie, ancor prima dell'eventuale drammatico epilogo di lunghissimo periodo del "deserto", comportano molte conseguenze negative sulle caratteristiche dei suoli, in termini di capacità di sostenere la vita (compresa quella "gestita" dall'uomo, cioè, nel nostro caso, l'agricoltura e gli allevamenti) e contribuiscono in maniera determinante alla riduzione delle biodiversità e della produttività biologica globale. Come risulta dalla cartografia, le aree ad elevata sensibilità (6,9%) si concentrano nelle zone interne della provincia di Agrigento, Caltanissetta, Enna e Catania e lungo la fascia costiera nella Sicilia sud-orientale. Tale risultato riflette le particolari caratteristiche geomorfologiche del territorio interno della regione (colline argillose poco stabili), l'intensa attività antropica con conseguente eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e la scarsa presenza di vegetazione. La maggior parte del territorio, tuttavia, presenta una sensibilità moderata

(46,5%) o bassa (32,5%). Occorre tenere presente che in tali aree l'equilibrio tra i diversi fattori naturali e/o le attività umane può risultare già particolarmente delicato. È necessaria quindi un'attenta gestione del territorio per evitare l'innescarsi di fenomeni di desertificazione. Le aree non affette (circa il 7%) ricadono per lo più nella provincia di Messina ed in misura minore nelle province di Palermo e Catania. Le ragioni di ciò sono legate essenzialmente agli aspetti climatici, vegetazionali e gestionali che, in queste aree, presentano contemporaneamente caratteristiche di buona qualità, ovvero climi umidi e iperumidi in ampie zone boscate e per la maggior parte sottoposte a protezione per la presenza di parchi e riserve. Infine, le aree escluse (6,9%) includono i bacini d'acqua, le aree urbane e l'area vulcanica del Monte Etna. L'area di progetto in esame, secondo la carta delle aree vulnerabili sotto riportata, rientra tra le classi di rischio medio-alto e medio-basso.



31 – carta delle aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia

8. Inquadramento pedologico del sito

Preliminarmente ai rilievi di campo è stata operata una raccolta della cartografia tematica già esistente sull'area, utilizzabile come documentazione di base su cui impostare ed elaborare lo studio pedologico dell'area oggetto di intervento. A livello bibliografico è stata invece raccolta tutta la documentazione disponibile che riguardasse i tematismi d'interesse (geologia, morfologia, paesaggio). In particolare, sono stati acquisiti i seguenti documenti:

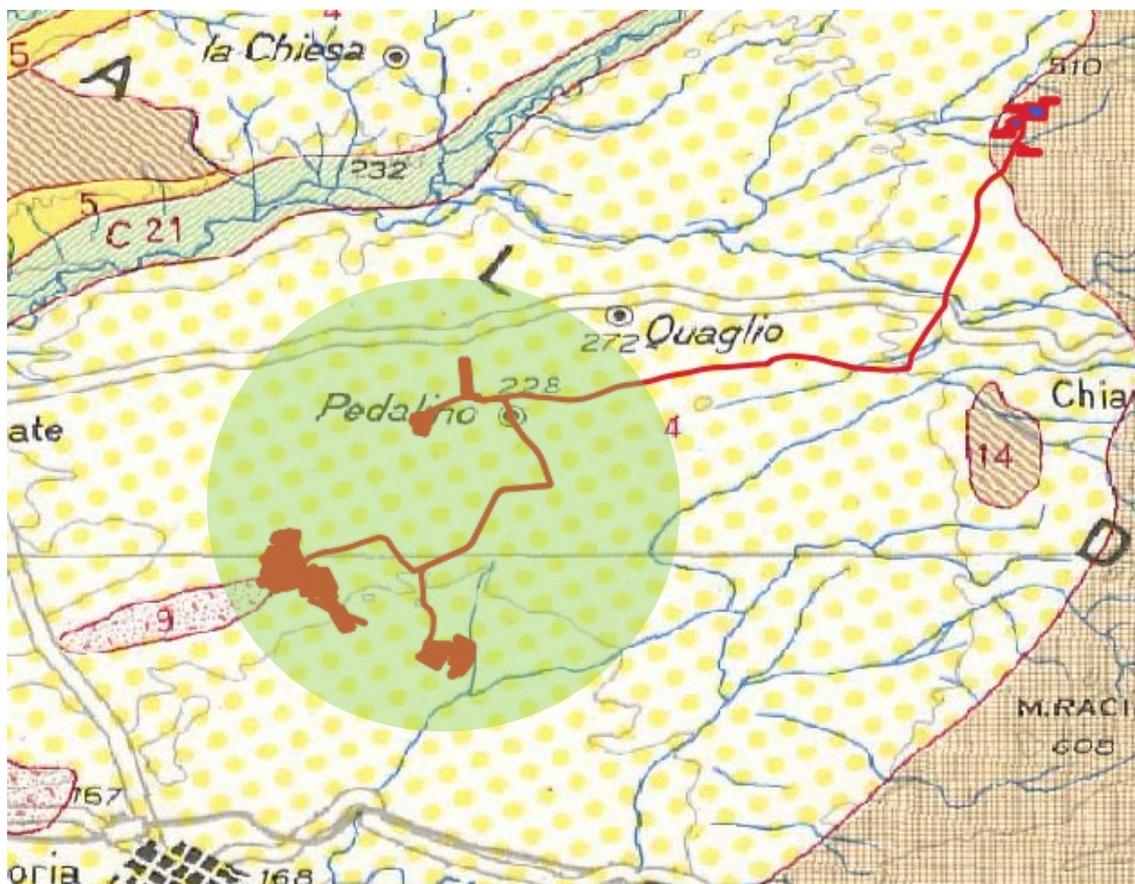
- Cartografia IGM in scala 1:25.000;
- Cartografia dei suoli della Sicilia redatta dai professori Giampiero Ballatore e Giovanni Fierotti;
- Commento alla carta dei suoli della Sicilia (Fierotti, Dazzi, Raimondi);



32 - Carta dei suoli della Sicilia (Fierotti et al.)

Dallo studio cartografico si è potuto appurare che il territorio da analizzare, dal punto di vista pedologico, ricade all'interno della seguente associazione così come riportato nella carta dei suoli della Sicilia:

- *Regosuoli da rocce sabbiose e conglomeratiche - associazione n.4*
- *Suoli rossi mediterranei-Litosuoli - associazione n.9*



33 - Carta dei suoli della Sicilia (Fierotti et al.) – particolare dell'area di progetto

Regosuoli da rocce sabbiose e conglomeratiche - associazione n.4

Si formano su substrati teneri, generalmente arenacei, e trovano la loro massima espansione nel golfo di Gela e nella vallata di Valledlunga-Pratameno. Altre superfici più o meno ampie si riscontrano qua e là in varie zone dell'Isola. La morfologia è quella della tipica collina siciliana, con dolci pendii e ampie spianate; malgrado ciò, però, i fenomeni erosivi sono sempre evidenti e a volte intensi. Il profilo, di tipo (A)-C deve essere indicato più precisamente del tipo Ap-C, cioè con l'orizzonte A rimaneggiato a causa delle coltivazioni o altri fenomeni. La potenza del profilo generalmente si limita esclusivamente allo strato lavorato. La reazione è sempre sub-alcina (pH 7,5-7,8) e i principali elementi nutritivi risultano quasi sempre discretamente rappresentati. La tessitura, piuttosto sciolta, acquista un carattere più

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 42/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------------------

argilloso nei fondivalle ove i regosuoli possono cedere il posto ai vertisuoli o ai suoli alluvionali. Proprio in queste zone, come a Vallelunga, i suoli manifestano una maggiore stabilità strutturale ed un buon grado di fertilità, al punto di consentire l'insediamento di indirizzi cerealicolo-zootecnici, più o meno consolidatisi nelle aziende di sufficiente ampiezza. Laddove prevale la morfologia collinare, come a Piazza Armerina e montana altrove, l'accentuata aridità dovuta alla scioltezza del suolo ed al clima tipicamente mediterraneo, unitamente ai processi erosivi, fanno propendere per la copertura boschiva, da acquisire gradualmente e secondo le tecniche valide per i rimboschimenti nei bioclimi a lungo periodo secco. Infine, sui pianori più freschi e nelle zone più o meno pianeggianti, come a Vittoria, nel marsalese, ecc. si è insediata una fiorente viticoltura, con passaggio all'orticoltura ed all'agrumicoltura solo dove è stato possibile reperire acque irrigue. Nell'insieme, quindi, la potenzialità di questa associazione sembra essere piuttosto buona.

Suoli rossi mediterranei- Litosuoli - associazione n.9

I litosuoli rappresentano un gruppo di suoli tipici della Sicilia occidentale: insieme ai suoli rossi provenienti da suoli bruni e regosuoli occupano complessivamente sull'isola circa 170.000 ettari. La morfologia e il paesaggio cambiano a seconda se si tratta di suoli su calcari o su tufi. I massicci calcarei presentano quasi sempre forme aspre e accidentate, lo strato vegetale spesso risulta assente quando affiora la rocca nuda o è rappresentata da forme degradate di macchia mediterranea, da piccoli alberi sparsi, da cespugli e da erbe rade che consentono solo un magro pascolo (in particolare per ovini e caprini). Imponenti sono i fenomeni carsici con formazioni di pianori sommitali e ampie doline dove l'assoluta mancanza di erosione favorisce l'accumulo di terra rossa che si ritrova negli ampi spacchi che caratterizzano queste rocce. Per contro i suoli generatisi sui tufi calcareo-arenacei del tardo pliocene e del quaternario risultano pianeggianti o al più dolcemente ondulati e solo nelle zone più interne si passa a confusi sistemi collinari, dove a terra rossa è associata a litosuoli e alla rocca che affiora in rugose lastronate. Il profilo è di tipo A-B-C con un orizzonte A generalmente poco sviluppato e un orizzonte B potente. Il colore è rosso vivo, l'aggregazione di tipo poliedrica o poliedrica sub-angolare. La granulometria è argillosa, ma spesso anche argilloso-sabbiosa, specie dove gli apporti eolici sono stati più intensi e dove gli scassi profondi per piantagioni viticole e/o frutticole hanno intaccato il substrato tenero tufaceo, che è stato rimescolato in tutto il profilo. La reazione è sub-alcalina (pH: 7,5-7,8) e i principali elementi nutritivi quasi sempre scarseggiano, con la sola eccezione delle terre rosse da antica data coltivate a ortaggi e agrumi, che hanno potuto beneficiare di concimazioni organico-minerali. I suoli rossi dei massicci calcarei per effetto dell'ubicazione e dell'altimetria, della limitata estensione e dell'aridità prolungata, inframmezzati come sono ai più diffusi litosuoli e alla roccia affiorante in lastre e spuntoni, vengono utilizzati prevalentemente per il pascolo. I rivestimenti boscosi costituiscono quasi una eccezione e i programmi di riforestazione, che dovrebbero far rinverdire il

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiamonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 43/ 124
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	-----------	----------------------

paesaggio brullo, procedono con molta lentezza e spesso si discostano dai principi dell'evoluzione pedogenetica. Solo in qualche dolina di accumulo si riscontrano buoni vigneti che mitigano in parte la triste nudità dei rilievi calcarei circostanti.

I suoli alluvionali (associazione n.21) formano le principali pianure della Sicilia oltre a frange costiere di estensione sempre ridotta e fondi alluvionali delle valli maggiori. Coprono complessivamente una superficie di circa 140.000 ettari. Il profilo risulta essere sempre di tipo Ap-C e la sua potenza è notevole. Le caratteristiche dei suoli alluvionali risultano determinate dalla composizione mineralogica e dalle dimensioni degli elementi che costituiscono le alluvioni stesse. Così la tessitura può variare dal grossolanamente ciottoloso al sabbioso molto permeabile, dal sabbioso-argilloso semipermeabile all'argilloso compatto impermeabile. Quando la tessitura passa all'argilloso non è infrequente il caso che i suoli alluvionali presentino caratteri vertici che talora diventano tanto evidenti da farli classificare come veri e propri vertisuoli. Sono suoli con discreto contenuto di sostanza organica e calcare attivo e totale, di buona permeabilità, a reazione sub-alcaina, poveri e talora deficienti di tutti e tre i principali elementi nutritivi (fosforo in particolare).

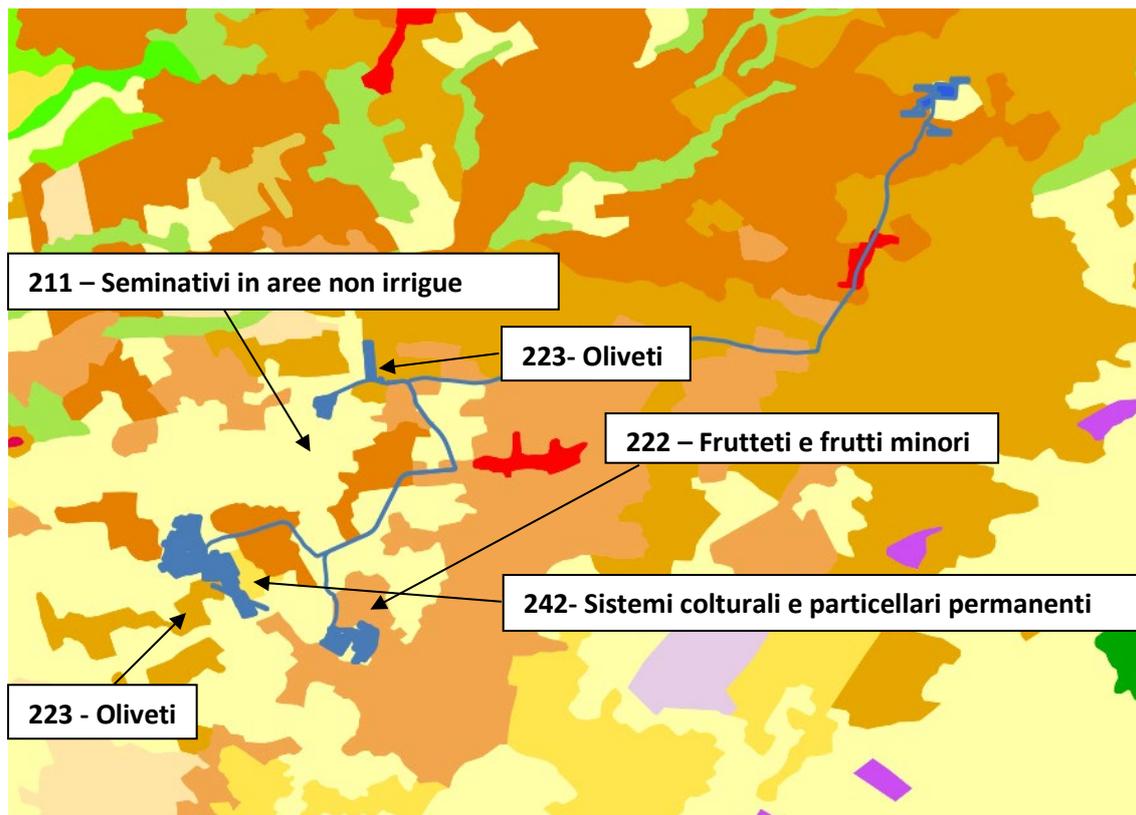
9. La capacità d'uso del suolo

Il sistema di informazione sullo stato dell'ambiente europeo, in cui sono state elaborate e concordate nomenclature e metodologie, è stato creato dal 1985 al 1990 dalla Commissione europea nell'ambito del programma CORINE (Coordination of Information on the Environment). Dal 1994, a seguito della creazione della rete EIONET (European Environment Information and Observation Network), l'implementazione del database CORINE è responsabilità dell'Agenzia Europea per l'ambiente (EEA). Vengono usate per ricavare le informazioni sulla copertura del suolo, le immagini acquisite dai satelliti per l'osservazione della terra, che vengono visivamente interpretate utilizzando sovrapposizioni di layers in scala 1:100.000. Il primo progetto Corine Land Cover e la prima cartografia risalgono al 1990. Successivamente con la CLC 2000 il database è stato aggiornato e migliorato, effettuando la fotointerpretazione assistita da computer, mappando i relativi cambiamenti di copertura del suolo intercorsi tra i due periodi di monitoraggio. La Corine Land Cover 2018, che rappresenta il quinto aggiornamento dell'inventario, è stata effettuata grazie all'impiego di nuove immagini satellitari, provenienti dal Sentinel-2, il primo satellite europeo dedicato al monitoraggio del territorio, e dal Landsat8, geoprocessate e utilizzate nel processo di fotointerpretazione.

	CLC 1990	CLC 2000	CLC 2006	CLC2012	CLC2018
Dati satellitari	Landsat-5 MSS/TM data singola	Landsat-7 ETM data singola	SPOT-4/5 e IRS P6 LISS III doppia data	IRS P6 LISS III e RapidEye doppia data	Sentinel-2 e Landsat-8 per il riempimento delle fessure
Coerenza del tempo	1986-1998	2000 +/- 1 anno	2006 +/- 1 anno	2011-2012	2017-2018
Precisione geometrica, dati satellitari	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m (Sentinel-2)
Unità/larghezza di mappatura minima	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100 m
Precisione geometrica, CLC	100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m
Accuratezza tematica, CLC	≥'85% (probabilmente non raggiunto)	≥'85% (raggiunto) [13]	≥'85%	≥'85% (probabilmente raggiunto)	≥'85%
Mappatura delle modifiche (CHA)	non implementato	spostamento al confine minimo 100 m; area di cambio per poligoni esistenti ≥ 5 ha; per cambiamenti isolati ≥ 25 ha	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate
Precisione tematica, CHA	-	non controllato	≥'85% (raggiunto)	≥'85%	≥'85%
Tempo di produzione	10 anni	4 anni	3 anni	2 anni	1,5 anni
documentazione	metadati incompleti	metadati standard	metadati standard	metadati standard	metadati standard
Accesso ai dati (CLC, CHA)	politica di diffusione poco chiara	politica di diffusione concordata fin dall'inizio	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti
Numero di paesi interessati	26 (27 con attuazione tardiva)	30 (35 con attuazione tardiva)	38	39	39

34 - Ricostruzione del programma Corine Land Cover (CLC)

La classificazione standard del CLC suddivide il suolo secondo uso e copertura, sia di aree che hanno influenza antropica e sia di aree che non hanno influenza antropica, con una struttura gerarchica articolata in tre livelli di approfondimento e per alcune classi in quattro. La nomenclatura CLC (Corine Land Cover della componente Pan Europea del CLMS aggiornati al 2018 su dati 2017) standard comprende 44 classi di copertura ed uso del suolo, le cui cinque categorie principali sono: superfici artificiali, aree agricole, foreste e aree seminaturali, zone umide e corpi idrici. Per ogni categoria è prevista un'ulteriore classificazione di dettaglio con la relativa codifica riportante i codici, III e IV livello. L'area in esame ricade all'interno di CLC 221 – Vigneti, CLC 222 – Frutteti e frutti minori, CLC 223 – Oliveti, CLC 324 – Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione e CLC 2111 – Colture intensive.



35- Individuazione delle aree di progetto secondo il programma CLC

Per copertura del suolo (*Land Cover*) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007 2 /CE. Per uso del suolo (*Land Use* - utilizzo del territorio) si fa riferimento, invece, ad un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007 2 /CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo che manterrebbe comunque intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici.

La capacità d'uso dei suoli si esprime mediante una classificazione (*Land Capability Classification*, abbreviata in "LCC") finalizzata a valutare le potenzialità produttive dei suoli per utilizzazioni di tipo agrosilvopastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della stessa risorsa suolo. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità,

pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi. La valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare. Vengono escluse, inoltre, le valutazioni dei fattori socioeconomici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.). Nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo. La valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

La classificazione prevede tre livelli di definizione:

1. la classe;
2. la sottoclasse;
3. l'unità.

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni. Le prime 4 classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti all'ultima classe, l'ottava, non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITA'
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	SI
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	SI
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	SI

IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	SI
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	NO
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	NO
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	NO
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.	NO

36 – Descrizione legenda capacità d'uso dei suoli

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all'utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe d'appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), al rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c). Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

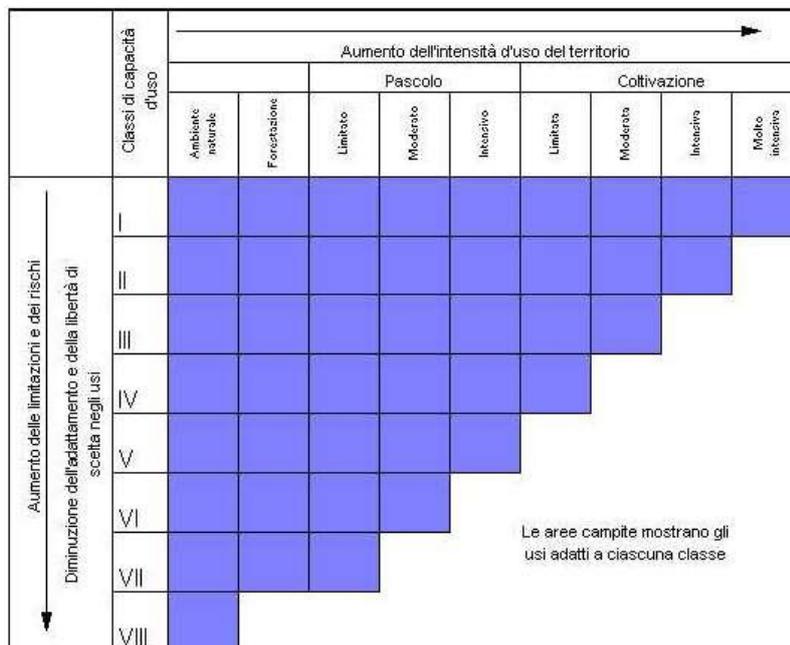
“S” limitazioni dovute al suolo (profondità utile per le radici, tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);

“W” limitazioni dovute all'eccesso idrico (drenaggio interno, rischio di inondazione);

“e” limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);

“C” limitazioni dovute al clima (interferenza climatica).

La classe “I” non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, e c, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all'erosione, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l'uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell'ambiente. Nonostante tale metodologia non sia ancora stata adottata dalla regione Sicilia, si ritiene di poter stimare e, pertanto, fare rientrare le suddette aree all'interno della classe “I”. I terreni in esame sono assimilabili a suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; necessarie pratiche per mantenere la fertilità e la struttura; possibile un'ampia scelta delle colture.



37 - Attività silvo-pastorali ammesse per ciascuna classe di capacità d'uso (Brady, 1974 in [Cremaschi e Ridolfi, 1991])

10. Carta della capacità di attenuazione dei suoli

Il suolo è un sistema naturale caratterizzato da un continuo scambio di energie e materia con l'ambiente circostante, che svolge molteplici funzioni, tra cui anche quella di filtro nei confronti di potenziali inquinanti. Questa capacità filtrante è strettamente correlata ai caratteri e alle qualità dei diversi tipi pedologici, di conseguenza l'analisi dell'attitudine dei suoli ad influenzare il passaggio dei nitrati di origine agricola nelle acque profonde deve essere condotta utilizzando tutte quelle informazioni normalmente contenute negli studi e nelle carte pedologiche. Allo scopo sono stati utilizzati i dati sui suoli disponibili a livello regionale inseriti nel Sistema Informativo Territoriale dell'Assessorato Agricoltura e Foreste, costruito con le informazioni derivate dalla Carta dei suoli della Sicilia in scala 1:250.000 di G. Fierotti e coll. e dai rilevamenti pedologici realizzati dall'U.O.49 dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste. L'elaborazione dei dati cartografici ed alfanumerici ha permesso la definizione di una prima carta tematica intermedia: la Carta della capacità di attenuazione dei suoli, dove le unità cartografiche pedologiche sono classificate in relazione alla loro maggiore o minore attitudine protettiva, cioè la capacità dei suoli ad evitare o limitare il rischio di rilascio dei nitrati. I criteri ed il percorso metodologico adottati sono di seguito descritti. L'attitudine protettiva dei singoli tipi pedologici è stata valutata attraverso un modello che considera la capacità di ritenzione idrica e la permeabilità. Il significato ed il ruolo che a ciascun

parametro pedologico si è voluto assegnare nel modello di valutazione adottato viene di seguito esposto, sottolineando che un suolo avrà un'attitudine protettiva tanto maggiore, quanto più alta sarà la sua capacità di ritenzione idrica e quanto più bassa sarà la sua permeabilità. La capacità di ritenzione idrica (o acqua disponibile, AWC, available water capacity) si riferisce alla quantità di acqua, utilizzabile dalla maggior parte delle colture, che un suolo è in grado di trattenere; essa è data dalla differenza tra la quantità di acqua presente nel suolo alla capacità di campo e quella presente al punto di appassimento e comunemente è espressa come mm di acqua per cm di profondità di suolo. Maggiore sarà la quantità d'acqua che il suolo è in grado di trattenere a disposizione delle radici dei vegetali, minore sarà il rischio che l'acqua e i nitrati in essa disciolti percolino oltre il franco di coltivazione verso la falda. È una caratteristica strettamente legata alla granulometria ed allo spessore del tipo pedologico considerato. I dati di tessitura e profondità desunti dalla cartografia pedologica e dal database già citati, hanno permesso di ottenere una classificazione delle tessiture in tre classi (grossolana, media e fine) e dello spessore in cinque classi (0-25 cm – molto sottile, 25-50 cm – sottile, 50-100 cm – medio, 100-150 cm – elevato, >150 cm – molto elevato). Ai valori di AWC così ottenuti è stata attribuita una determinata classe di capacità di attenuazione.

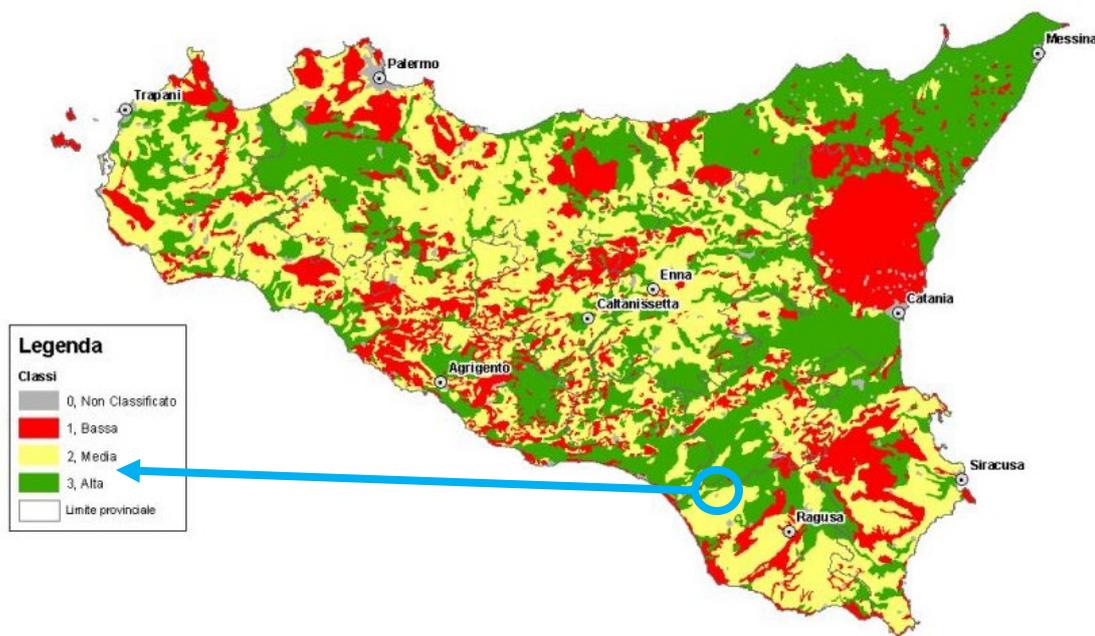
schema di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione

AWC mm/cm	
Tessitura	AWC mm
grossolana	1
media	2
fine e molto fine	1,5

AWC suolo (mm)	Classe di attenuazione
0 - 50	BASSA
50 - 100	MEDIA
> 100	ALTA

UC	Suoli principali (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli principali	Permeabilità suoli principali	Suoli secondari (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli secondari	Permeabilità suoli secondari	Classe di capacità di attenuazione
0	Arce Urbane	100	<50	0					NON DEFINITA
1	litosuoli	20	<50	media					BASSA
2	litosuoli	20	<50	media	luvisuoli cromici	20	<50	media	BASSA
3	luvisuoli cromici (25%), cambisuoli eutrici e/o calcici (20%)	45	50-100	media					MEDIA
4	litosuoli (45%), regosuoli eutrici (20%)haploxerolls	65	<50	media					BASSA
5	litosuoli	55	<50	media	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	15	50-100	elevata	BASSA
6	litosuoli	45	<50	media	cambisuoli eutrici	20	50-100	media	BASSA
7	litosuoli	50	<50	media	luvisuoli cromici	20	50-100	media	BASSA
8	litosuoli	50	<50	media	cambisuoli districi	25	50-100	media	BASSA
9	litosuoli	45	<50	media	luvisuoli ortici (20 % typic e/o mollic haploxeralfs), cambisuoli eutrici (20%)	40	>100	media	BASSA
10	regosuoli eutrici (40%), litosuoli (35%)	75	<50	elevata	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	15	>100	elevata	BASSA
11	regosuoli calcarei (50%), litosuoli (20%)	70	<50	media	cambisuoli eutrici e/o vertici	20	>100	media	BASSA
12	cambisuoli eutrici e/o vertici (30%), fluvisuoli eutrici	50	>100	media	regosuoli eutrici	40	50-100	media	MEDIA
13	regosuoli eutrici	55	50-100	media	cambisuoli eutrici e/o vertici	35	>100	media	MEDIA
14	regosuoli eutrici	50	50-100	media	fluvisuoli eutrici e/o vertisuoli cromici e/o pellici	40	>100	bassa	MEDIA
15	regosuoli eutrici	50	<50	elevata	cambisuoli eutrici (25% andic xerochrepts), luvisuoli ortici (15%)	40	50-100	elevata	BASSA
16	regosuoli calcarei (50%), litosuoli (20%)	70	<50	media					BASSA
17	fluvisuoli eutrici e cambisuoli eutrici e/o vertici	90	>100	media					ALTA
18	fluvisuoli eutrici (65%), vertisuoli cromici e/o pellici (20%)	85	>100	media					ALTA
19	vertisuoli cromici e/o pellici	95	>100	bassa					ALTA
20	cambisuoli eutrici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	50-100	media	litosuoli	20	<50	media	MEDIA
21	litosuoli (25%), regosuoli eutrici (20%)	45	50-100	media	cambisuoli calcici	40	>100	media	MEDIA
22	cambisuoli eutrici	50	>100	media	vertisuoli cromici e/o pellici (20%) cambisuoli vertici (20%)	40	>100	bassa	ALTA
23	cambisuoli eutrici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	>100	media	rendzine	15	50-100	media	ALTA
24	cambisuoli eutrici	50	>100	media	fluvisuoli eutrici	35	>100	media	ALTA
25	cambisuoli eutrici (55%), luvisuoli ortici (20%)	75	>100	media	regosuoli eutrici e litosuoli	15	<50	media	ALTA
26	cambisuoli districi	50	>100	media	litosuoli	20	<50	media	ALTA
27	cambisuoli eutrici (75%), luvisuoli ortici (15%)	90	>100	media					ALTA
28	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	50	>100	media	litosuoli	35	50-100	media	MEDIA
29	luvisuoli ortici	60	50-100	media	luvisuoli cromici	30	50-100	media	MEDIA
30	luvisuoli cromici	70	50-100	media	litosuoli	15	<50	media	MEDIA
31	luvisuoli cromici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	50-100	media	litosuoli	20	<50	media	MEDIA
32	Arenosuoli gleici	100	<50	elevata					BASSA
33	Dune e regosuoli (sabbiosi)	100	<50	elevata					BASSA

38 - Classi di capacità di attenuazione dei suoli



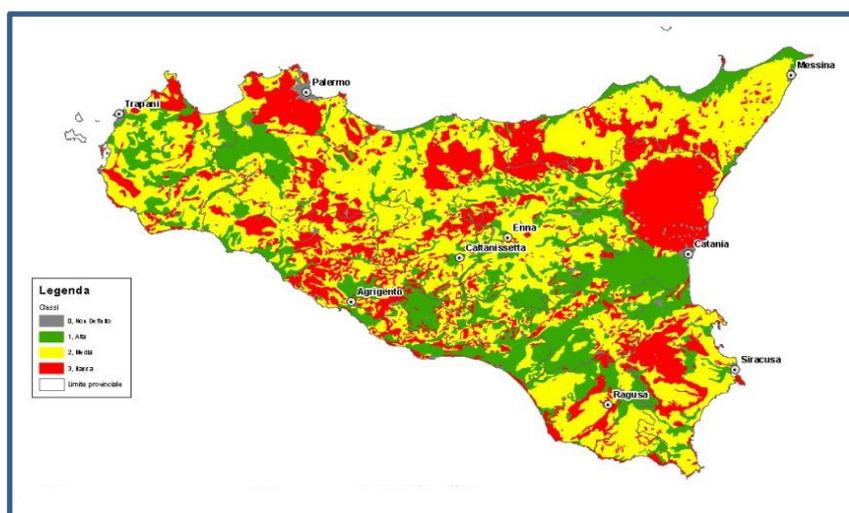
39 - Carta della capacità di attenuazione dei suoli

Dalla cartografia sopra menzionata si evince che l'area di progetto appartiene alla classe media e alta per ciò che riguarda la capacità di attenuazione del suolo. I dati desunti dalla tale carta sono stati rielaborati con quelli della carta dell'indice di aridità ed è stata definita una tabella in cui viene illustrato lo schema di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione del sistema suolo-clima. Dalla matrice risultano nove diversi incroci che sono stati classificati in tre classi di capacità di attenuazione: alta - media - bassa. L'incrocio tra i due tematismi ha prodotto la Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima. In questa carta viene evidenziato il ruolo che il sistema suolo-clima svolge in termini di capacità protettiva: alla classe "alta" corrisponde una bassa percolazione di acqua alla base del profilo e di conseguenza una alta capacità protettiva del sistema suolo-clima nei confronti di inquinanti idrosolubili come i nitrati.

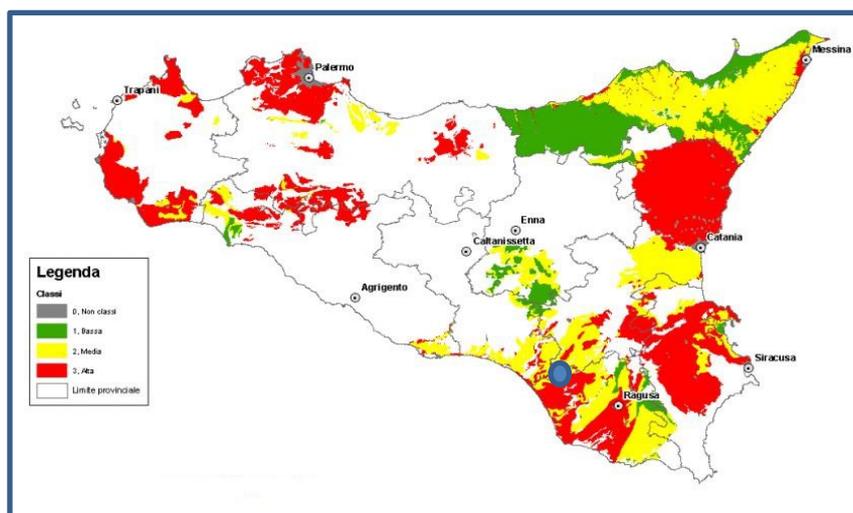
Capacità di attenuazione del sistema suolo - clima			
Capacità di attenuazione suoli	Indice di Aridità		
	Umido	Asciutto/Sub umido	Arido / Semiarido
Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
Media	Bassa	Media	Media
Alta	Media	Alta	Alta

Dall'incrocio per intersezione della Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima con la Carta della vulnerabilità intrinseca di massima si è ottenuta la Carta della vulnerabilità potenziale, che evidenzia il comportamento del sistema clima-suolo-geologia nei confronti della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei. I nove incroci ottenuti sono stati classificati in tre classi di vulnerabilità.: alta, media e bassa.

Vulnerabilità potenziale			
Vulnerabilità intrinseca di massima	Capacità di attenuazione sistema suolo - clima		
	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Bassa</i>
<i>Alta</i>	Media	Alta	Alta
<i>Media</i>	Bassa	Media	Media
<i>Bassa</i>	Bassa	Bassa	Bassa



40 - Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo - clima



41 - Carta della vulnerabilità potenziale

Dalla carta della vulnerabilità potenziale, l'area in esame rientra nella classe media/alta vulnerabilità.

11. L'Agrovoltaiico: esperienze e prospettive future

In questo quadro globale, dove l'esigenza di produrre energia da "fonti pulite" deve assolutamente confrontarsi con la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente nella sua componente "suolo", potrebbe inserirsi la proposta di una virtuosa integrazione fra impiego agricolo ed utilizzo fotovoltaico del suolo, ovvero un connubio (ibridazione) fra due utilizzi produttivi del suolo finora alternativi e ritenuti da molti inconciliabili.

Una vasta letteratura tecnico-scientifica inerente alla tecnologia "agrovoltaiica" consente oggi di avanzare un'ipotesi d'integrazione sinergica fra esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici. Questa soluzione consentirebbe di conseguire dei vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate. L'agrovoltaiico ha infatti diversi pregi:

i pannelli a terra creano un ambiente sufficientemente protetto per tutelare la biodiversità; se installati in modo rialzato, senza cementificazione, permettono l'uso del terreno per condurre pratiche di allevamento e coltivazione.

Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all'ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco.

In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all'ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell'energia radiante. Anche l'evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 53/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------

anticipare, per esempio, le semina di diverse leguminose). Per quanto concerne l’impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta). Uno studio della Lancaster University (A. Armstrong, N. J Ostle, J. Whitaker, 2016. “Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling”), evidenzia che sotto i pannelli fotovoltaici, d’estate la temperatura è più bassa di almeno 5 gradi grazie al loro effetto di ombreggiamento. Le superfici ombreggiate dai pannelli, pertanto, potrebbero così accogliere anche le colture che non sopravvivono in un clima caldo-arido, offrendo nuove potenzialità al settore agricolo, massimizzando la produttività e favorendo la biodiversità. Un altro recentissimo studio (Greg A. Barron-Gafford et alii, 2019 “Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–water nexus in drylands”. Nature Sustainability, 2), svolto in Arizona, in un impianto fotovoltaico dove contemporaneamente sono stati coltivati pomodori e peperoncini, ha evidenziato che il sistema agrovoltaiico offre benefici sia agli impianti solari sia alle coltivazioni. Infatti, l’ombra offerta dai pannelli ha evitato stress termici alla vegetazione ed abbassato la temperatura a livello del terreno aiutando così lo sviluppo delle colture. La produzione totale di pomodori (in termini di resa) è raddoppiata, mentre quella dei peperoncini è addirittura triplicata nel sistema agrovoltaiico. Non tutte le piante hanno ottenuto gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO₂ e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all’ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. La presenza dei pannelli ha inoltre permesso di risparmiare acqua per l’irrigazione, diminuendo l’evaporazione di acqua dalle foglie fino al 65%. Le piante, inoltre, hanno aiutato a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l’efficienza fino al 3% durante i mesi estivi. Uno studio (Elnaz Hassanpour Adeg et alii, 2018. “Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, and water-use efficiency”) ha analizzato l’impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell’Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell’aria, sull’umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell’umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto.

Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semiaride, esistono strategie che favoriscono l’aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo allo stesso tempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile.

L’idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell’area con la convinzione che la presenza di un

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiamonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 54/ 124
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------------------

impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo "matrimonio". Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER ("land equivalent ratio") pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in "consociazione" fra loro (volendo impiegare un termine propriamente agronomico). L'agricoltura praticata in "unione" con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima-alteranti, incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi "integrati" di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico ("ecological focus areas") così come previste dal "greening" quale strumento vincolante della "condizionalità" (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbite a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale. Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello "agro-energetico", capace d'integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un'agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell'aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d'integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un'azione "volano" nello sviluppo del settore agricolo.

Anche in un'ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l'eventuale dismissione dell'impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell'area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L'efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l'utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all'interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l'output energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole

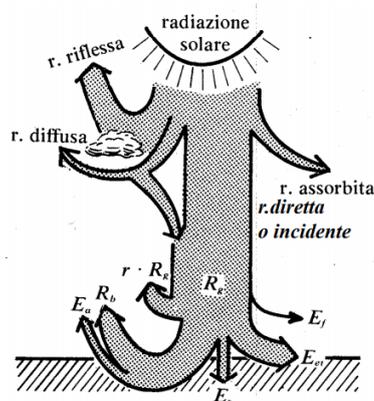
implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 2018).

12. Agrometeorologia e la radiazione solare

Il sole produce onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda compresa tra 0,3 e 30,0 μm . La luce rappresenta l'unica sorgente di energia disponibile per gli organismi vegetali: essa deriva quasi totalmente dal sole e giunge sulla terra sotto forma di radiazione solare. L'azione della luce sulla vita vegetale si esplica principalmente in due modi: sulla crescita delle piante, in quanto la luce influenza la fotosintesi, e sui fenomeni periodici della specie attraverso il fotoperiodismo. Le piante utilizzano per la fotosintesi le o.e.m. di lunghezza d'onda compresa tra 0,4 e 0,7 μm (PAR), che corrisponde all'incirca allo spettro del visibile.

12.1 Bilancio radiativo:

Il bilancio netto della radiazione solare prevede che circa il 30 % del totale viene riflesso, il 50 % è assorbito dal suolo come calore, il 20 % è assorbito dall'atmosfera.



R.g. = radiazione globale
R.g. = r. diretta + r. diffusa

R.n.=radiazione netta
R.n. = R.g. (1- α) + Rc \downarrow - Rc \uparrow
 α =coefficiente di riflessione
Rc=r. a corta lung. d'onda
Per colture agrarie $\alpha=0.23$

R.n. = $\pm E_a \pm E_s \pm E_{et} \pm E_f$
Ea=energia per riscaldare l'aria
Es=energia per riscaldare il suolo
Eet=energia per l'evapotraspirazione
Ef=energia per la fotosintesi

BILANCIO RADIATIVO

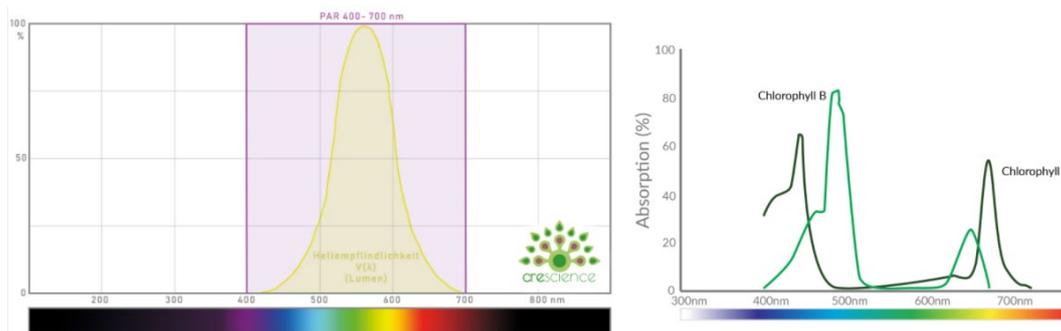
• La radiazione netta (Rn) che costituisce l'effettivo apporto energetico al suolo, è dato da:

$$Rn = Rg(1-\alpha) + Ra - Rs$$

Rg = radiazione globale; Ra = radiazione che giunge dall'atmosfera; Rs = radiazione emessa dal suolo (vegetazione, terreno nudo e acqua); α =albedo.

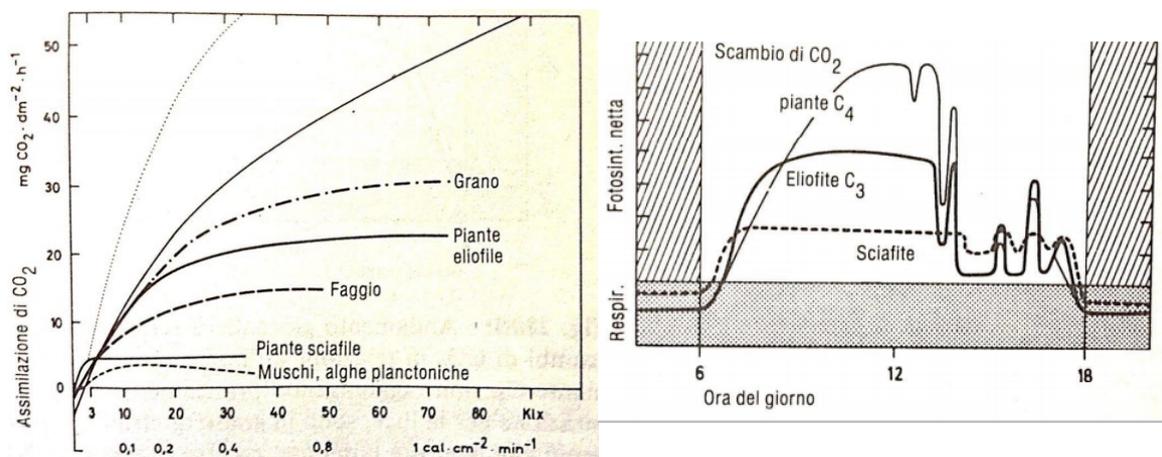
42 – Il bilancio radiativo

Le piante usano energia luminosa per il processo di fotosintesi per convertire l'energia luminosa in energia chimica, consumata per la crescita e/o la fruttificazione. Questo processo è reso possibile da due tipi di clorofilla presente nelle piante A e B. Il grafico seguente mostra che la clorofilla utilizza due gamme PAR: blu (435-450nm) e rosso (640-665nm).



43 – La fotosintesi e la correlazione con la lunghezza d'onda

A seconda del loro adattamento a differenti intensità di illuminazione, piante diverse (così come foglie presenti in punti diversi della pianta) mostrano curve di assimilazione della CO₂ differenti. Le piante possono tendenzialmente essere suddivise in eliofile (alti valori di fotosaturazione, migliore efficienza fotosintetica ad irradianze più elevate, minore suscettibilità a danni fotossidativi rispetto alle piante sciafile) o sciafile (bassi valori di fotosaturazione, ma attività fotosintetica elevata a bassa irradianza, migliore efficienza fotosintetica a basse intensità luminosa rispetto alle altre piante). Le piante coltivate sono, in genere, sciafile facoltative.

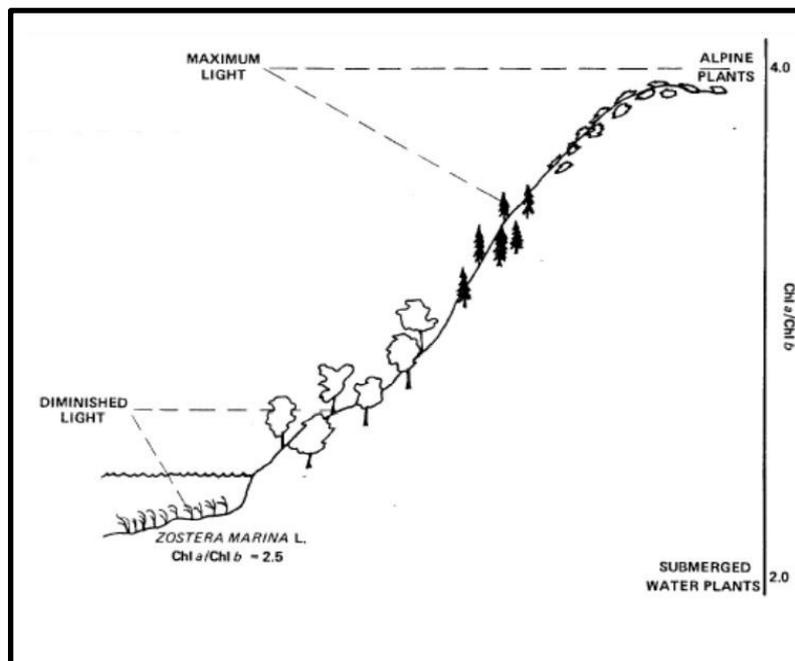


44 – Piante sciafile, eliofile e a ciclo C4

Oltre che come fonte di energia la luce svolge, per le colture, una importante funzione di informazione per i fenomeni fotomorfogenetici che si verificano nei diversi stadi della crescita della pianta.

Per fotoperiodo si intende il tempo (spesso espresso in ore) di esposizione alla luce delle piante e la sua lunghezza risulta fondamentale per le numerose attività delle piante. Per intensità luminosa si intende la quantità di energia luminosa che raggiunge la coltura. L'intensità di luce si misura come quantità di energia radiante che le colture intercettano ovvero il flusso radiante per unità di superficie, che viene definito irradianza o *flusso quantico fotonico* e si esprime come $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. In generale, maggiore è l'irradianza migliore è lo sviluppo dei germogli, ma oltre una certa quantità di luce fornita, i

germogli subiscono un calo della crescita con chiari segni di senescenza e ingiallimento delle foglie. La soglia limite dipende comunque dal tipo di specie trattata e dallo stadio del ciclo di propagazione. Si suppone che un'irradianza minore sia utile nelle fasi di impianto e moltiplicazione, mentre un'irradianza maggiore sia preferibile per la radicazione della pianta. Per qualità della luce si intende l'effetto della luce sull'accrescimento delle piante, ed è uno degli aspetti meno conosciuti ed i riferimenti bibliografici a riguardo sono scarsi. Per alcune essenze vegetali (canapa, lino, foraggiere) aumentando la fittezza (densità di impianto) si ha una riduce la luminosità; per altre piante come la patata, la bietola, le piante da granella (leguminose) e da frutto, riducendo la densità aumenta la luminosità e, conseguentemente, si favorisce l'accumulo di sostanze di riserva. L'orientamento delle file "nord – sud" favorisce l'illuminazione, così come la giacitura e l'esposizione a sud-ovest. Inoltre, sul sesto di impianto l'aumento della distanza tra le file salendo di latitudine aumenta l'efficienza di intercettazione della luce. Allo stesso modo il controllo della flora infestante riduce sensibilmente la competizione per la luce.



45 – Gli effetti della luce in funzione dell'altimetria

Le piante in relazione alla durata del periodo di illuminazione (fotoperiodo) vengono classificate come segue:

Elenco parziale di piante breviurne, neutrodiurne e longidiurne.

Monocotiledoni	Dicotiledoni
Breviurne	
Riso (<i>Oryza sativa</i>)	Chenopodio (<i>Chenopodium</i> spp.) Crisantemo (<i>Chrysanthemum</i> spp.) Fragola (<i>Fragaria ananassa</i>) Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>)
Neurodiurne	
Poa (<i>Poa annua</i>) Mais (<i>Zea mays</i>)	Cotone (<i>Gossypium hirsutum</i>) Fagiolo (<i>Phaseolus</i> spp.) Fragola (<i>Fragaria ananassa</i>) Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>) Patata (<i>Solanum tuberosus</i>) Pomodoro (<i>Lycopersicon esculentum</i>) Topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i>)
Longidiurne	
Agrostide (<i>Agrostis palustris</i>) Avena (<i>Avena sativa</i>) Bromo (<i>Bromus inermis</i>) Falaride (<i>Phalaris arundinacea</i>) Frumento (<i>Triticum aestivum</i>) Lolium (<i>Lolium</i> spp.) Orzo (<i>Hordeum vulgare</i>)	Bietola (<i>Beta vulgaris</i>) Cavolo (<i>Brassica</i> spp.) Sonape bianca (<i>Sinapis alba</i>) Spinacio (<i>Spinacia oleracea</i>) Trifoglio violetto (<i>Trifolium pratense</i>)

passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione non supera le 12 ore giorno

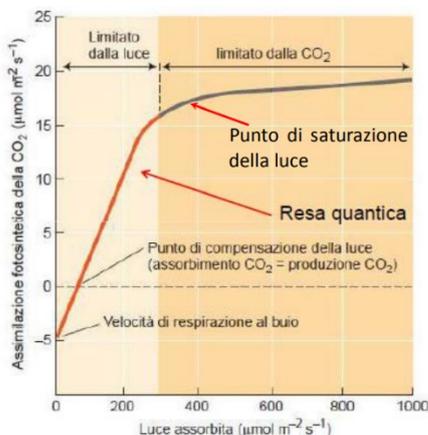
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

46 – Le piante in funzione del fotoperiodo

Ogni pianta presenta una caratteristica dipendenza della fotosintesi netta dall'irradianza:

- Inizialmente con l'aumentare dell'irradianza aumenta la velocità di assimilazione della CO₂. La luce rappresenta il fattore limitante.
- Punto di compensazione della luce: livello di irradianza che comporta una fotosintesi netta nulla, in quanto la quantità di CO₂ assorbita durante il processo fotosintetico è uguale a quella prodotta con la respirazione.
- Punto di saturazione della luce: l'apparato fotosintetico è saturato dalla luce. Aumentando l'irradianza la velocità di assimilazione della CO₂ non aumenta. La CO₂ rappresenta il fattore limitante.

Aumentando l'intensità luminosa, cominciano a manifestarsi i primi segnali di danneggiamento della pianta per esposizione ad un eccesso di irradiazione. La luce porta al surriscaldamento della pianta, provocando rottura dei pigmenti e danneggiamento dell'apparato fotosintetico.



47 – Assimilazione fotosintetica in funzione della quantità di luce assorbita

Un difetto di illuminazione può essere deleterio per alcune piante mentre per altre no. Sovente le conseguenze di un tale difetto possono essere riassunte come sotto specificato:

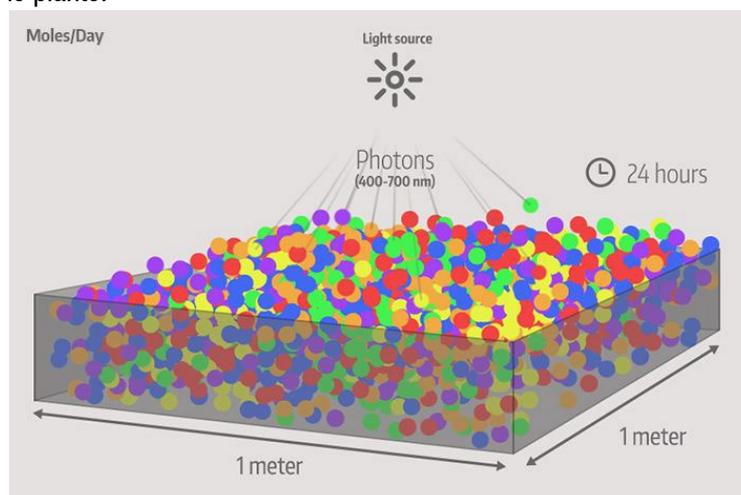
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

Le piante, e le specie vegetali in generale, hanno una diversa sensibilità alla luce rispetto agli umani e dunque le unità di misura utili in botanica sono ben diverse. Quella più utilizzata per la misurazione della radiazione fotosintetica attiva (PAR) è la densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD).

PAR (Radiazione Fotosintetica Attiva)

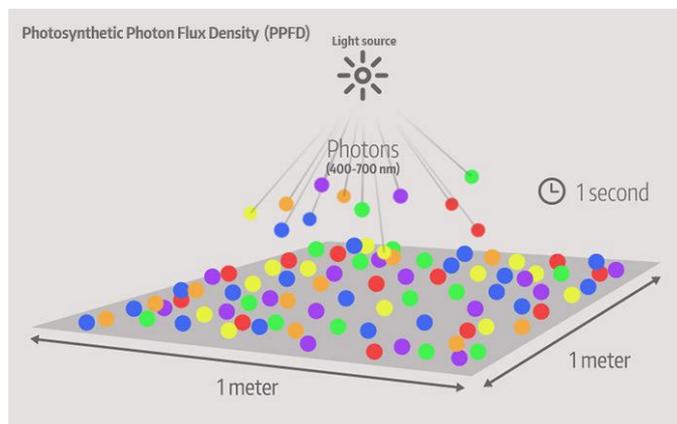
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono troppa energia e possono danneggiare le cellule e i tessuti della pianta, mentre quelle con lunghezza d'onda superiore a 700 non hanno l'energia sufficiente a innescare la fotosintesi.

PPF (Fotosintetica Photon Flux) è una misurazione che specifica la quantità totale di luce prodotta dalla sorgente di luce all'interno di ogni secondo; in altre parole, PPF ci dice quanta luce fotosinteticamente attiva viene emessa dalla sorgente luminosa in un secondo, misurato in $\mu\text{mol/s}$ (micromoli per secondo). È il secondo fattore più importante nel determinare l'efficacia del sistema di illuminazione per le piante.



48 – Quantità di moli di luce solare in un giorno su 1 mq di superficie

PPFD (Densità di flusso fotonico fotosintetico) rappresenta la quantità di PAR (misurata in micromoli) che illumina una superficie di 1 metro quadrato in un intervallo di 1 secondo. L'energia radiante efficace nel processo fotosintetico può essere espressa in due modi, o in W/m^2 oppure in $\mu mol/m^2 s^1$ (Watt per metro quadro o moli per metro quadro secondo). Per convertire da W/m^2 a $\mu mol/m^2 s^1$ si moltiplica per 4.6.



49 – Densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD) per unità di superficie

Esempio: densità di flusso di PAR = $1000 W m^{-2} = 1000 J s^{-1} m^{-2}$

conoscendo le moli di fotoni per joule di energia (= $4.6 \mu mol J^{-1}$) ho che

$$PAR (PPFD = \text{Photosynthetically Photon Flux Density, } \mu mol m^{-2} s^{-1}) = 1000 * 4.6 = 4600 \mu mol m^{-2} s^{-1}$$

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei parametri di coltivazione di alcune piante (leguminose e graminacee in particolare), con riferimento al nutrimento, pH, flusso fotonico (PPF), fotoperiodo e temperatura.

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
African Violet <i>Saintpaulia ionantha</i> H. Wendl.	M	N	V	12	23 / 23	L	12	23 / 23	L	12	23 / 23				Leaf-petiole cuttings.
Ageratum <i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Alliaria <i>Meibomia sativa</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	22 / 22	M	>16	25 / 25	M	>16	25 / 25	Little flowering if photoperiod <12. High requirement for K ₂ O & Mg.
Alstroemeria (Peruvian Lily) <i>Alstroemeria</i> sp. L.	H	N	M	>12	25 / 20	M	>12	20 / 20	M	>12	20 / 15				Division of rhizomes. For continuous flowering, temp. must be < 13 C.
Annual Bluegrass <i>Poa annua</i> L.	L	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 20	M	12-20	20 / 20	M	12-20		
Apple <i>Malus domestica</i> Borkh.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 2000 to 2500 hrs at 4 C
Arabidopsis <i>Arabidopsis thaliana</i> L. Heynh.	M	N	L	8	24 / 24	L	8	20 / 20	L	16	20 / 20	L	>16	20 / 20	Light inhibits germination.
Avocado <i>Persea americana</i> Mill.	M	N				M	12-20	25 / 20	M	12-20	20 / 15	M	12-20	25 / 20	Water stress induces flowering.
Azalea <i>Rhododendron</i> spp.	M	L	L	>14	25 / 23	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 25				5-cm cuttings, 2500 ppm IBA. 5C for six weeks required for flower development after initiation.
Barley <i>Hordeum vulgare</i> L.	M	N	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18	M	16-24	23 / 18	M	16-24	23 / 18	

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ Light
N = Normal 5.5- 6.5
L = Low 4.5- 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Pharbitis <i>Pharbitis Nil (L.) Roth</i>	L	N	L	16	25 / 25	M	16	25 / 25	M	8	30 / 30				
Pigeeweed <i>Amaranthus spp.</i>	M	N	M	>16	25 / 20	M	>16	25 / 20	M	8	25 / 20				
Poinsettia <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzch	H	N	L	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Potato, Sweet <i>Solanum tuberosum (L.) Lam.</i>	M	N	M	12-20	25 / 25	L	<14	25 / 25	M	>14	25 / 25	M	>14	25 / 25	Requirements are: for storage root formation Higher N levels favor vegetative growth; requires high K.
Potato, White <i>Solanum tuberosum L.</i>	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	Requirements are for tuberization. Long days with low PPF delays tuberization. pH=6.0.
Rice <i>Oryza sativa L.</i>	M	N	M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12	30 / 20	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Rose <i>Rosa mult. flora Thunb.</i>	H	N	L	12	23 / 23	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Ryegrass <i>Lolium multiflorum Lam.</i>	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	20 / 15	M	16	23 / 18				
Salvia <i>Salvia splendens Sellow ex</i> <i>Schubler</i>	L	N	M	24	23 / 23	M	12	25 / 20	M	12	25 / 20				
Scrophularia <i>Scrophularia marilandica L.</i>	L	N	L	8	20 / 13	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 μmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 μmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 μmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 μmol m⁻²s⁻¹

M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

L = Low 4.5 - 5.5

V = Very Low 50 - 150 μmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 μmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 μmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 μmol m⁻²s⁻¹

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Silene <i>Silene armeria L.</i>	L	N	D	N/A	25 / 25	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				
Sinapsis <i>Sinapsis alba L.</i>	L	N	M	12-20	25 / 25	M	12-20	20 / 20	M	8	20 / 20				
Snapdragon <i>Antirrhinum majus L.</i>	H	N	M	>12	23 / 23	M	>12	25 / 16	M	>12	20 / 13				Sow seed on top of moist media. Facultative long day for flowering.
Soybean <i>Glycine max (L.) Merr</i>	M	N	M	12	28 / 23	M	12-20	28 / 23	M	12-20	23 / 23	M	12	28 / 23	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Spinach <i>Spinacia oleracea L.</i>	M	N	M	12	20 / 20	M	12	20 / 20	M	>15	25 / 25	M	>15	25 / 25	Elevated temperatures encourage earlier flowering.
Strawberry <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.	M	N	M	12-20	18 / 18	M	12-20	20 / 15	M	<12	20 / 15	M	12-20	20 / 15	For day neutral cultivars only; exposing crowns to 4-6 wks at 4 C will stimulate flowering.
Tobacco <i>Nicotiana tabacum L.</i>	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	
Tomato <i>Lycopersicon esculentum</i>	M	N	M	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Requires high K and Ca. High nutrition may induce fruit set.
Wheat <i>Triticum aestivum L.</i>	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	20 / 15	M	12-20	23 / 18	H	12-20	23 / 18	Winter wheat requires cold treatment (vernalization) for floral induction. Long photoperiod decreases time to flowering.

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 μmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 μmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 μmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 μmol m⁻²s⁻¹

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut.	pH ¹	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Marigold <i>Tagetes erecta</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Oats <i>Avena sativa</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-24	25 / 20	M	12-20		
Olive <i>Olea europaea</i> L.	M	N				H	14	23 / 18	H	12-20	12 / 12	H	12-20	23 / 18	Flower bud initiation: 750 to 2500 hrs at 12 C during early spring.
Pea <i>Pisum sativum</i> L.	M	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 15	M	12-20	23 / 18	Desirable at anthesis to reduce maximum temperature to 22C.
Peach <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 250 to 2600 hrs at 4 C
Peanut <i>Arachis hypogaea</i> L.	M	N	D	N/A	25 / 25	M	12-20	25 / 25	>M	12-20	30 / 23	>M	12-20	30 / 23	Plants flower under most photoperiods. Short days may increase harvest index.
Pear <i>Pyrus communis</i> L.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2500 hrs at 4 C
Pepper <i>Capsicum annuum</i> (L.) var. annuum	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	
Perilla <i>Perilla frutescens</i> (L.) Bitt	L	N	M	16	25 / 25	M	16	20 / 20	M	8	20 / 20	M	8	20 / 20	
Petunia <i>Petunia x hybrida</i> Vilm.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-20	25 / 20				

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

¹ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

² Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 µmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 µmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 µmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 µmol m⁻²s⁻¹

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut.	pH ¹	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ²	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Geranium <i>Pelargonium</i> spp.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Gerbera (Transvaal Daisy) <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus ex Hook f.	H	N	L	>12	25 / 20	M	>12	25 / 18	M	>12	25 / 18				Seeds should not dry out.
Gloxinia <i>Sinningia speciosa</i> (Lodd.) Hiem	M	N	L	>12	20 / 20	M	>12	25 / 20	M	>12	25 / 20				Seeds uncovered on top of media.
Grape <i>Vitis</i> spp.	M	N	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 3000 hrs at 4 C.
Herbane <i>Hyocyanus niger</i> L.	L	N	M	8	25 / 25	M	8	23 / 23	M	16	23 / 20				
Hydrangea <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	M	L,N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<14	25 / 15				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA. Blue: pH<5.5. Pink: pH=6.5. 5 C for 6 wks required for flower development after initiation.
Kalanchoe <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poelein.	H	N	M	>14	23 / 23	M	>14	23 / 20	M	10	23 / 120				Seed or 5-7 cm cuttings.
Lambquarters <i>Chenopodium album</i> L.	M	N	M	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	<12	25 / 20	M	<12	25 / 20	
Lettuce <i>Lactuca sativa</i> L.	M	N	L-M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Tip burn at high light, and high RH. 17 mol m ⁻² day ⁻¹ of PPF suggested.
Liatris (Gayfeather) <i>Liatris</i> spp.	H	N	L	>12	23 / 23	M	>12 Forcing	25 / 15	M	>12	25 / 15				Seed or division of corms. 2 C for 5 wks before forcing period.

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

¹ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

² Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 µmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 µmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 µmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 µmol m⁻²s⁻¹

13. Coltivazione legumicola: quadro generale

I legumi sono da sempre al centro della tradizione contadina siciliana, rivestendo un ruolo fondamentale dal punto di vista alimentare, sia umano che zootecnico. E lo sono ancora di più oggi, visto che il consumo eccessivo di carne e derivati è messo molto in discussione. I legumi, infatti, sono un ottimo sostituto della carne, grazie al loro elevato apporto di proteine. Negli ultimi 15 anni il tasso di crescita della produzione di legumi non ha saputo tenere il passo della relativa crescita della popolazione: infatti, secondo la FAO, tra il 2000 e il 2014 la popolazione mondiale è aumentata del 19% mentre la disponibilità di legumi pro-capite è cresciuta solo di 1,6 kg all'anno (M. Cappellini, *IlSole24Ore*, 2018). L'Europa, in questo contesto di cambiamento, è troppo dipendente dalle importazioni di legumi dal resto del mondo, sia quelli destinati all'alimentazione umana sia quelli per i mangimi animali, ed è quindi necessario aumentarne la produzione interna per venire incontro alle esigenze dei consumatori di avere un cibo più sostenibile e più salutare. In Europa la classifica dei produttori di legumi vede al primo posto la Francia, con 788.000 tonnellate all'anno. Ma non rappresenta che l'1% delle produzioni mondiali di legumi; al primo posto, nel mondo, c'è l'India, dove viene coltivato oltre il 17% di tutti i legumi. Al secondo posto si trova il Canada che negli ultimi anni, ha lanciato il suo piano per lo sviluppo delle proteine vegetali.

	FAGIOLI SECCHI		PISELLI SECCHI		LENTICCHIE		CECI		ALTRI LEGUMI		TOTALE	
	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%
AUSTRIA	-	-	17.435	1,3	-	-	-	-	7.643	1,0	25.078	1,0
BELGIO	800	0,3	1.330	0,1	-	-	-	-	-	-	2.130	0,1
BULGARIA	954	0,4	1.531	0,1	220	0,3	633	1,4	190	0,0	3.528	0,1
CROAZIA	1.329	0,6	579	0,0	83	0,1	-	-	-	-	1.991	0,1
CIPRO	194	0,1	133	0,0	11	0,0	93	0,2	-	-	431	0,0
R.CECA	-	-	42.748	3,1	-	-	-	-	11.049	1,5	53.797	2,2
DANIMARCA	-	-	17.000	1,2	-	-	-	-	16.200	2,2	33.200	1,4
ESTONIA	532	0,2	34.183	2,5	-	-	-	-	-	-	34.715	1,4
FRANCIA	7.500	3,3	512.094	37,1	23.000	31,1	-	-	6.000	0,8	548.594	22,3
GERMANIA	-	-	155.300	11,3	-	-	-	-	8.050	1,1	163.350	6,6
GRECIA	21.510	9,3	690	0,1	7.750	10,5	3.570	7,9	3.130	0,4	36.650	1,5
UNGHERIA	1.530	0,7	46.190	3,3	1	0,0	90	0,2	2.100	0,3	49.911	2,0
IRLANDA	17.600	7,6	3.000	0,2	-	-	-	-	-	-	20.600	0,8
ITALIA	11.049	4,8	23.044	1,7	1.873	2,5	13.072	28,8	4.610	0,6	53.648	2,2
LETTONIA	23.600	10,2	8.900	0,6	-	-	-	-	50	0,0	32.550	1,3
LITUANIA	62.500	27,1	101.100	7,3	-	-	-	-	29.900	4,1	193.500	7,9
LUXEMBURG	300	0,1	750	0,1	-	-	-	-	32	0,0	1.082	0,0
MALTA	370	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	370	0,0
PAESI BASSI	5.760	2,5	3.710	0,3	-	-	-	-	-	-	9.470	0,4
POLONIA	38.042	16,5	44.421	3,2	-	-	-	-	309.086	42,4	391.549	15,9
PORTOGALLO	2.350	1,0	-	-	-	-	530	1,2	-	-	2.880	0,1
ROMANIA	19.748	8,6	50.838	3,7	-	-	179	0,4	598	0,1	71.363	2,9
SLOVACCHIA	115	0,0	12.074	0,9	57	0,1	240	0,5	1.278	0,2	13.764	0,6
SLOVENIA	761	0,3	542	0,0	-	-	-	-	213	0,0	1.516	0,1
SPAGNA	13.100	5,7	113.500	8,2	41.000	55,4	27.000	59,5	41.000	5,6	235.600	9,6
SVEZIA	940	0,4	46.500	3,4	-	-	-	-	-	-	47.440	1,9
FINLANDIA	-	-	14.200	1,0	-	-	-	-	-	-	14.200	0,6
REGNO UNITO	-	-	128.000	9,3	-	-	-	-	287.530	39,5	415.530	16,9
TOT. UE a 28	230.584	100	1.379.792	100	73.995	100	45.407	100	728.659	100	2.458.347	100

50 – Produzione di legumi secchi in UE – anno 2014, dati FAO

In Italia, nell'ultimo trentennio, le leguminose da granella hanno subito una forte diminuzione, di eccezionale gravità, considerato che non disponiamo di fonti proteiche, animali vivi e carni macellate, così come di granella di proteaginose e relativi derivati per l'alimentazione sia degli uomini che degli animali. La produzione di legumi secchi (fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave) nel nostro Paese ha conosciuto una drastica diminuzione a partire dagli anni '60, passando da un quantitativo complessivo di 640.000 tonnellate al picco negativo di 135.000 tonnellate (-81%) raggiunto negli anni 2010-15. Oggi per fortuna l'Italia ha cominciato ad invertire la curva, parallelamente alle scelte alimentari che hanno sempre più premiato il consumo dei legumi. In particolare, si sono registrati buoni trend di crescita nella produzione nazionale di ceci e lenticchie: complessivamente oggi l'Italia, con circa 200.000 tonnellate, si colloca all'ottavo posto in Europa per la produzione di legumi secchi (report sui legumi e sulle colture proteiche nei mercati mondiali, europei e italiani realizzato dall'istituto di ricerca Areté per conto dell'Alleanza Cooperative Agroalimentari).

Dalla relazione emerge come il lungo trend negativo della produzione registrato in Italia negli ultimi decenni abbia avuto dirette conseguenze sugli scambi commerciali da e verso il nostro Paese, accentuando la posizione di importatore netto dell'Italia, da 4.500 tonnellate di legumi nel 1960 a circa 360.000 nel 2017. L'Italia dipende quindi fortemente dalle importazioni di tutti i legumi per soddisfare la propria domanda. Lo attestano con grande evidenza questi dati: nel 2017 il rapporto import / consumo presunto è stato del 98% per le lenticchie, del 95% per i fagioli, del 71% per i piselli, del 59% per i ceci. Rispetto alla media europea, nell'anno 2016 (ultimi dati disponibili per la UE), l'Italia ha importato il 65% del suo consumo, contro il 33% della Ue. I nuovi dati pubblicati dall'ISMEA (2016) riguardo alla produzione e al consumo in Italia evidenziano una certa crescita. Le motivazioni sono imputabili ad una riscoperta di queste proteine vegetali che ben rispondono ai nuovi stili alimentari che vanno sempre più diffondendosi (vegetariani e vegani nella fattispecie). La produzione nazionale è localizzata per il 63% in Sicilia, Abruzzo, Toscana, Marche e Puglia. Dai dati ISTAT emerge che la superficie rilevata nel 2011 era di 64.468 ettari, con una produzione di 1.343.165 quintali.



In Sicilia la situazione legumicola è frammentata e molto variegata. Sono state impiegate da sempre in agricoltura con il solo scopo di fornire una alimentazione al bestiame mentre solo negli ultimi anni stanno assumendo un ruolo fondamentale non solo nella rotazione in campo con i cereali ma anche perché si riconoscono ai legumi tutte le proprietà sopra menzionate, non ultima quella di costituire un pilastro fondamentale della dieta mediterranea. I legumi maggiormente coltivati in Sicilia sono le fave, i ceci, le lenticchie, i piselli e i lupini. Vengono coltivate sia varietà che abbiamo importato da altri paesi che ecotipi locali che manteniamo attraverso un processo di moltiplicazione “in campo”. Tali ecotipi locali costituiscono delle vere e proprie nicchie ecologiche e sono rappresentativi di un determinato territorio. Le coltivazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale: sono varietà sia ad uso estensivo da pieno campo che da uso intensivo con cultivar ed ecotipi rampicanti. Le produzioni sono variabili da zona a zona ma garantiscono, sempre e comunque, un livello qualitativo eccellente. Il problema principale riguarda la produzione in quanto le superfici investite a legumi, seppur in crescita rispetto al trend degli ultimi anni, riescono a coprire solo un 15-20% della richiesta interna.

14. Coltivazione legumicola: aspetti colturali

Il ruolo di primo piano di legumi è dovuto sostanzialmente alle loro peculiarità agronomiche e alla relativa facilità d’impianto. Si fa presente, inoltre, che l’esiguo fabbisogno irriguo rende la coltivazione dei legumi una scelta oculata e intelligente in zone aride e in regioni a rischio siccità. I legumi non si limitano soltanto ad apportare benefici alla salute umana, ma migliorano anche le condizioni di vita del suolo e i residui dei raccolti delle leguminose possono essere utilizzati come foraggio per i animali. Le leguminose possono ospitare, in maniera simbiotica, nel proprio apparato radicale alcuni tipi di batteri del genere *Rhizobium*: questi hanno la capacità di fissare l’azoto atmosferico ossia di prendere quel 78% di azoto presente nella nostra atmosfera e trasformarlo in una forma che sia assimilabile dalla pianta. Questi batteri vivono in simbiosi con le leguminose e sono in grado di assorbire e convertire l’azoto atmosferico in composti azotati, riducendo le emissioni di CO₂ che possono essere utilizzati dalle piante e contemporaneamente migliorare la fertilità del suolo. I rizobi, però, non arricchiscono solo le piante ma anche il terreno stesso: in agricoltura i legumi sono definiti colture di arricchimento, generalmente da alternare ai cereali che invece sono definiti depauperanti. I legumi riescono a fissare tra 72 e 350 kg di azoto per ettaro/anno. Inoltre, contribuiscono a migliorare adesso tessitura del terreno e nei sistemi di coltivazione “consociati” possono ridurre l’erosione del suolo e contribuire a controllare infestazioni e malattie; inoltre, riducono l’utilizzo di pesticidi chimici in agricoltura migliorando la fertilità del suolo e favorendo anche la biodiversità.

15. Le principali essenze leguminose da granella

Le principali essenze coltivate sono fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave (anche lupini e cicerchia in minima parte). Di seguito si riporta una panoramica e le principali caratteristiche delle leguminose da granella che interessano la Sicilia e che possono essere impiegate nelle interfile dell'area di progetto.

15.1 Fava

La fava si coltiva per la sua granella che, secca o fresca, trova impiego come alimento per l'uomo e per gli animali. La pianta è coltivata per foraggio (erbaio) e anche per sovescio. Nei tempi recenti il consumo dei semi secchi si è ridotto, mentre ampia diffusione ha ancora nell'alimentazione umana l'uso della granella immatura fresca o conservata inscatolata o surgelata. La fava è una leguminosa appartenente alla tribù delle Viciae; il suo nome botanico è *Vicia faba* (o anche *Faba vulgaris*). Nell'ambito della specie tre varietà botaniche sono distinguibili in base alla dimensione dei semi:

- *Vicia faba maior*, fava grossa, che produce semi appiattiti e grossi (1.000 semi pesano da 1.000 a 2.500 g), impiegati per l'alimentazione umana;
- *Vicia faba minor*, favino o fava piccola, i cui semi sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700 g) e s'impiegano per seminare erbai e sovesci (poiché fanno risparmiare seme, rispetto alle altre varietà) e anche come concentrati nell'alimentazione del bestiame. Il seme viene anche sottoposto ad un processo di "decorticazione" che consente di eliminare il tegumento esterno e rendere il prodotto secco impiegabile per l'uso alimentare.
- *Vicia faba equina*, favetta o fava cavallina, provvista di semi appiattiti di media grandezza (1.000 semi pesano da 700 a 1000 g) che s'impiegano per l'alimentazione del bestiame e, oggi, anche dell'uomo come granella fresca inscatolata o surgelata.

La fava è una pianta annuale, a rapido sviluppo, a portamento eretto, glabra, di colore grigioverde, a sviluppo indeterminato. La radice è fittonante, ricca di tubercoli voluminosi. Gli steli eretti, fistolosi, quadrangolari, alti fino a 1,50 m (media 0,80-1,00 m) non sono ramificati, ma talora si può avere un limitatissimo accostamento con steli secondari sorgenti alla base di quello principale. Le foglie sono alterne, paripennate, composte da due o tre paia di foglioline sessili ellittiche intere, con la fogliolina terminale trasformata in un'appendice poco appariscente ma riconducibile al cirro che caratterizza le foglie delle Viciae. I fiori si formano in numero da 1 a 6 su un breve racemo che nasce all'ascella delle foglie mediane e superiori dello stelo. I fiori sono quasi sessili, piuttosto appariscenti (lunghezza 25 mm), la corolla ha petali bianchi e talora violacei e, quasi sempre, con caratteristica macchia scura sulle ali.



52 – la pianta della Fava e il baccello

Grazie al fatto che è una leguminosa, che è sarchiata e che libera il terreno assai presto da consentire un'ottima preparazione per il frumento, la fava è una coltura miglioratrice eccellente che costituisce un'ottima precessione per i cereali; il suo posto nella rotazione è quindi tra due cereali. Si può considerare che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto, apportato dalla leguminose, dell'ordine di 40-50 Kg/ha. In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca. La preparazione razionale del suolo consiste in un'aratura profonda (0,4-0,5 m) che favorisca l'approfondimento delle radici e quindi l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse idriche e nutritive più profonde. Non è necessario preparare un letto di semina molto raffinato: la notevole mole dei semi fa sì che il contatto col terreno sia assicurato anche se persiste una certa collosità. La concimazione minerale della fava va basata principalmente sul fosforo, dato che come tutte le leguminose essa è particolarmente sensibile e reattiva a questo elemento: 60-80 Kg/ha di P2O5 sono la dose da apportare. Il potassio generalmente abbonda nei terreni argillosi dove la fava dovrebbe trovare la sua sede. Per quanto riguarda l'azoto la fava è di fatto autosufficiente, grazie alla simbiosi con il *Bacillus radicolica*, per cui la concimazione azotata non è necessaria. La semina autunnale va fatta in modo che le piantine abbiano raggiunto lo stadio di 3-5 foglie prima dell'arrivo dei freddi (seconda decade di novembre). La quantità di seme deve essere tale da assicurare 12-15 piante per mq nel caso di fava grossa, 25-35 nel caso di favette e di 40-60 nel caso di favino. Le quantità di seme vanno calcolate in base al peso medio dei semi: in genere oscillano

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 68/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------

sui 200-300 Kg/ha o più. La semina si fa in genere con le seminatrici universali a file distanti 0,50 m nel caso di fava e favetta, di 0,35-0,40 m nel caso del favino. La semina deve essere piuttosto profonda: 60-80 mm nel caso di fava grossa, 40-50 mm nel caso di favetta e di favino. Nella coltura da pieno campo la semina fitta determina l'innalzamento dell'inserzione dei baccelli più bassi, il che è vantaggioso per la mietitrebbiatura che in tal modo dà luogo a minor perdite di granella. Tra le cure colturali che (non sempre) si fanno fa ricorso a sarchiature, a leggere rincalzature e a cimature. La raccolta dei semi "secchi" si fa quando la pianta è completamente secca. La fava grossa non si riesce a raccogliere con mietitrebbiatrici, se non con pessimi risultati qualitativi (rottura dei semi). Solo il favino si raccoglie abbastanza facilmente mediante mietitrebbiatrice opportunamente regolata. L'epoca di raccolta si fa risalire mediamente a metà di giugno. La produzione di semi freschi per l'industria è considerata buona quando giunge a 5-6 t/ha.

15.2 Cece

Il cece (*Cicer arietinum*) è una pianta assai rustica, adatta al clima caldo-arido, perché resiste assai bene alla siccità mentre non tollera l'umidità eccessiva; ha bisogno di poche cure per crescere e fruttificare, richiede un terreno povero, sopporta la siccità e anche un moderato livello di petrosità, mal tollera i ristagni idrici. Negli ambienti semi-aridi ai quali il cece si dimostra adatto esso si avvicenda con il cereale autunnale (frumento, orzo) del quale costituisce una buona precessione, anche se il suo potere miglioratore non è pari a quello della fava o del pisello. Possiede un apparato radicale molto profondo che può spingersi anche oltre il metro di profondità e pertanto il terreno destinato al cece va lavorato profondamente, in modo da consentire il massimo approfondimento radicale, e andrà affinato durante l'autunno e l'inverno. La semina si effettua in autunno con inverni miti e il seme germina facilmente a 10° (temperatura del suolo) e la germinazione è ipogea e le plantule non hanno particolari difficoltà ad emergere dal terreno. Il cece si semina a file distanti 0,35-0,40 m, a una profondità di 4-6 cm, mirando a realizzare un popolamento di 25-30 piante a metro quadrato; secondo la grossezza del seme sono necessarie, ovviamente, quantità di seme diverse. La pianta è alta circa 50 cm e produce dei baccelli corti che contengono uno o due ceci. Il cece è una pianta a sviluppo indeterminato, che incomincia a fiorire a partire dai nodi bassi e la cui fioritura prosegue per alcune settimane. Ha una fioritura e una maturazione scalare per cui ad un certo punto sulla pianta si avranno fiori e semi allo stesso tempo. A distanza di 4 o 6 mesi dalla semina, in genere verso giugno o luglio, quando le piante saranno ingiallite e i baccelli saranno secchi, inizierà la raccolta.

La recente disponibilità di cultivar selezionate per resistenza al freddo rende oggi possibile anticipare la semina all'autunno (ottobre-novembre), con notevoli vantaggi in termini di resa. La semina può farsi con le seminatrici da frumento o con seminatrici di precisione. La profondità di semina idonea corrisponde a 50-70 mm e il seme va conciato accuratamente per prevenire attacchi di crittogame sulle plantule. La concimazione deve essere mirata soprattutto a non far mancare alla coltura il fosforo (e il

potassio se carente); per l'azoto la nodulazione, se regolare come quasi sempre accade, assicura il soddisfacimento del fabbisogno. Poiché il prelevamento di fosforo è molto limitato, anche la relativa concimazione può essere limitata a 40-60 Kg/ha di P2O5. In terreni estremamente magri o poco favorevoli all'azotofissazione, una concimazione azotata con 20-30 Kg/ha di azoto può risultare vantaggiosa. Di norma il cece non richiede cure colturali particolari, solo in certi casi è usanza praticare una leggera rincalzatura.

Una buona coltura di cece può produrre oltre 3 t/ha di granella, ma in genere le rese sono molto più basse. Con la semina autunnale e una buona tecnica colturale sono oggi realizzabili rese dell'ordine di 4 t/ha, quanto meno negli ambienti più favorevoli a questa coltura.



53 – I ceci: coltura in pieno campo e particolari della pianta

15.3 Lenticchia

La lenticchia è una delle più antiche piante alimentari che l'uomo ha conosciuto, originatasi nella regione medio orientale della "Mezzaluna fertile" (Siria e Iraq settentrionale), agli albori della civiltà agricola, e diffusasi poi in tutto il mondo. Si coltivano a lenticchia nel mondo 3,2 milioni di ettari, con una

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 70/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------------------

produzione di 3 milioni di tonnellate, corrispondente a una resa media di 900 Kg/ha. L'Italia è un modestissimo produttore con meno di 1.000 ettari coltivati a lenticchia. I semi secchi di lenticchia costituiscono un ottimo alimento per l'uomo, ricco di sali minerali e proteine (23-24%) di buona qualità. La lenticchia (*Lens culinaris*), è una pianta annuale, bassa (0,25-0,40 m di altezza), ramificata, gracile, semiprostrata. La radice è fittonante ma la profondità raggiungibile dal fittone non è grande: 0,35-0,40 m al massimo. Sulle radici si sviluppano numerosi tubercoli radicali, piccoli e allungati. Le foglie sono alterne, pennate, composte da 1 fino a 8 paia di foglioline, terminanti con un cirro semplice. I fiori sono piccoli, bianchi o con venature rosate o celeste pallido sullo stendardo, portati in numero da 1 a 4 su infiorescenze ascellari. La lenticchia è pianta a sviluppo indeterminato e può presentare legumi quasi maturi sui nodi bassi e fiori su quelli più alti. La fecondazione è di norma autogamia.

La lenticchia è coltura diffusa nelle aree svantaggiate a clima temperato semiarido dove, grazie alla brevità del ciclo biologico e al ciclo autunno-primaverile, nonostante la siccità ricorrente riesce a dare produzioni soddisfacenti, anche se modeste, di una granella di alto valore alimentare e di residui pagliosi di alto valore foraggero. Per quanto riguarda il terreno la lenticchia manifesta una grande adattabilità anche a terre di fertilità media e bassa, di tessitura da argillosa a limo-sabbiosa, pur se ricchi di scheletro, di reazione da sub-acida a sub-alcaina. Nelle aree a clima semi-arido (tra 250-350 mm di piogge all'anno) dove la lenticchia è prevalentemente diffusa, essa entra in avvicendamento con il cereale autunnale (frumento od orzo), costituendo un'ottima coltura da far precedere al cereale. La preparazione del terreno va fatta accuratamente arando per tempo, subito dopo aver raccolto il cereale. Seguono lavori di affinamento per preparare il letto di semina in autunno nel caso di semina autunnale, in autunno e in inverno nel caso di semina primaverile.

La più razionale tecnica di semina consiste nell'impiegare 300-400 semi germinabili a metro quadrato, seminati a file a 0,15-0,25 m alla profondità di 40-60 mm secondo la grossezza del seme (più questo è grosso, più in profondità può essere seminato). Il seme va conciato per proteggerlo dai marciumi delle plantule. Le quantità di seme necessarie e sufficienti vanno da 60-80 Kg/ha per le lenticchie a seme piccolo a 120-160 Kg/ha per quelle a seme grosso. Per la semina si impiegano le comuni seminatrici da frumento. La concimazione della lenticchia va fatta con 30 Kg/ha di P2O5 e in terreni poveri di potassio con 50-80 Kg/ha di K2O. L'azoto non è necessario.

Le erbe infestanti costituiscono un serio problema per la lenticchia che nella fase iniziale del ciclo cresce lentamente e risulta dotata di scarso potere soffocante. Sarchiature a macchina non si possono fare date le file strette, per cui la scerbatura a mano è stata ed è tuttora il più usato sistema di controllo delle malerbe anche se improponibile su ampie superfici di coltivazione. Buoni risultati si ottengono con il diserbo in pre-emergenza o in post-emergenza (se non interdetto dai vari disciplinari di produzione). La raccolta delle varietà a taglia alta e a portamento eretto consente la meccanizzazione della raccolta con la mietitrebbiatura diretta oppure con falcia-andanatura, essiccazione delle andane e successivo

passaggio di mietitrebbiatrice munita di “pick up”. Si considera buona una produzione di 1,5-2 T/ha di semi secchi.



54 – La lenticchia: coltura in pieno campo e particolari della pianta

15.4 Arachide

L'Arachide (*Arachis hypogaea*) è una pianta oleaginosa di importanza mondiale, originaria del Brasile. Dal Sud America si è diffusa negli altri continenti e anche in Italia seppur in maniera limitata. È una pianta cespitosa annuale, alta 40-60 cm, con radice fittonante breve con numerose radici laterali ricche di tubercoli; i fusti sono lunghi 60-80 cm, a portamento eretto, procombente o strisciante mentre le foglie sono alterne, paripennate, ovali. I fiori possono essere maschili, visibili e caduchi, oppure ermafroditi, nascosti, spesso cleistogami, con un piccolo ovario portato da un ginocoforo; il loro numero varia in funzione del tipo e dell'ambiente di coltivazione. L'arachide necessita di una temperatura superiore a 16°C durante la germinazione, di 20°C in occasione della fioritura e di 18°C durante la maturazione. Meno esigente nei confronti dell'acqua specialmente per la fase di maturazione. Occupando nella rotazione il posto di una coltura da rinnovo, è necessaria un'aratura profonda e successive lavorazioni del terreno. La semina avviene in aprile-maggio (si può anche anticipare in

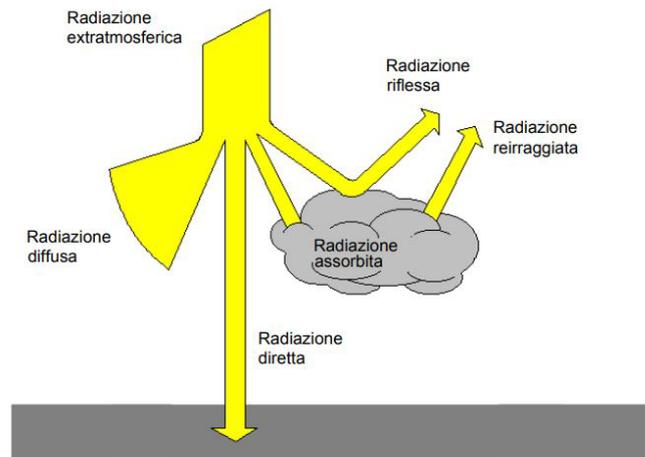
funzione di particolari annate), impiegando seme sgusciato ma con il tegumento arancione, a file distanti 60 cm e a 15 cm lungo la fila. La raccolta viene fatta con macchine che estirpano le piante e le dispongono in andane per la successiva essiccazione. La resa di una buona coltura si aggira intorno ai 20-30 quintali ad ettaro di legumi. Il seme contiene fino al 50% di olio e il 40% di proteine; l'olio è di ottima qualità e contiene acido arachidonico (2-5%) ed ha una composizione equilibrata. Il seme tostato è largamente impiegato nell'industria dolciaria. Il burro di arachidi è un alimento ricavato dalla macinatura di semi di arachidi. La pasta è composta dai semi macinati, olio vegetale di palma, sale e zucchero. Il pannello, residuo dell'estrazione dell'olio, è impiegato nell'alimentazione zootecnica.



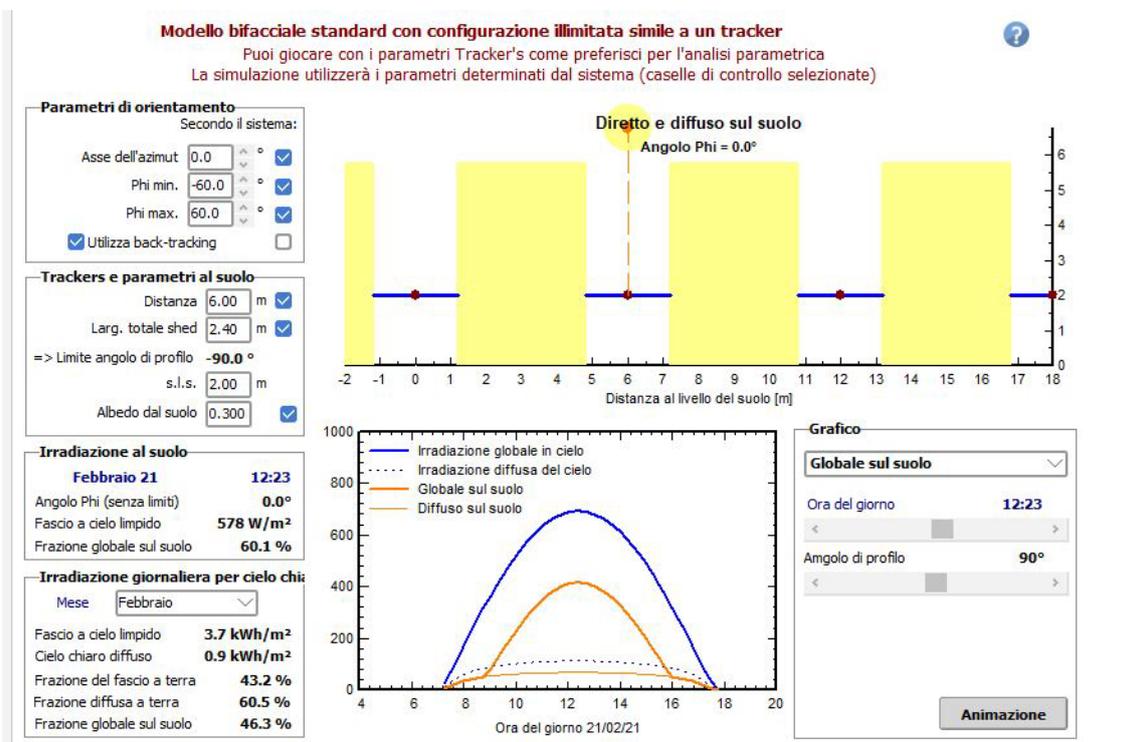
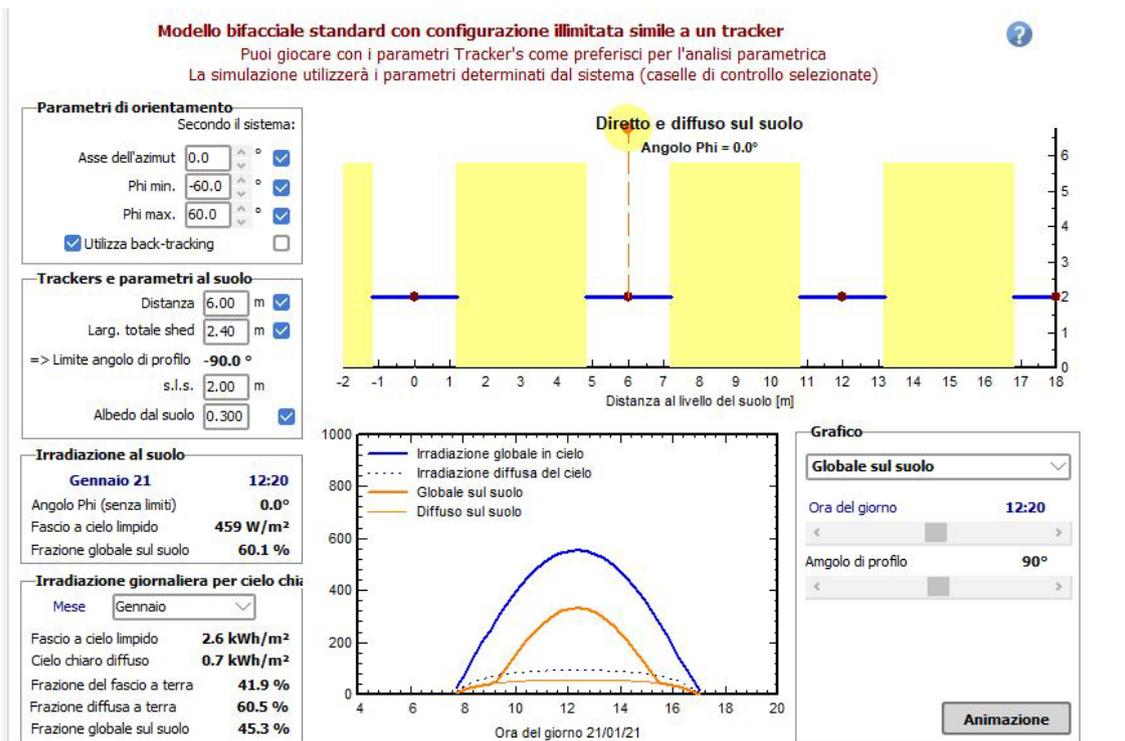
55– L'arachide: una leguminosa alternativa alle classiche rotazioni colturali

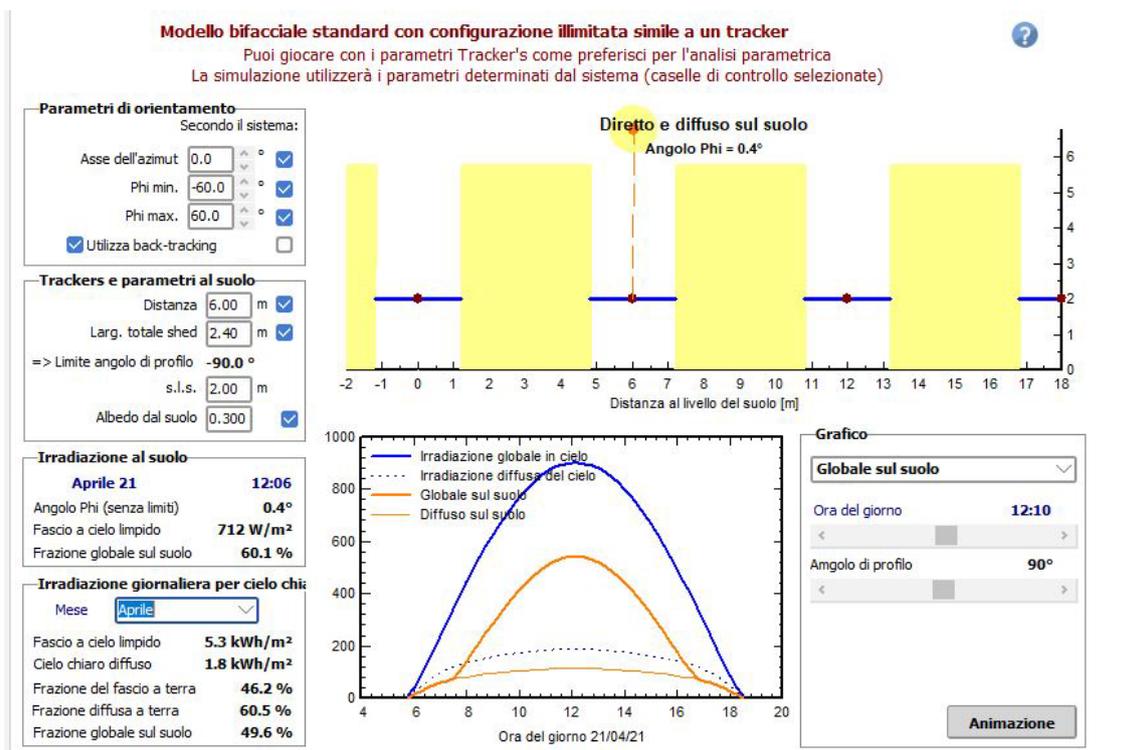
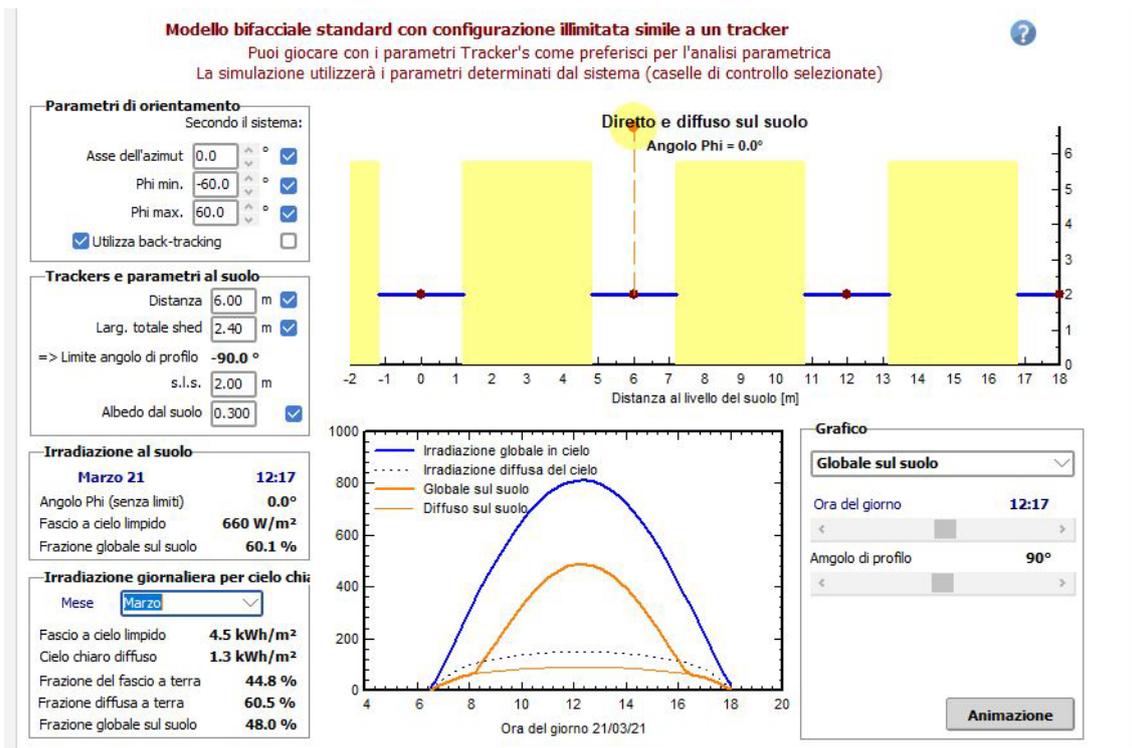
16. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto

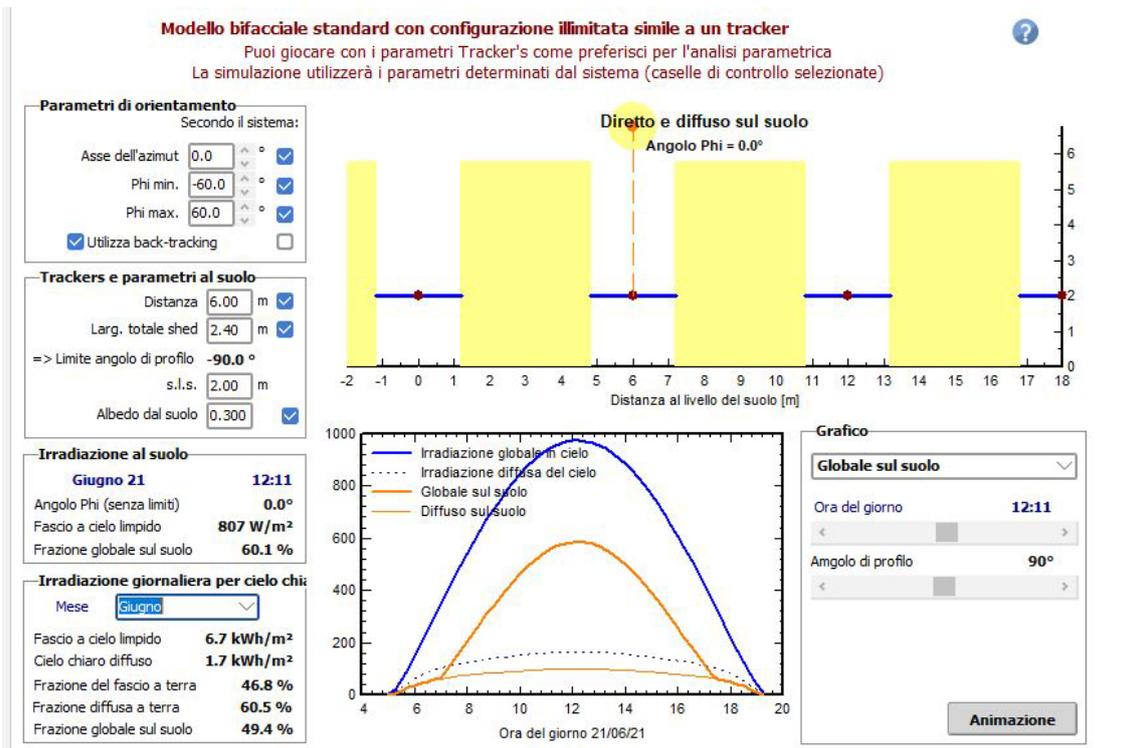
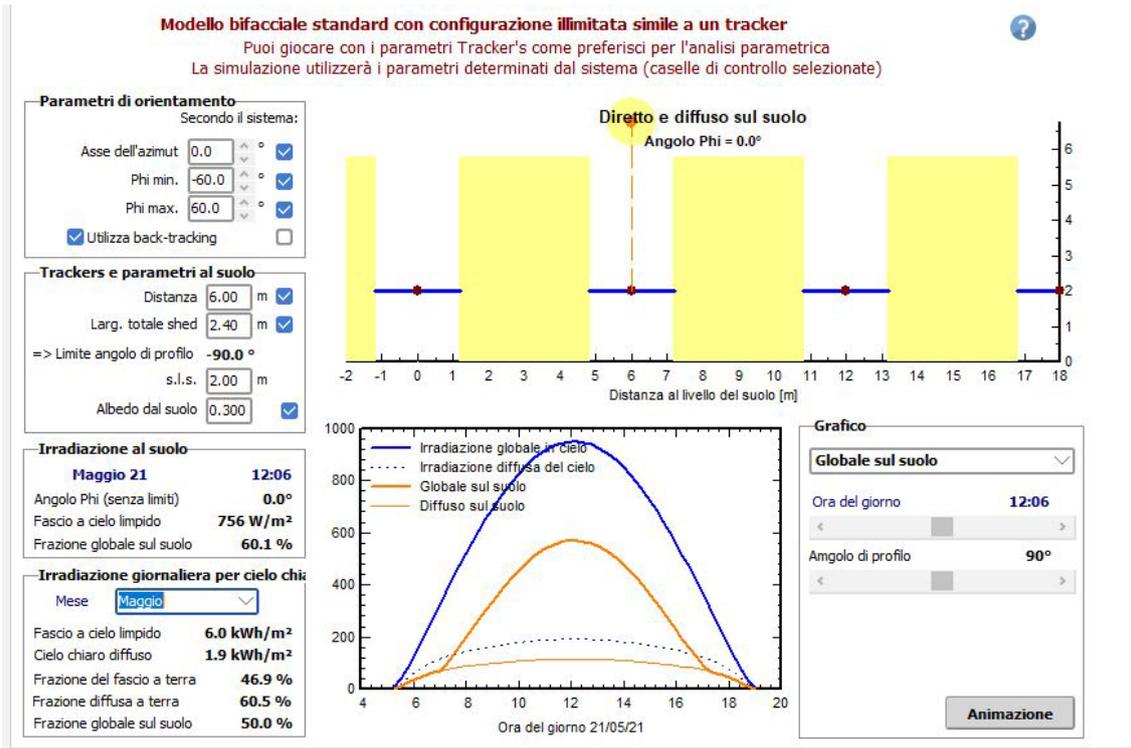
La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza e dalla riflettanza delle superfici. La radiazione che un metro quadrato di una superficie orizzontale riceve è detta radiazione globale ed è il risultato della somma della radiazione diretta e della radiazione diffusa. La radiazione diretta è quella che giunge direttamente dal sole, mentre la radiazione diffusa è quella riflessa dal cielo, dalle nuvole e da altre superfici. La radiazione diretta si ha quindi solo quando il sole è ben visibile. D'inverno la radiazione diffusa è molto maggiore in percentuale e su base annua, è pari al 55% di quella globale.

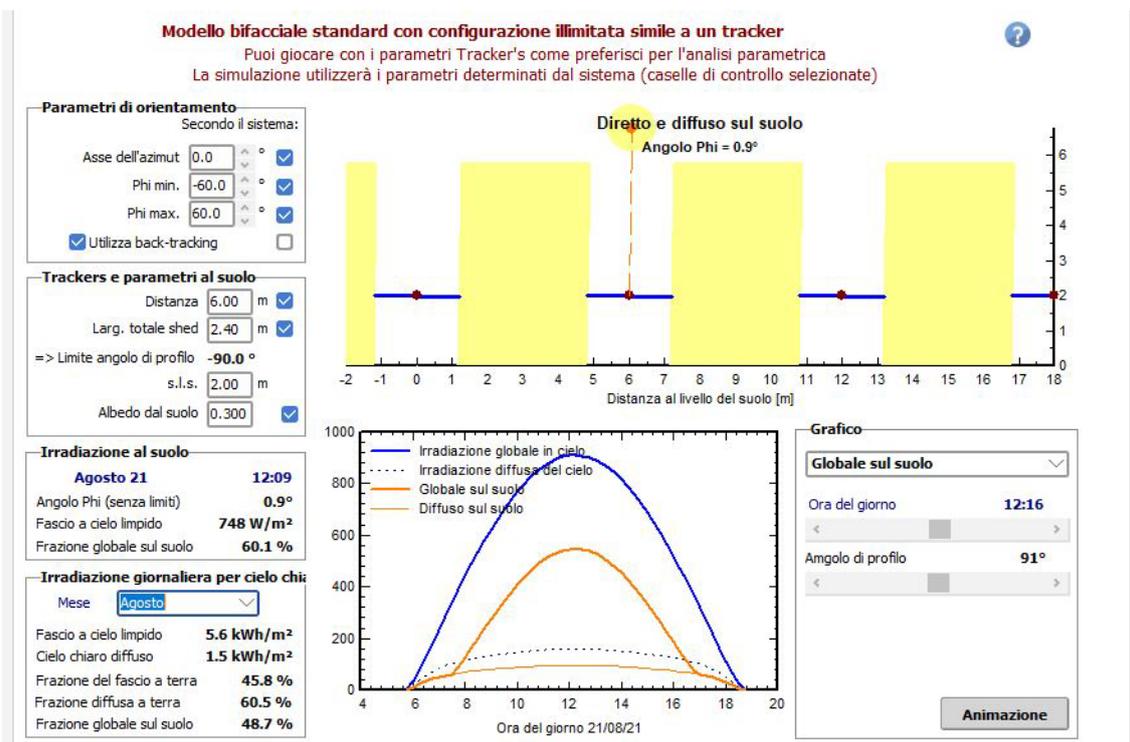
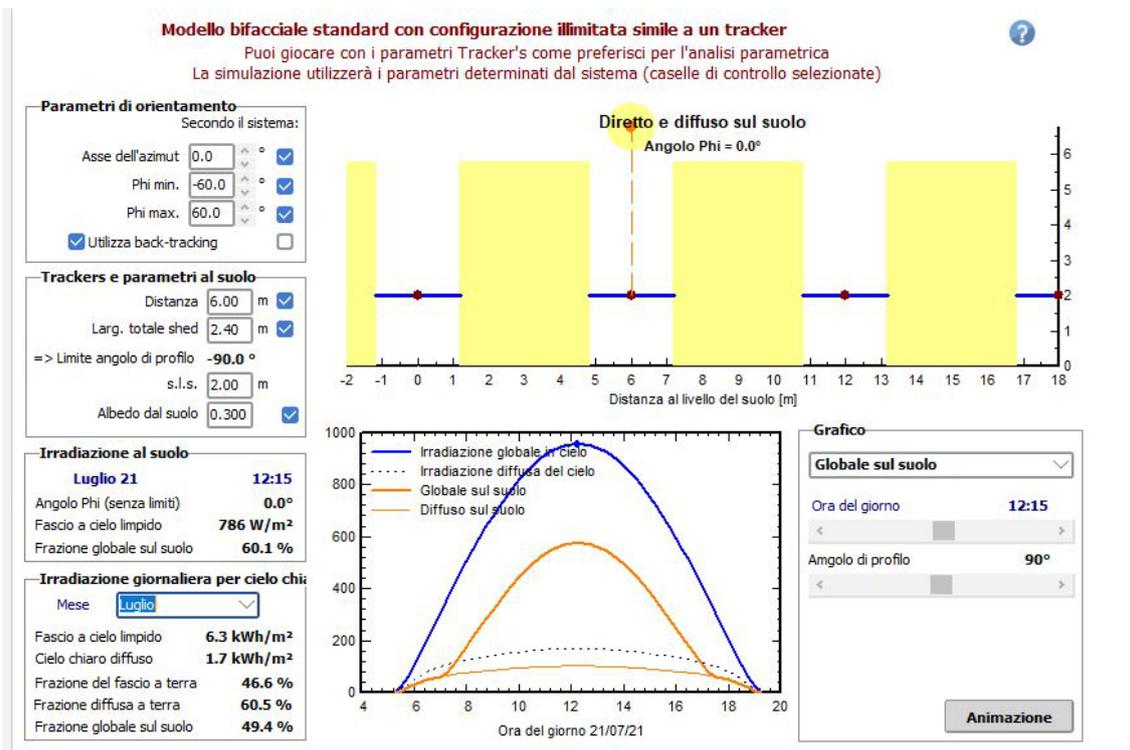


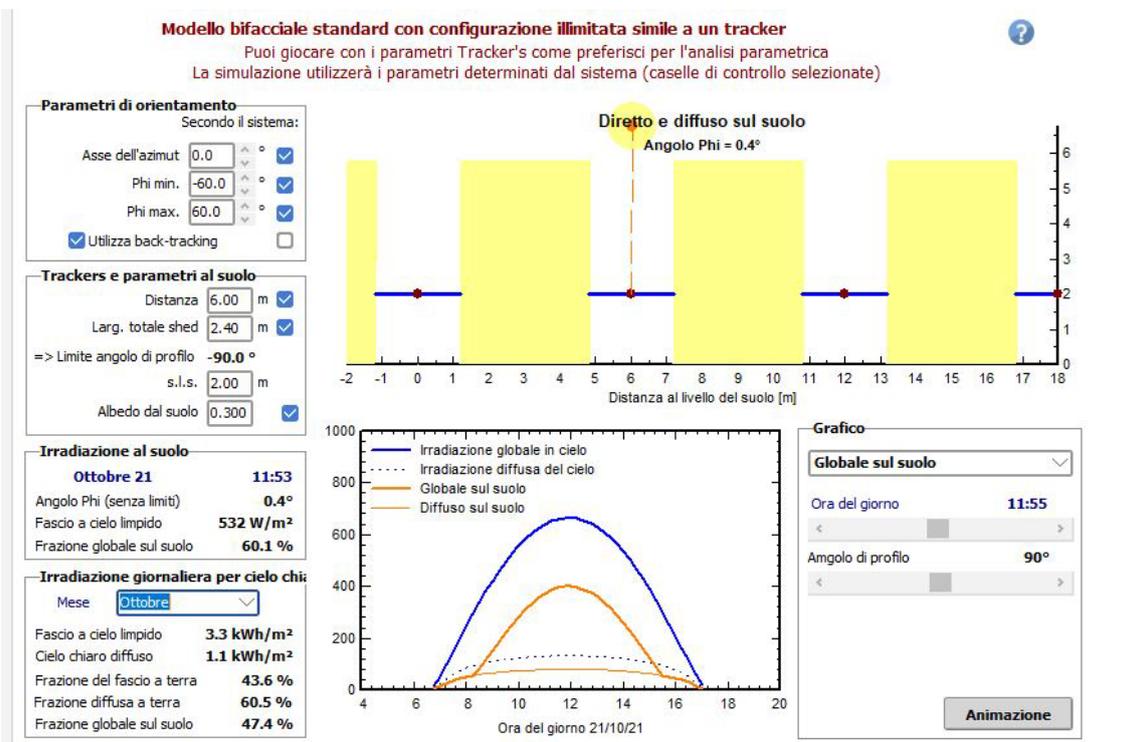
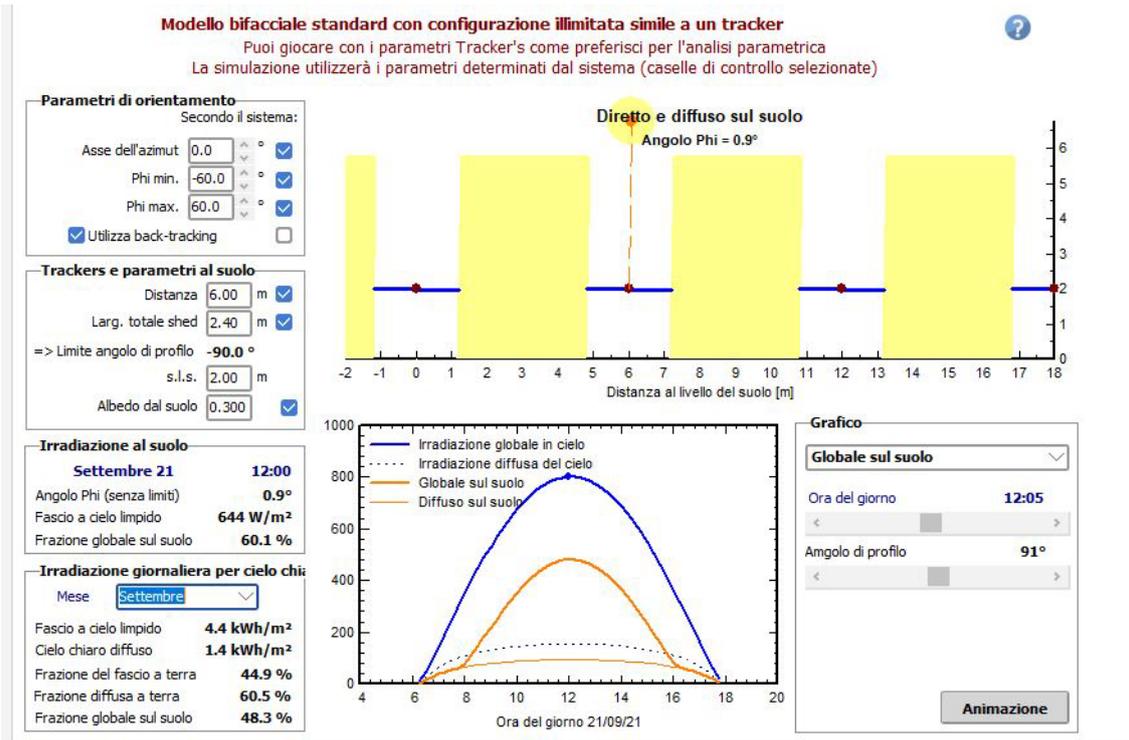
L'intensità della radiazione solare al suolo dipende dall'angolo d'inclinazione della radiazione stessa: minore è l'angolo che i raggi del sole formano con una superficie orizzontale e maggiore è lo spessore di atmosfera che essi devono attraversare, con una conseguente minore radiazione che raggiunge la superficie. Come abbiamo visto, una superficie riceve il massimo degli apporti quando i raggi solari incidono perpendicolarmente su di essa. La posizione del sole varia però durante il giorno e durante le stagioni, quindi varia anche l'angolo con il quale i raggi solari colpiscono una superficie. Gli apporti dipendono dunque dall'orientamento e dall'inclinazione dei moduli fotovoltaici. Cambiando gli apporti cambiano anche le possibilità di una qualsivoglia coltura di adattarsi e di portare avanti e, conseguentemente, a compimento il proprio ciclo vitale. Di seguito, attraverso l'ausilio di un software specifico (Pvsyst), verrà simulato, in un determinato momento della giornata, per ogni mese dell'anno, come il sole proietta la propria energia al suolo in considerazione della presenza dell'impianto fotovoltaico, con i tracker monoassiali di ampiezza complessiva 2,38 m e un pitch di 5,5 m.

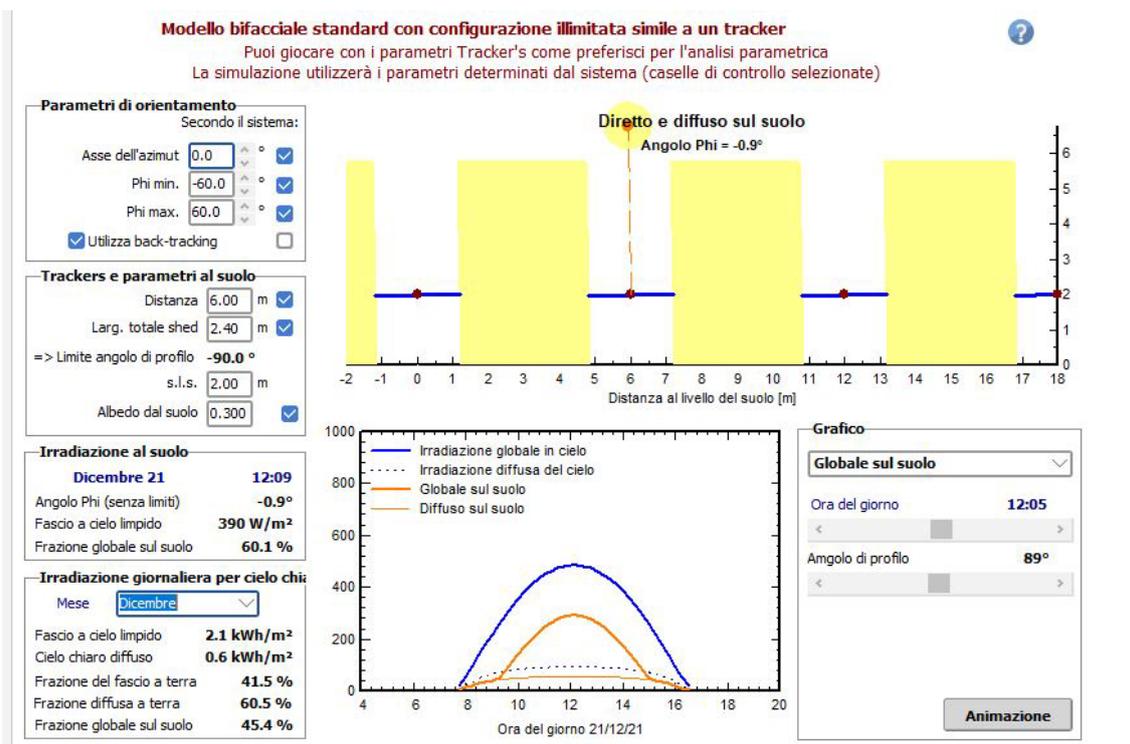
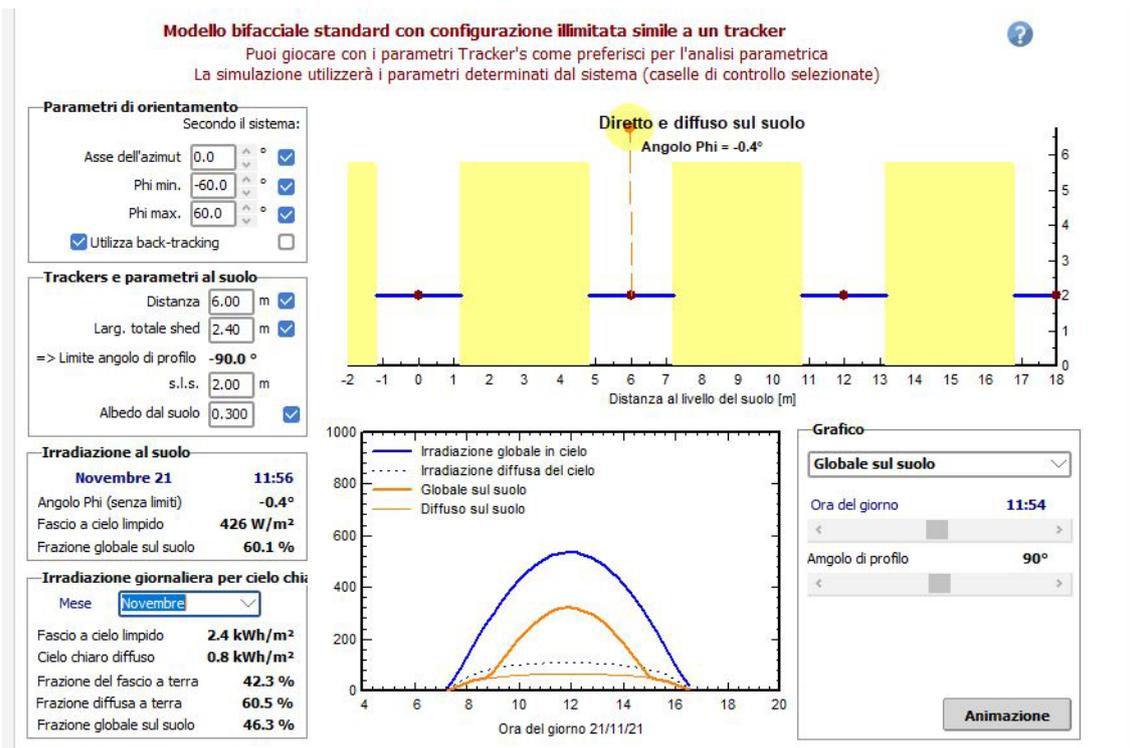








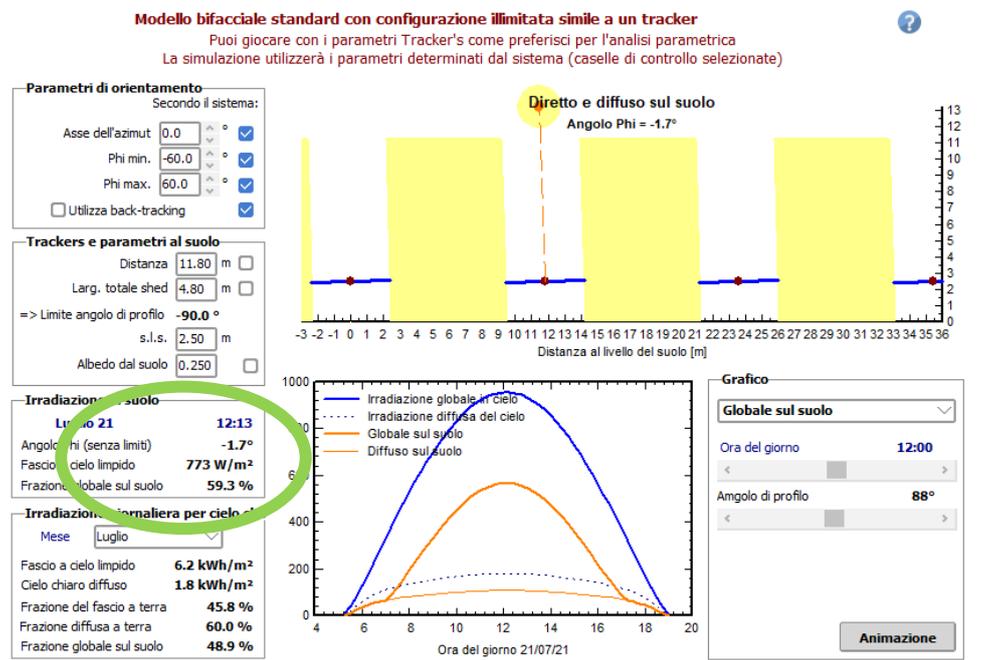




Analizziamo in maniera specifica i grafici del programma Pvsyst sopra esposti per andare a comparare i dati di irraggiamento contestualizzati nel layout di riferimento del parco agrolvoltaico con le esigenze di irraggiamento delle colture da inserire. Per valutare la possibilità di coltivare il suolo all'interno delle file di pannelli FV e stabilire quale sia la superficie "utile" in considerazione dell'uso delle diverse disposizioni dei tracker si esaminano i dati di flusso fotonico fotosintetico relativi a coltivazioni di leguminose (e a molte graminacee). I valori di PPF risultano essere compresi tra 250 e 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. (solo per l'arachide i dati risultano essere leggermente superiori).

Condizioni atmosferiche								
Radiazione solare	Cielo sereno	Nebbia	Nuvoloso	Disco solare giallo	Disco solare bianco	Sole appena percettibile	Nebbia fitta	Cielo coperto
globale	1000 W/m ²	600 W/m ²	500 W/m ²	400 W/m ²	300 W/m ²	200 W/m ²	100 W/m ²	50 W/m ²
diretta	90%	50%	70%	50%	40%	0%	0%	0%
diffusa	10%	50%	30%	50%	60%	100%	100%	100%

56 – Valori approssimativi della radiazione solare



57 – Esempio del calcolo dell'irradiazione relativo al mese di luglio di un progetto "pilota"

In riferimento, per esempio, al mese di luglio, il software considerato mostra alcuni dati che di seguito si espongono:

Irradiazione globale in cielo: circa 960 W/m²

Irradiazione diffusa del cielo: circa 200 W/m²

Irraggiamento globale sul suolo: circa 560 W/m²

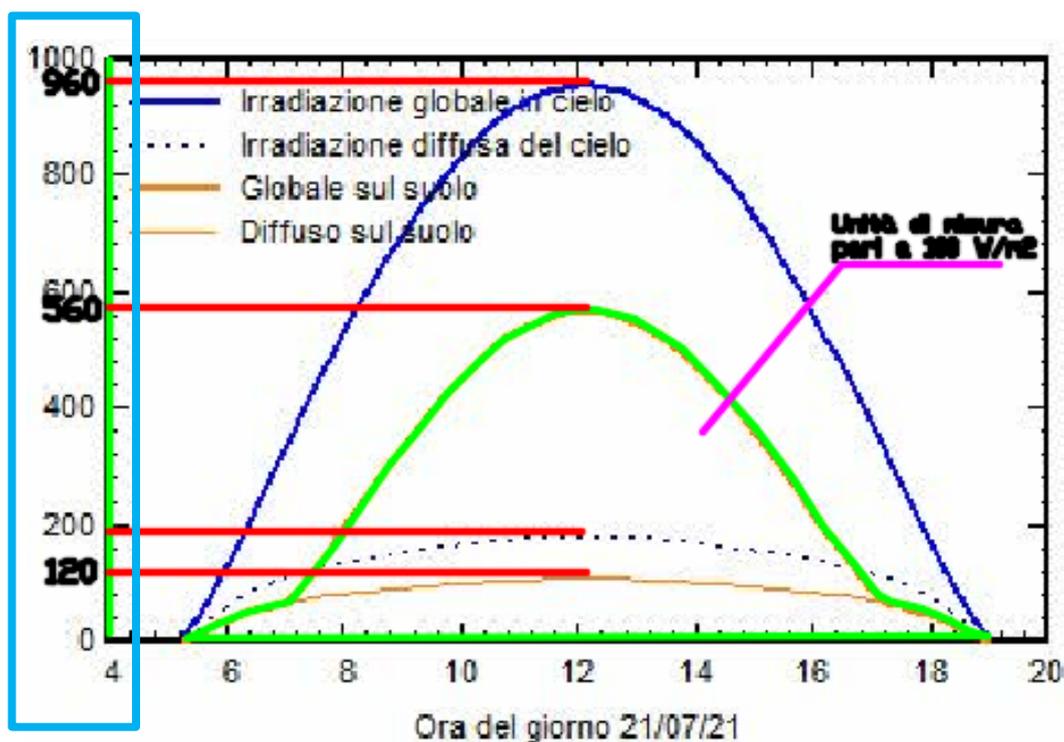
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 120 W/m²

Irradiazione al suolo mensile: 773 W/m² (di cui il 59,3% globale sul suolo)

Irradiazione giornaliera per cielo chiaro: si ottiene sommando il fascio cielo limpido e il cielo chiaro diffuso: 6.2 kwh/m² + 1.8 kwh/m² = 8.0 kwh/m²

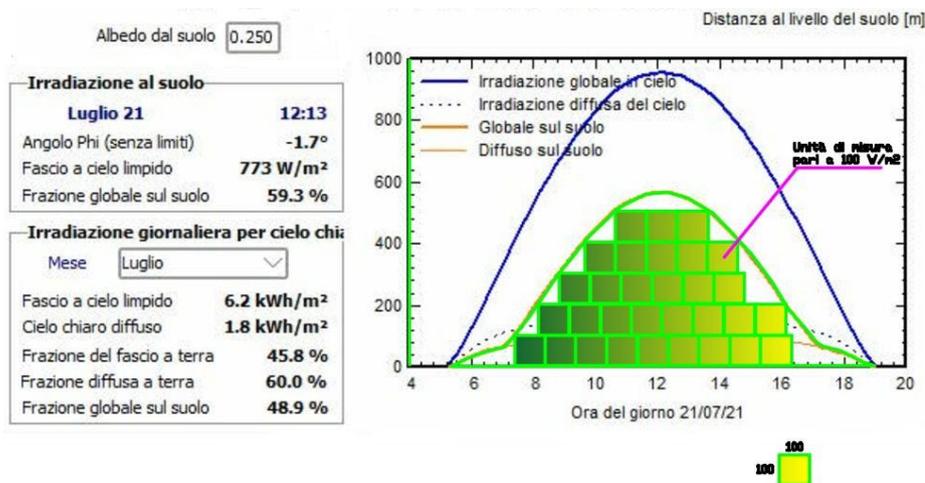
Albedo pari al 25%

Frazione globale al suolo: 48,9% di 8.0 kwh/m²



58 – Valori stimati di irradiazione al suolo – impianto pilota

Per valutare l’irraggiamento solare e compararlo con l’energia derivante dal flusso fotonico fotosintetico relativo alle varie colture da impiantare, viene calcolato l’integrale della funzione che descrive la curva di Gauss sopra riportata (in pratica si definisce l’area all’interna della curva a campana). In ragione del fatto che in ascissa sono riportate le ore della giornata e in ordinata la potenza espressa in watt per metro quadrato, avendo definito una unità di misura per il calcolo della superficie pari a 100 W/m² per ogni ora, è stato possibile calcolare i valori di ogni singolo mese dell’anno, in riferimento al layout di progetto, considerando la variazione delle ore di luce giornaliere. I risultati di tali calcoli vengono riportati nella tabella sotto proposta.



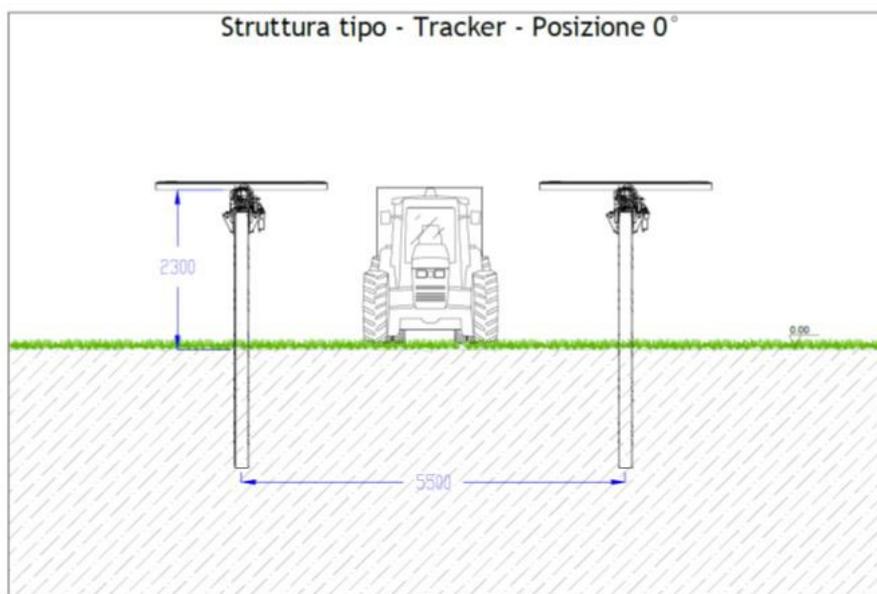
59 – Stima del calcolo dell’integrale relativo alla curva di Gauss

I dati ricavati dalle valutazioni effettuate consentono di affermare che la coltivazione tra le interfile del parco fotovoltaico è possibile. Non si tratta di una soluzione di ripiego ma di una concreta e reale possibilità di gestire un suolo agrario nello stesso modo con cui si conduce un appezzamento di terreno con scopo agricolo. La quantità di luce “stimata” risulterebbe di pochissimo inferiore all’intervallo di riferimento scelto per le colture da impiantare nel solo nei mesi di Novembre Dicembre (rispettivamente 225.10 e 213.87 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). I dati maggiori relativi all’irradiazione al suolo sono risultati compresi tra i mesi di aprile e luglio. Il mese dove l’efficienza fotonica fotosintetica è risultata maggiore è stato Maggio.

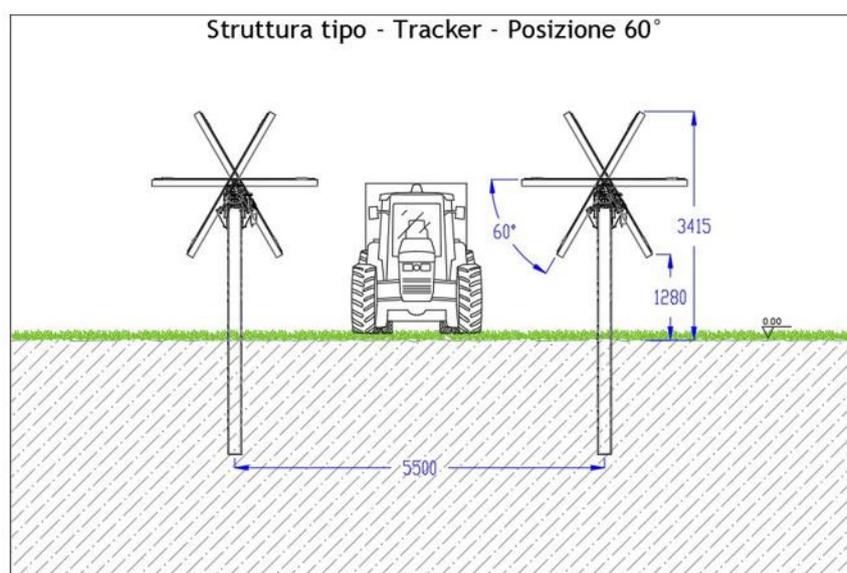
Periodo di riferimento	Durata media del giorno (ore luce)	Integrale Globale sul suolo (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo limpido (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo chiaro diffuso (kwh/m2 al giorno)	Conversione da kwh/m2 al giorno in w/m2 per le ore di luce	Albedo (%)	Irradiazione mensile al suolo (w/m2)	PPF ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) Essenze (media)	Conversione da W/m^2 a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	9 ore e 22 min	2105	2.6	0.7	59.73	25	459	250-450	248.48
Febbraio	10 ore e 11 min	2842	3.7	0.9	77.47		578		322.28
Marzo	11 ore e 18 min	3789	4.5	1.3	93.14		660		387.46
Aprile	12 ore e 38 min	4780	5.3	1.8	105.13		712		437.34
Maggio	13 ore e 41 min	5442	6.0	1.9	110.50		756		459.68
Giugno	14 ore e 26 min	5672	6.7	1.7	109.20		807		454.27
Luglio	14 ore e 29 min	5511	6.3	1.7	105.72		786		439.80
Agosto	13 ore e 43 min	4761	5.6	1.5	96.40		748		401.02
Settembre	12 ore e 40 min	3752	4.4	1.4	82.26		644		342.20
Ottobre	11 ore e 26 min	2841	3.3	1.1	69.04		532		287.21
Novembre	10 ore e 12 min	1987	2.4	0.8	54.11		426		225.10
Dicembre	9 ore e 23 min	1736	2.1	0.6	51.41		390		213.87

60 - Tracker monoassiale (Vela 2,38 m) - pitch 5,5m

La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario con una rotazione colturale che prevede l'alternanza di colture miglioratrici, depauperatrici e da rinnovo secondo lo schema che di seguito verrà esposto. Il layout che si propone prevede distanze tra le file di trackers di 5,5 m. Considerato che i tracker nell'arco della giornata si troveranno nella posizione di massima intercettazione della luce ma creeranno anche zone d'ombra alternate a zone soleggiate, andremo a coltivare "in pieno campo", come se il tracker non ci fosse. Si rammenta, comunque, che la a maggiore disponibilità di irraggiamento per le colture corrisponde alle ore 12, momento in cui i tracker si trovano in posizione orizzontale rispetto al suolo.



61 – Particolare del pitch riferito al layout di progetto



62 – Particolari costruttivi con evidenza della rotazione del tracker

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 85/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------------

Verrà considerata, come prima specificato, zona “coltivabile” l’intera superficie recintata ad eccezione della viabilità interna e della zona di posa delle cabine. In corrispondenza delle strutture che sosterranno i tracker, considerata la difficoltà di coltivazione, sarà realizzato un inerbimento con semina di un miscuglio “permanente” di essenze graminacee, leguminose e piante mellifere per la realizzazione di un prato stabile che sarà debitamente sfalciato.

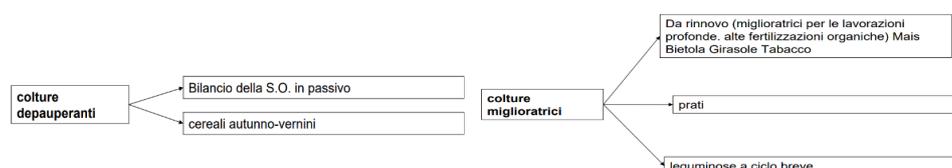
17. Interpretazione dei dati

I dati sopra riportati dimostrano come la convivenza tra fotovoltaico e agricoltura tradizionale sia sostenibile con gli opportuni accorgimenti. Il caso in esame studiato e specificatamente legato ai legumi dimostra come i valori di PPF ottenuti con la soluzione proposta rientrano perfettamente nelle esigenze fotosintetiche delle colture esaminate. Ogni mese considerato e le rispettive ore di luce giornaliere hanno prodotto un quantitativo di fotoni fotosintetici in grado di consentire alle piante il proprio sviluppo e questo in ogni mese dall’anno indipendentemente dalla stagione (leggermente inferiore il trend considerato nel mese di dicembre). Si rammenta che le valutazioni fatte sino ad ora fanno riferimento alla quantità di flusso radiante con riferimento alla fotosintesi e che tali valori, oltre ad essere misurati in un determinato momento della giornata, cambiano a diverse latitudini anche con valori che possono raddoppiare. I grafici analizzati e le rispettive curve di irraggiamento diffuso sul suolo confermano la tesi che la coltivazione del suolo con essenze è possibile sia che trattasi di leguminose che di altre colture.

Tutto ciò premesso e anche a seguito delle prove condotte in altri paesi, quanto asserito fino ad ora non solo rende possibile l’impiego “agrario” del suolo tra i tracker ma getta anche le basi per produzioni quali-quantitative migliori. La possibilità di coltivare una coltura rispetto ad un’altra, l’accertamento dei parametri di qualità e quantità in termini di rese produttive così come gli altri fattori bioagronomici, dipendono da prove di campo che hanno bisogno, per essere avvalorate o meno in maniera approfondita, di valutazioni di natura scientifica (considerata la quasi totale assenza di bibliografia). Si precisa che la fascia di terreno agrario tra le file di pannelli risulta perfettamente percorribile e, soprattutto, lavorabile da macchine operatrici agricole. Le piante che verranno utilizzate per la coltivazione faranno capo ad essenze leguminose e graminacee, in purezza o in miscela, ad uso alimentare e/o foraggero, con la possibilità di impiantare anche colture di rinnovo (come, per esempio, quelle orticole da pieno campo). Le diverse piantumazioni che verranno prese in considerazione saranno soggette a coltivazione in “asciutto”, senza l’ausilio cioè di somministrazioni irrigue di natura artificiale. I trattamenti fitoterapici saranno nulli o quelli strettamente necessari nella conduzione delle colture in regime, sempre e comunque, di agricoltura biologica.

18. Principi delle rotazioni – avvicendamenti

Alternando colture miglioratrici a colture depauperanti si eviterà la riduzione della sostanza organica nel tempo aiuterà a mantenere la fertilità fisica del terreno. Per quantificarne l'effetto e conoscere così il trend di sostanza organica del terreno nel tempo, sarà utile il calcolo del bilancio della sostanza organica di ciascuna coltura o una sua valutazione qualitativa. Alternando colture con radice profonda alle colture con radice superficiale, inoltre, saranno esplorati strati diversi del suolo che porteranno come conseguenza ad un miglioramento della fertilità fisica del suolo evitando allo stesso tempo la formazione della suola di aratura specialmente nei periodi in cui sono accentuati i fenomeni evapotraspirativi. È bene ridurre, altresì, i periodi in cui il campo ha terreno nudo, specialmente in zone soggette a fenomeni di tipo erosivo. Per questo, sarà importante programmare i cicli colturali cercando di mantenere una copertura del terreno quanto più possibile continua. Ciò potrà avvenire ad esempio, nel caso dei seminativi o delle leguminose, mediante una coltura intercalare tra le due principali, oppure, in zone particolarmente indicate all'impiego di colture da rinnovo, inserendo una pianta da coltivare a ciclo breve dopo quella principale. L'avvicendamento delle colture, inoltre, determina dei vantaggi per la gestione delle erbe infestanti in quanto contribuisce ad interrompere il ciclo vitale degli organismi nocivi legati ad una certa coltura; in particolare, la successione di piante di famiglie differenti (per esempio, alternanza tra graminacee e piante leguminose) permette di interrompere il ciclo di alcune malerbe infestanti. I vantaggi risultano in cascata anche per la struttura del terreno: grazie alla diversità dei sistemi radicali, il profilo del terreno è esplorato meglio, il che si traduce in un miglioramento delle caratteristiche fisiche del suolo e in particolare della sua struttura (limitandone il compattamento e la degradazione). La "spinta" principale, comunque, verrà data dalle colture miglioratrici e cioè dalle leguminose. Innanzitutto, sono colture che non necessitano di azoto ma lo fissano da quello atmosferico lasciandone una discreta quantità a disposizione delle colture in successione. Di conseguenza, per la coltura che segue, le fertilizzazioni azotate potranno essere fortemente ridotte (l'apporto di azoto di un cereale in rotazione ad una leguminosa potrà essere ridotto in media di 50 kg N/ha pur mantenendo le stesse performance). Leguminose come l'erba medica, impiegata per esempio in miscuglio con altre specie per gli inerbimenti sotto i trackers, grazie al loro apparato radicale fittonante, potranno migliorare la struttura del suolo, facilitare l'assorbimento dei nutrienti profondi poco disponibili e aumentare la sostanza organica anche in strati più profondi del suolo.



Colture da impiegare in rotazione												
MESI	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
COLTURA MIGLIORATRICE												
COLTURA DEPAUPERANTE												
PRATI												
COLTURE DA RINNOVO												

63 – Varie tipologie da coltivare in funzione dei mesi dell'anno

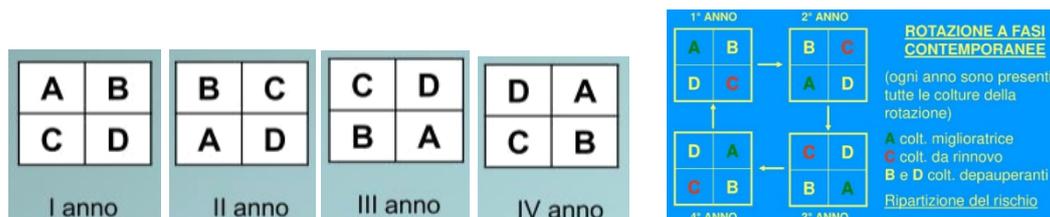
Numerosi studi hanno dimostrato come il terreno nudo porta ad una perdita di azoto per volatilizzazione, un maggior rischio di erosione e maggiore libertà per le infestanti di crescere e diffondersi. Le leguminose da granella secca, nello specifico, sono colture importantissime per lo sviluppo e l'affermazione dell'agricoltura "biologica" perché hanno antiche tradizioni (pisello, fava, lenticchia, cece, lupino, cicerchia, ecc..) e conferiscono equilibrio e sostenibilità a diversi ordinamenti colturali praticati o ipotizzabili. Inoltre, sono importanti nell'alimentazione del bestiame e dell'uomo, quale fonte ad altissimo contenuto proteico e rappresentano uno strumento fondamentale per il recupero e la valorizzazione delle aree marginali sottoutilizzate.

18.1 Ipotesi di avvicendamento colturale

Come tipologia di rotazione colturale prevediamo un avvicendamento "a ciclo chiuso", in cui le piante tornano nel medesimo appezzamento dopo un periodo ben definito di anni (per esempio 4 anni).

La scelta dell'avvicendamento terrà conto di fattori agronomici quali:

- effetti dell'avvicendamento stesso
- alcune colture sono favorite perché consentono di effettuare in maniera ottimale alcune operazioni
- colture annuali o poliennali (con maggiore preferenza per quelle annuali)
- possibilità di sostituire le fallanze rapidamente
- sfruttamento dell'avvicendamento per fini immediati (colture che vengono preferite ad altre per la facilità con cui di seguito si prepara il terreno)



La durata di un intero ciclo di avvicendamento/rotazione dà il nome alla stessa e la durata corrisponde anche al numero delle sezioni in cui deve essere divisa l'azienda. La durata indica, inoltre, la superficie dell'azienda destinata ad ogni coltivazione. Gli avvicendamenti/rotazioni colturali, ad ogni modo, hanno come scopo quello di conferire al suolo una determinata stabilità fisica, chimica e biologica. Gli avvicendamenti/rotazioni colturali continui a loro volta possono essere:

- Fissi (quando seguono degli schemi rigidi aziendali)
- Liberi (quando mantengono una rigidità nell'ampiezza delle sezioni ma una determinata variabilità per quanto riguarda la specie coltivata)
- Regolari (se le colture si succedono in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione)
- Irregolari (se le colture si succedono in appezzamenti di diversa ampiezza e dimensione)
- Misti (quando una parte della superficie aziendale è divisa in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione per colture in normale rotazione, accompagnata da altre sezioni con colture fuori rotazione come, per esempio, l'erba medica).
-

Gli avvicendamenti/rotazioni colturali possono essere anche semplici (contengono una sola coltura da rinnovo) o composte (costituite dalla combinazione di più rotazioni semplici).

Un esempio di avvicendamento e rotazione colturale cui ci si riferirà per lo sviluppo del progetto in esame è il seguente:

Biennale

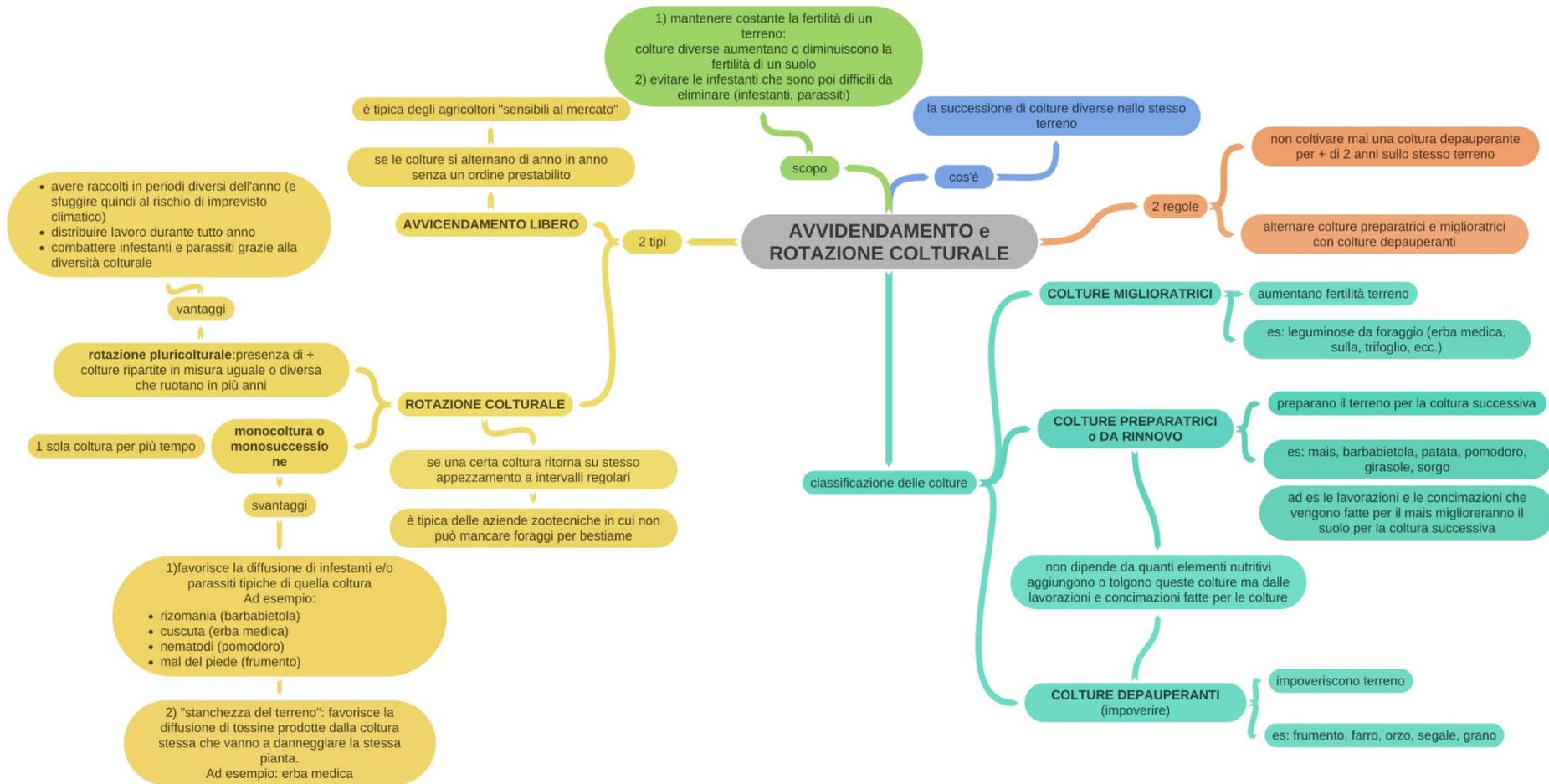
Coltura da rinnovo – Frumento (o cereale in genere)

Triennale

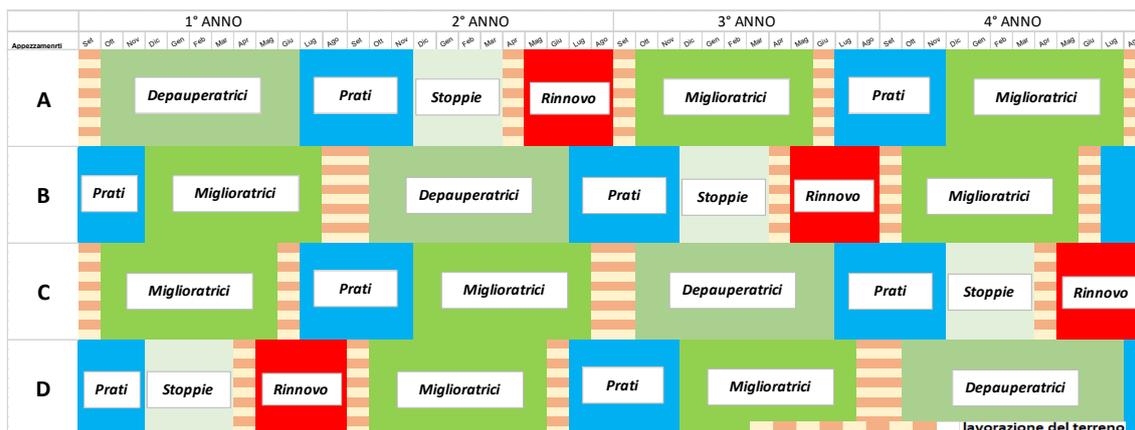
Coltura da rinnovo – Frumento (o cereale in genere) – Leguminosa (per esempio fava)

Quadriennale

Coltura da rinnovo/ Cereale - Leguminosa – Leguminosa – Cereale



64 – L'avvicendamento e la rotazione colturale: principi e considerazioni agronomiche



65- Esempio di avvicendamento colturale in 4 anni

Andando a considerare la tipologia di colture da impiegare, si è concentrata l'attenzione sia sulla produttività che sulla produzione di reddito considerando le principali leguminose per uso alimentare: nella fattispecie si fa riferimento alla fava, alla lenticchia e al cece. Particolare interesse, inoltre, potrebbe avere la possibilità di impiego di coltivazioni di arachide (*Arachis hypogaea* L.), coltura leguminosa dal notevole valore commerciale e dalla facile coltivazione, che predilige terreni sciolti, tendenzialmente sabbiosi come quelli in esame. Inoltre, essendo una leguminosa a ciclo primaverile-estivo si potrebbero effettuare due cicli colturali nello stesso anno (compatibilmente con le condizioni climatiche)

19. Analisi costi-benefici colture e opere di mitigazione

Il progetto in esame, in relazione alle zone interessate alla realizzazione del parco agrovoltaiico prevede, oltre alla fascia di mitigazione perimetrale, un intervento di compensazione in un'area recintata a nord dell'impianto. La creazione delle superfici a verde perimetrali, tale area di attenuazione e la coltivazione dell'area recintata come "pieno campo" in mezzo ai tracker, determineranno l'armonioso inserimento dell'opera nel paesaggio con l'obiettivo di ridurre l'impatto.

SUDDIVISIONE AREE LOTTI DI TERRENO		
VITTORIA AGROVOLTAICO		
TIPOLOGIA AREA	SUPERFICIE (HA)	PERCENTUALE SUL LOTTO (%)
Area complessiva lotti di terreno	100.5322	100.00
Area occupata dai pannelli FV	24.54	24.41
Area fascia arborea perimetrale	16.12	16.03
Occupazione di suolo impianto FV (pannelli FV, cabine, strade, ecc..)	27.65	27.50
Area di impianto libera da impianti tecnici, strade e cabine	72.88	72.50

Gli interventi che riguarderanno le opere di mitigazione, di compensazione e di gestione agrovoltaiica saranno:

- Fascia arborea perimetrale con fornitura e messa in opera di Olea europea per 16,12 ha;
- Aree di compensazione (diverse zone dell'impianto) per circa 1 ha ove sarà realizzato un intervento piantumazione di un oliveto per dare continuità ecologica e vegetazionale a quello esistente;
- Coltura agraria con rotazione di essenze leguminose, da rinnovo ed erbai (o seminativi di natura cerealicola), per una superficie complessiva pari a circa 97 ha (anche sotto i tracker);
- Inerbimento permanente con idonea miscela di sementi erbacee per la creazione di un cotico erboso sotto le strutture di sostegno dei tracker pari a circa 1 ha.

19.1 Coltura leguminicola nell'interfila

Impianto di una leguminosa		
Designazione dei lavori	Sup. stimata/Q.tà	Stima dei costi
Preparazione del terreno con mezzo meccanico idoneo, profondità di lavoro pari a cm. 40 e successivi passaggi di affinamento compresa rullatura	97 ettari	37.000 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.	97 ettari	15.500 €
Fornitura semente e operazione di semina da eseguire con apposita macchina operatrice a file (dose di semina in funzione della varietà)	97 ettari	41.000 €
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura	97 ettari	13.500 €
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica	97 ettari	15.500 €
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite mini-mietitrebbie (da acquistare o da prendere in leasing)	97 ettari	21.500 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		144.000 €



66 - Esempio di minitrebbia: la larghezza di lavoro risulta perfettamente adattabile al contesto in cui si opera

I costi di impianto e raccolta delle colture menzionate si riferiscono al prodotto trebbiato in campo. Tali importi, pertanto, dovranno tenere conto delle varie operazioni di pre-pulitura e pulitura per consentire al prodotto di risultare idoneo all'utilizzo e consumo umano. Il deprezzamento del prodotto finito dipenderà dagli scarti che a loro volta dipenderanno dalla conduzione agricola in campo e dalle tecniche colturali messe in atto per limitare, per esempio, le malerbe infestanti. Di seguito si riportano alcuni dati medi riferiti alle produzioni di legumi in aridocoltura (in assenza di apporti idrici artificiali) e alle relative quotazioni di mercato secondo i borsini di riferimento (Altamura):

Coltura	Resa media T/ha	Prezzo €/kg	€/ha
Fava	2-2,5	0,45	900,00-1125,00
Cece	2-2,5	0,55	1100,00-1375,00
Lenticchia	1,5-2	0,70	1050,00-1400,00
Arachide	1,5-2	1,00	1500,00-2000,00

Le rese vengono riferite a condizioni medie tenendo conto del fatto che si tratta, sempre e comunque, di un prodotto biologico fortemente legato a fattori biotici e abiotici stagionali e, pertanto, non prevedibili. I ricavi sono stati calcolati riferendoci a condizioni medie di mercato, considerando i kg di prodotto fresco "pulito", con % di impurezze e livelli di umidità residui riferiti ad un consumo alimentare di tipo umano e non zootecnico. Si fa notare come i prezzi per kg di prodotto raccolto, se sano e calibrato, possono essere leggermente superiori nel caso di produzioni biologiche certificate.

19.2 L'inerbimento sotto i tracker

In base ai risultati dell'analisi pedologia e geologica in merito alle condizioni erosive del suolo a seguito di fenomeni piovosi, dopo un'attenta analisi multidisciplinare e multi-criteriale si è arrivati alla conclusione che un inerbimento nel periodo autunno-invernale consentirebbe di risolvere e/o mitigare il dilavamento del terreno agrario. L'inerbimento consiste nella creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione "naturale" ottenuto mediante l'inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione. La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l'erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciamante in grado di ridurre le perdite d'acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione. La tecnica dell'inerbimento protegge la struttura del suolo dall'azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva l'inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L'aumento di sostanza organica genera anche

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 93/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------

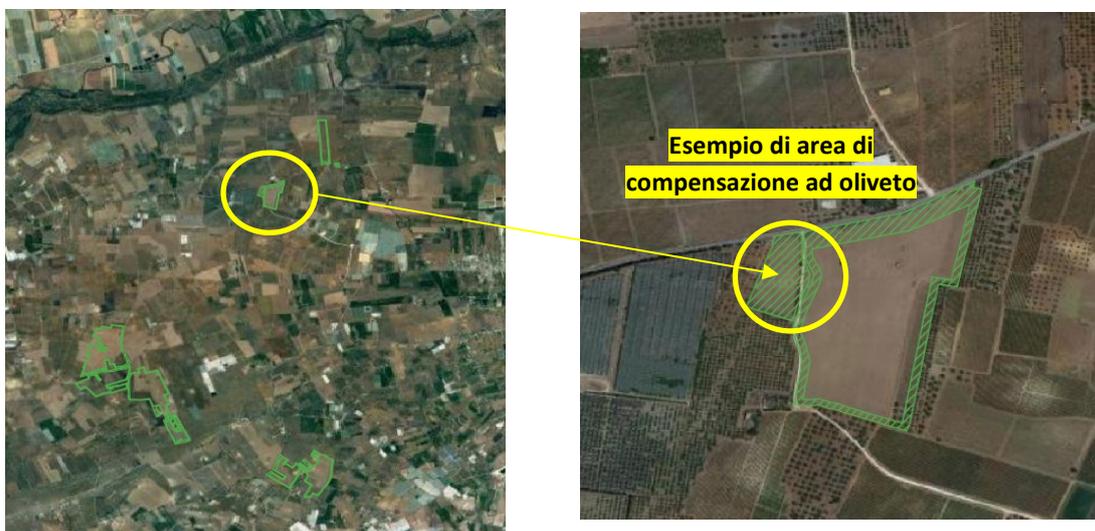
il miglioramento dello strato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell'acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno. L'inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell'anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo. È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intera superficie sottesa dal pannello (effetto gronda). È possibile che in aree prive di manto erboso l'effetto gronda divenga, nel tempo, causa di erosione superficiale localizzata. È stato però evidenziato che, in aree particolarmente soleggiate, l'effetto ombreggiante dei pannelli permette la crescita di erba più rigogliosa. La naturale diffusione del manto erboso polifita anche negli interspazi (specialmente le graminacee in miscuglio con essenze leguminose) frena l'effetto erosivo. L'inerbimento, comune ed attivo agente antierosivo, può controllare lo scorrimento superficiale sul suolo interferendo sul flusso dell'acqua sul terreno rallentandone la velocità e permettendo quindi all'acqua di infiltrarsi (Hamm, 1964). Un prato fitto, sano e ben insediato (si intende un cotico erboso a 90 giorni dalla semina) assorbe fino a sei volte la quantità di pioggia rispetto ad una uguale superficie coltivata a grano, riducendo lo scorrimento superficiale dell'acqua (Panella A. et al., 2000). L'efficacia di controllo dell'erosione da parte delle coperture erbose (inerbimenti) è la somma di un'elevata densità di culmi e di radici che favoriscono una maggiore stabilizzazione del suolo: l'elevata biomassa aerea e radicale permettono anche di ridurre il flusso superficiale dell'acqua, ritardandone la velocità e riducendo il potenziale erosivo dell'acqua (Beard J.B., 1973). Per opporsi efficacemente all'erosione occorre che il terreno abbia una densità vegetale pari ad almeno il 70% e un buon inerbimento va decisamente incontro a questa condizione. Il più comune agente erosivo, come risulta noto, è rappresentato dall'acqua. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno nudo, per esempio, provoca una dispersione delle particelle consentendo un loro facile trasporto insieme all'acqua. In questo caso la funzione degli inerbimenti, sfruttando la loro elevata densità, è quella di intercettare (attraverso i culmi e le foglie) queste gocce prima che giungano al suolo trattenendole. Fondamentale e superiore a qualsiasi altro organo vegetale è poi la funzione dell'apparato radicale nel tenere fermo il suolo. Nella fattispecie, l'identificazione della miscela di sementi idonea ad un determinato inerbimento passa dall'unione di piante con sistemi radicali fini, fascicolati ed estesi. Diverse prove di natura scientifica hanno stabilito che circa il 90% del peso della pianta è costituito dalle radici e si calcola che ogni singola

pianta sviluppa, in condizioni ottimali nell’arco della propria vita, un apparato radicale avente una lunghezza complessiva di oltre 600 Km (Brown 1979). L’incremento in sostanza organica provocato dalla morte delle radici, tra l’altro, a fine ciclo vitale o a seguito degli sfalci (mulching), contribuisce ad incrementare la permeabilità del suolo diminuendo lo scorrimento superficiale. In ultima analisi si porta all’attenzione il fatto che dal punto di vista del riciclo la funzione svolta dagli inerbimenti è fondamentale: attraverso i meccanismi di evapotraspirazione l’acqua torna all’atmosfera e solo una piccola parte (davvero minima attuando corrette pratiche manutentive) si perde (almeno temporaneamente) con la percolazione in profondità.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
INERBIMENTO	2505002	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro (Terreno sciolto – medio impasto) onere. Superficie effettivamente lavorata	ha	1	590,00	€/ha	590,00 €
	2505003	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l’aratura e la finitura superficiale	ha	1	1.170,00	€/ha	1.170,00 €
	2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	1	280,00	€/ha	280,00 €
	2504001	Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di 50 g/mq, esclusa la preparazione del piano di semina. Inclusa la fornitura di concime ad effetto starter, esclusa la preparazione del piano di semina.	ha	1	0,50	€/mq	5.000,00 €
							7.040,00 €

19.4 Fascia perimetrale di mitigazione e area di compensazione

Gli interventi relativi alla fascia perimetrale e all’area di 1 ha di compensazione saranno collegati all’utilizzo di piante arboree e/o arbustive autoctone o naturalizzate. Le essenze autoctone verranno selezionate, secondo “l’elenco delle specie autoctone della Sicilia divise per zone altimetriche e caratteristiche edafiche” – Sottomisura 4.4 Operazione 4.4.3, all. 11 del PSR Sicilia 2014/2020. In considerazione all’altimetria dell’area su cui si effettuerà l’intervento, le piante che verranno proposte per i vari ripopolamenti saranno quelle della “Fascia costiera, dal livello del mare fino a 300-400 di quota, su substrati a reazione da neutro a basica”.



Nome scientifico	Nome volgare
<i>Anagyris fetida</i> L.	Legno puzzo, Carrubbazzo
<i>Arbutus unedo</i> L.	Corbezzolo
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Asparago pungente
<i>Asparagus albus</i> L.	Asparago bianco
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	Bupleuro cespuglioso
<i>Calicotome infesta</i> (Presl) Guss.	Sparzio spinoso
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link	Sparzio villosa
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Carrubo
<i>Chamaerops humilis</i> L. Palma nana	
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	Clematide cirrosa
<i>Ephedra fragilis</i> Desf.	Efedra fragile
<i>Erica multiflora</i> L.	Erica multiflora
<i>Euphorbia ceratocarpa</i> Ten.	Euforbia cornuta
<i>Laurus nobilis</i> L.	Alloro, Lauro
<i>Lonicera implexa</i> Aiton	Caprifoglio mediterraneo
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	Caprifoglio etrusco
<i>Lycium europaeum</i> L.	Spina santa comune
<i>Lycium intricatum</i> Boiss.	Spina santa insulare
<i>Myrtus communis</i> L.	Mirto, Mortella
<i>Olea europea</i> L. var. <i>sylvestris</i> Brot.	Oleastro
<i>Osyris alba</i> L.	Ginestrea comune
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Ilatro sottile
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Ilatro comune
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Lentisco
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Terebinto
<i>Prasium majus</i> L.	The siciliano
<i>Quercus calliprinos</i>	Quercia spinosa
<i>Quercus ilex</i> L.	Leccio
<i>Quercus virgiliana</i> (Ten.) Ten.	Quercia virgiliana
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Ranno lanterno, Alaterno
<i>Rhamnus oleoides</i> L.	Ranno con foglie d'olivo
<i>Rhus coriaria</i> L.	Sommacco siciliano
<i>Rosa sempervirens</i> L.	Rosa di S. Giovanni
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Rosmarino, Usmarino
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rovo comune
<i>Rubia peregrina</i> L.	Robbia selvatica
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Ruscolo, pungitopo
<i>Salvia triloba</i> L. fil.	Salvia triloba
<i>Smilax aspera</i> L.	Salsapariglia nostrana
<i>Spartium junceum</i> L.	Ginestra comune
<i>Tamarix africana</i> Poiret	Tamerice maggiore
<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamerice comune
<i>Teucrium flavum</i> L.	Camedrio doppio
<i>Teucrium fruticans</i> L.	Camedrio femmina
<i>Thymus capitatus</i> (L.) Ofmngg.	Timo arbustivo
<i>Viburnum tinus</i> L.	Viburno tino

67 – Elenco piante autoctone dalla fascia costiera a livello del mare fino a 300-400 di quota, su substrati a reazione da neutro a basica

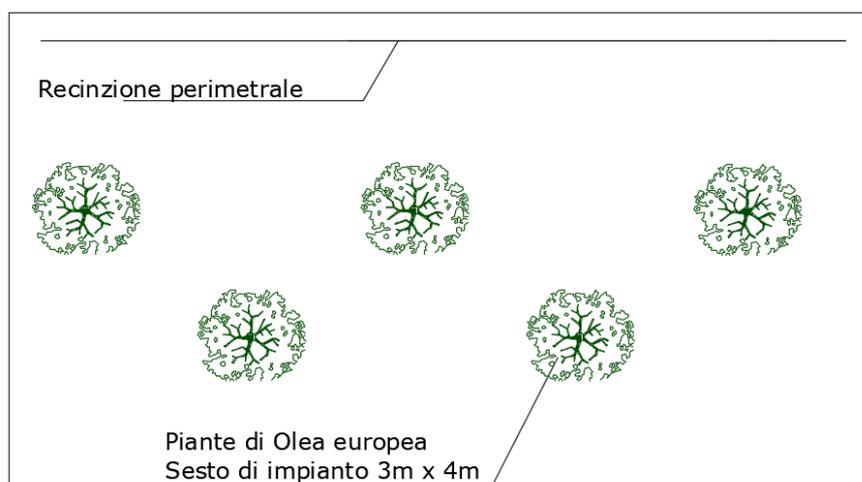
La progettazione delle opere a verde per la mitigazione dell'opera ha considerato tra gli obiettivi principali quello di migliorare quelle parti di territorio che saranno necessariamente modificate dall'opera e dalle operazioni che si renderanno indispensabili per la sua realizzazione. Pertanto, in considerazione di tali obiettivi, si è tenuto in debito conto sia dei condizionamenti di natura tecnica determinati dalle caratteristiche progettuali sia dell'ambiente in cui tale opera si va ad inserire, riconoscendone i caratteri naturali e la capacità di trasformazione. Nel valutare le conseguenze delle opere sulle specie e sugli

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 96/ 124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	------------------------------------

habitat occorre premettere due importanti considerazioni. In primo luogo, non esistono presenze di interesse conservazionistico la cui distribuzione sia limitata ad un'area ristretta, tale che l'istallazione di un parco fotovoltaico possa comprometterne un ottimale stato di conservazione. Le formazioni vegetali di origine naturale, peraltro di importanza secondaria nel territorio di intervento, risultano poco rappresentate all'esterno delle aree destinate al parco anche in un raggio di azione piuttosto ampio. Il secondo aspetto da tenere in considerazione è l'assenza di aspetti vegetazionali rari o di particolare interesse fitogeografico e/o conservazionistico, così come mancano le formazioni realmente caratterizzate da un elevato livello di naturalità. Non si prevede, pertanto, alcuna ricaduta sugli ambienti e sulle formazioni vegetali circostanti, potendosi escludere, tra le altre cose, effetti significativi dovuti alla produzione di polveri, all'emissione di gas di scarico o al movimento di terra.

Il progetto definitivo prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale. Tale fascia, larga 10 m e lunga tutto il perimetro del parco, sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica. Sul terreno con una macchina operatrice pesante sarà effettuata una prima lavorazione meccanica alla profondità di 20-25 cm (fresatura), allo scopo di decompattare lo strato superficiale. In seguito, in funzione delle condizioni termopluviometriche, si provvederà ad effettuare eventualmente altri passaggi meccanici per ottenere il giusto affinamento del substrato che accoglierà le piante arboree. Completate le operazioni riferite alle lavorazioni del substrato di radicazione si passerà alla piantumazione delle essenze arboree: nella fattispecie l'essenza scelta per tale scopo, in considerazione del suo areale di sviluppo e della sua capacità di adattamento sarà l'Olea europea (olivo). Per il sito in oggetto verranno impiegate piante autoradicate di altezza 1,00-1,20 m, in zolla. Ogni albero piantumato sarà corredato di un opportuno paletto di castagno per aiutare la pianta nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato. L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla. Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. Per il riempimento delle buche d'impianto sarà impiegato un substrato di coltivazione

premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2% di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici. La colmatatura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo. L'area in esame si caratterizza, come specificato nello stato di fatto, per la presenza in alcuni appezzamenti di diverse piante di *Olea europea* (olivo). Sono elementi vegetali trascurati dal punto di vista delle cure colturali ma in buono stato di salute (circa 600 piante), di età compresa tra i 12 e i 18 anni, che hanno trovato un buon adattamento nel contesto in cui sono state posizionate. Le piante di olivo verranno identificate singolarmente e numerate. A seguito di tale operazione si provvederà, nel periodo di stasi vegetativa, alle operazioni di espianto e reimpianto in loco. Gli esemplari saranno estirpati e ricollocati nell'arco della stessa giornata, dopo aver provveduto ad effettuare la loro potatura per favorirne il futuro attecchimento nel nuovo suolo che le ospiterà. L'apertura delle buche sarà proporzionata alla dimensione della zolla estirpata; la base della nuova conca che ospiterà la pianta sarà ammendata e concimata per velocizzare il ricaccio dell'apparato ipogeo. Ogni esemplare, infine, godrà di un apporto idrico artificiale per migliorarne la stabilità e l'affrancamento. Come zona idonea ad ospitare le piante di cui sopra si proporrà la fascia di mitigazione perimetrale.



68 - Distribuzione piante di olivo nella fascia di mitigazione perimetrale



69 - Sezione tipologica fascia di mitigazione perimetrale

Costi di impianto fascia di mitigazione e aree compensative		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Stima/sup.-q.tà</i>	<i>Stima dei costi</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 60 (ripuntatura)		
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattore, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere	17 ettari	52.000,00 €
Concimazione di fondo con i fertilizzanti organici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento		
Acquisto e trasporto di tutore in canna di bambù per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-12, altezza m. 1,20	750	
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda (olivi), innestati o autoradicali, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%. Sesto di impianto 3x4 m. Nuovo impianto (1350-600 esistenti)	750	41.000,00 €
Potatura di allevamento o di produzione di esemplari arborei "esistenti" secondo la forma campione. Intervento comprensivo di ogni onere, macchina operatrice ed attrezzatura, nonché di raccolta e conferimento del materiale di risulta, escluso l'onere di smaltimento: intervento su piante di altezza compresa tra 2 m e 5 m (27,24 €/cad)	600	16.344,00 €
Estirpazione piante potate e ricollocazione in sito, mediante scavo eseguito con macchina operatrice, imbracatura e trasporto con mezzo escavatore. Piante "esistenti". Si ipotizzano squadre di lavoro per interventi omnicomprensivi di 20 piante/giorno/squadra. Con nr.3 squadre composte da 3 persone (nr. 1 specializzato e nr.2 comuni) il lavoro sarà completato in 10 giorni. Costo operaio specializzato: 150,00€/giorno Costo operaio comune: 85,00€/giorno	600	9.600,00 €
Raccolta del prodotto (a partire dal 3°anno)	16 ettari	20.000,00 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		138.944,00 €

Per ciò che concerne i costi di raccolta quando le piante saranno in una fase tale da consentirle (probabilmente già dal 3° anno dall’impianto) si prevede di effettuare tale pratica con soli mezzi meccanici. Le macchine operatrici consentono di raccogliere un ettaro di oliveto nell’arco di poche ore (rispetto, per esempio, alle cinque giornate lavorative di operai specializzati muniti di scuotitori a spalla e reti per raccogliere un ettaro di oliveto intensivo). La stima del costo di un tale intervento, rivolgendosi ad un contoterzista, ammonta a circa **400-500 €/ha**; stima che, comunque, il differenziale tra il basso costo di produzione delle olive e il prezzo di mercato ripaga abbondantemente.

Impianto	Superficie coltivata (ha)	Produzione (t/ha)	Prezzo unitario medio (€/ha)	Ricavo lordo totale (olive)
Oliveto	17	1° anno - 0	600	00,00€
		2° anno - 0		00,00€
		3° anno - 5		51.000,00€
		4° anno - 6		61.200,00€
		5° anno - 8		81.600,00€
Totale al 5° anno				193.800,00€

70 – Ipotesi del ricavo lordo prudentiale derivante dalla coltivazione dell’*Olea europea*

CRONOPROGRAMMA - Lavori fascia di mitigazione 1° anno														
MESI	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio		
1	Installazione cantiere													
2	Fresatura terreno a 20-25 cm													
3	Apertura buche per piante													
4	Fertilizzazione di fondo con substrato premiscelato													
5	Messa a dimora piante autoradicante in zolla													
7	Controllo vitalità ed eventuale sostituzione piante morte													
8	Messa a dimora di pali tutori in castagno													
9	Concimazione di mantenimento													
10	Colmatura buche													
11	Irrigazione di impianto e/o soccorso													

71 – Lavori fascia di mitigazione al 1° anno

19.4.1 Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo ed erbaceo, lavori che andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza in campo. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od incompleta realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia alberata di mitigazione, che per il resto delle opere a verde. Il piano manutentivo prevedrà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi colturali quali:

- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche irrigue sia di gestione che di soccorso;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di giovani piantine con pane di terra (in genere di età 1-2 anni), permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento di. Il numero di irrigazioni di soccorso, in generale, sarà funzione delle condizioni climatiche nel periodo estivo con maggior frequenza nel primo biennio. Inoltre, sarà fondamentale effettuare diverse irrigazioni, in particolar modo dopo la fase di trapianto e per almeno i due mesi successivi, per favorire la radicazione e quindi l'attecchimento delle giovani piante.

Difesa fitosanitaria

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificassero attacchi di insetti defogliatori che colpiscono una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti

antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e, per esempio, utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

Potatura di contenimento e di formazione

L'intervento di contenimento sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi:

- sui filari arborei più esterni del popolamento l'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito;
- sui filari interni dell'impianto l'obiettivo sarà di permettere l'ingresso all'interno del popolamento delle macchine dedicate a una serie di varie operazioni agronomiche e/o colturali. La frequenza degli interventi di potatura dei filari sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia alberata di mitigazione, che comprende sia la realizzazione della siepe perimetrale che dei filari arborei, si prevedrà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti e per la rimozione delle parti selvatiche e, pertanto, non produttive. Lo scopo sarà quello di dare una forma equilibrata, favorendone l'affrancamento, l'accestimento e consentendo loro una crescita laterale e in altezza (nel caso della siepe fino all'altezza della recinzione); si provvederà a far sviluppare la parte arborea nel modo più naturale possibile, seguendo gli individui vegetali nella crescita e potando cercando di realizzare la forma più stabile possibile (quella cioè con 3 branche principali che si troverebbero a 120° tra loro). Le potature di contenimento e di formazione si effettueranno periodicamente e fino al raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad una situazione di equilibrio senza una eccessiva concorrenza reciproca.

Pratiche di fertilizzazione

Con la concimazione ci si pone l'obiettivo di apportare sostanze nutritive al terreno agrario per migliorarne il grado di fertilità e, conseguentemente, anche la percentuale di attecchimento delle piante. Con l'apertura delle buche per la predisposizione delle opere di piantumazione ammenderemo il terreno allo scopo di creare le condizioni ottimali per lo sviluppo futuro della pianta. In seguito, durante il periodo primaverile dopo il primo anno di impianto, si provvederà ad apportare, a mezzo di concimi misto-organici o minerali, gli elementi nutritivi necessari al corretto sviluppo in modo tale da rafforzare le difese della pianta contro eventuali e possibili stress abiotici.

Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde - dal 2° al 5° anno																																																
MESI	2°anno												3°anno												4°anno												5°anno											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Sostituzione fallanze																																															
2	Pratiche di gestione irrigua																																															
3	Difesa fitosanitaria																																															
4	Manutenzione delle protezioni																																															
5	Potatura di contenimento e di formazione																																															
6	Pratiche di fertilizzazione																																															

72– Piano di monitoraggio delle cure colturali delle opere a verde dal 2° al 5° anno

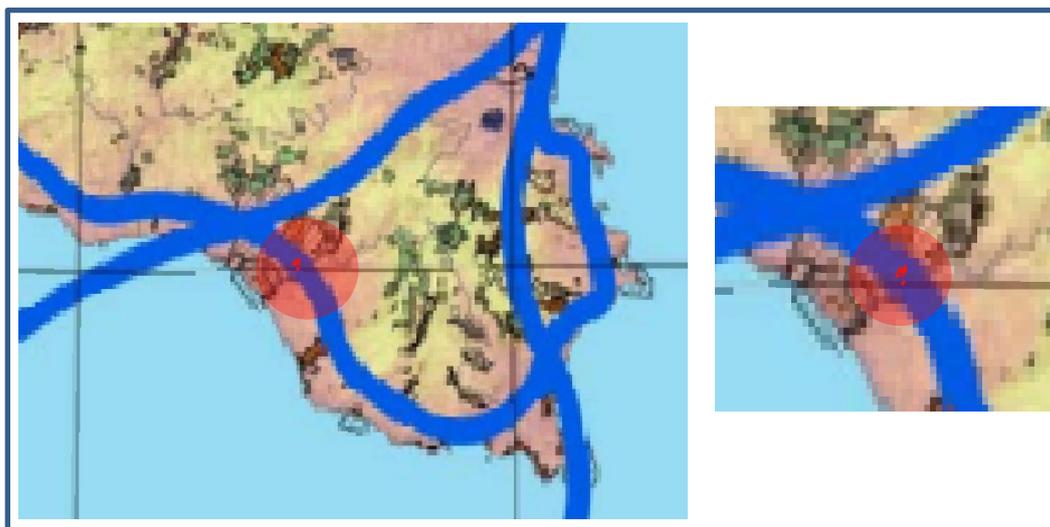
20. Mitigazione degli impatti sulla fauna

Numerose ricerche scientifiche svoltesi nei paesi interessati allo sfruttamento dell'energia fotovoltaica già da diversi anni, hanno evidenziato che per l'uso decentrato dei sistemi fotovoltaici (impianti a terra) l'impatto sulla fauna è ritenuto generalmente trascurabile, in quanto sostanzialmente riconducibile al suolo e all'habitat sottratti, data anche l'assenza di vibrazioni e rumore. L'intervento non da impatti sull'habitat anzi da osservazioni effettuate in altri impianti l'impatto è positivo per le seguenti ragioni:

- la struttura di sostegno dei moduli, vista la sua altezza ed interasse, consente non solo la penetrazione di luce ed umidità sufficiente allo sviluppo di una ricca flora, ma permette la intercettazione dell'acqua piovana, limitando l'effetto pioggia battente con riduzione del costipamento del terreno;
- la falciatura periodica dell'erba, oltre ad evitare un'eccessiva evaporazione del terreno, crea un habitat di stoppie e cespugli, arricchito dai semi delle piante spontanee, particolarmente idoneo alla nidificazione e alla crescita della fauna selvatica;
- la presenza dei passaggi eco-faunistici (come da planimetria di progetto), consente l'attraversamento della struttura da parte della fauna. È importante ricordare, che una recinzione di questo tipo, permette di creare dei corridoi ecologici di connessione, che consentono di mantenere un alto livello di biodiversità, e allo stesso tempo, non essendo praticabile l'attività venatoria, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie sempreverdi o a foglie caduche, che producono fiori e frutti, sarà un'ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali, determinerà la diminuzione della velocità eolica, aumenterà la formazione della rugiada;



73 – Carta delle rotte migratorie in Sicilia



74 – Carta delle principali rotte migratorie della Sicilia in relazione alle aree di progetto

In merito alla carta delle rotte migratorie dell'avifauna in relazione alle aree di progetto, una direttrice coincide con una delle rotte presunte. Si rammenta che dalle valutazioni effettuate su commissione del Ministero dell'Ambiente non sono emersi effetti allarmanti sugli animali, le specie presenti di uccelli continueranno a vivere e/o nidificare sulla superficie dell'impianto, e tutta la fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione. I territori di elezione presenti nell'areale, garanti della conservazione e del potenziamento naturale della fauna selvatica, a seguito degli interventi, delle modalità e dei tempi di esecuzione dei lavori, non subiranno sintomatiche modifiche; gli stessi moduli solari, saranno utilizzati come punti di posta e/o di canto e per effetto della non trasparenza dei moduli fotovoltaici sarà improbabile registrare

collisioni dell'avifauna con i pannelli, come in caso di finestre. Pertanto, si può ragionevolmente e verosimilmente confermare, che l'intervento in progetto nulla preclude alla salvaguardia dell'habitat naturale, soddisfacente alle specifiche peculiarità del sito, nella scrupolosa osservanza di quanto suddetto. Pertanto, in funzione di quanto fino ad ora asserito, si fa presente che nella tavola che tratta specificatamente delle recinzioni perimetrali, saranno indicate le aperture naturali (passaggi) per consentire alla piccola fauna di attraversare l'area evitando, al contempo, ogni tipo di barriera per potere oltrepassare liberamente l'area. Per ogni 10 m lineari di recinzione saranno realizzate delle aperture di diametro 25 cm per il passaggio della piccola fauna. Inoltre, in fase ante-operam e post-operam sarà effettuato, all'interno del piano di monitoraggio ambientale, anche il controllo delle componenti vegetazione, paesaggio e fauna con rilievi di campo e opportune analisi bibliografiche nella zone di intervento. Di seguito riportiamo l'elenco delle specie animali e delle popolazioni di uccelli potenzialmente presenti nell'area del futuro parco agrovoltaiico.

Name	presence	seasonal	yrcompiled	yrmodified
Anthus pratensis	1	3	2021	2015
Buteo buteo	1	1	2021	2021
Circaetus gallicus	1	3	2021	2013
Circus aeruginosus	1	4	2021	2021
Circus cyaneus	1	3	2021	2013
Circus macrourus	1	4	2021	2021
Circus pygargus	1	4	2021	2013
Falco biarmicus	1	3	2021	2021
Falco cherrug	1	3	2021	2014
Falco columbarius	1	3	2021	2021
Falco tinnunculus	1	1	2021	2021
Falco vespertinus	1	4	2021	2018
Gallinago media	1	4	2021	2015
Neophron percnopterus	1	4	2021	2021
Otus scops	1	1	2021	2021
Aythya ferina	1	1	2021	2006
Milvus milvus	1	1	2020	2020
Saxicola torquatus	1	1	2020	2020
Anas crecca	1	3	2020	2020
Upupa epops	1	2	2020	2020
Milvus migrans	1	2	2021	2020
Acrocephalus scirpaceus	1	2	2016	2017
Anas platyrhynchos	1	1	2016	2019
Apus pallidus	1	4	2018	2019
Ardea alba	1	4	2016	2019
Ardea cinerea	1	3	2019	2014
Ardea purpurea	1	4	2019	2018
Athene noctua	1	1	2018	2019
Aythya nyroca	1	1	2019	2014
Charadrius alexandrinus	1	1	2016	2019
Charadrius dubius	1	2	2016	2004
Chlidonias niger	1	4	2018	2019

Coracias garrulus	1	2	2019	2018
Cuculus canorus	1	2	2016	2013
Cyanecula svecica	1	3	2019	2015
Emberiza calandra	1	1	2018	2019
Emberiza schoeniclus	1	3	2018	2019
Falco eleonora	1	4	2021	2018
Falco peregrinus	1	1	2021	2019
Fringilla coelebs	1	1	2018	2019
Fulica atra	1	1	2019	2019
Galerida cristata	1	1	2016	2019
Gallinula chloropus	1	1	2016	2019
Hirundo rustica	1	2	2019	2006
Ixobrychus minutus	1	2	2018	2018
Larus fuscus	1	3	2018	2014
Larus melanocephalus	1	3	2019	2013
Larus michahellis	1	3	2019	2014
Lullula arborea	1	1	2016	2006
Merops apiaster	1	2	2016	2006
Motacilla alba	1	3	2019	2019
Motacilla flava	1	2	2018	2016
Muscicapa striata	1	4	2018	2019
Nycticorax nycticorax	1	2	2016	2019
Oenanthe hispanica	1	4	2016	2018
Pandion haliaetus	1	4	2021	2014
Phoenicurus ochruros	1	3	2018	2006
Phoenicurus ochruros	1	1	2018	2006
Phoenicurus phoenicurus	1	4	2016	2018
Phylloscopus collybita	1	1	2016	2016
Rallus aquaticus	1	1	2016	2019
Remiz pendulinus	1	1	2019	2019
Scolopax rusticola	1	3	2016	2007
Streptopelia decaocto	1	1	2019	2019
Streptopelia turtur	1	2	2019	2019
Sturnus vulgaris	1	3	2019	2019
Curruca cantillans	1	2	2018	2018
Curruca communis	1	4	2016	2019
Curruca conspicillata	1	1	2016	2015
Tachybaptus ruficollis	1	1	2016	2019
Turdus torquatus	1	4	2018	2018
Tyto alba	1	1	2016	2019
Zapornia pusilla	1	4	2019	2018
Ciconia nigra	1	4	2016	2013
Ciconia ciconia	1	2	2016	2014
Coturnix japonica	1	1	2016	2010
Egretta garzetta	1	1	2016	2013
Falco subbuteo	1	4	2021	2014
Grus grus	1	3	2016	2013
Mareca penelope	1	3	2016	2010
Certhia brachydactyla	1	1	2016	2008
Corvus corax	1	3	2016	2006
Limosa limosa	1	3	2016	2015

Aegithalos caudatus	1	1	2016	2016
Numenius arquata	1	3	2017	2011
Vanellus vanellus	1	3	2016	2006
Pernis apivorus	1	4	2021	9999
Spatula querquedula	1	2	2016	2007
Tringa totanus	1	1	2016	2012
Luscinia megarhynchos	1	2	2016	2015
Melanocorypha calandra	1	1	2016	2015
Oriolus oriolus	1	2	2016	2015
Regulus ignicapilla	1	3	2016	2015
Curruca undata	1	3	2016	2015
Turdus merula	1	1	2016	2016
Pica pica	1	1	2016	2016
Sylvia atricapilla	1	1	2016	2015
Lanius minor	1	2	2016	2009
Monticola solitarius	1	1	2016	2008
Hieraaetus pennatus	1	3	2021	9999
Parus major	1	1	2016	2010
Phylloscopus trochilus	1	4	2016	2009
Sturnus unicolor	1	1	2016	2008
Sylvia borin	1	4	2016	2009
Actitis hypoleucos	1	3	2016	2007
Apus apus	1	2	2016	2006
Locustella fluviatilis	1	4	2016	2015
Acrocephalus arundinaceus	1	2	2016	2015
Cettia cetti	1	1	2016	2015
Cisticola juncidis	1	1	2016	2015
Coccothraustes coccothraustes	1	3	2016	2015
Emberiza cia	1	3	2016	2015
Lanius collurio	1	2	2016	2015
Motacilla cinerea	1	3	2016	2015
Passer montanus	1	1	2016	2015
Spinus spinus	1	3	2016	2015
Gypaetus barbatus	5	1	2021	2017
Periparus ater	1	3	2016	2017
Delichon urbicum	1	2	2016	2017
Garrulus glandarius	1	1	2016	2017
Cyanistes caeruleus	1	1	2016	2017
Lanius senator	1	2	2016	2017
Ptyonoprogne rupestris	1	1	2016	2015
Corvus corone	1	1	2016	2017
Anthus campestris	1	2	2018	2008
Calandrella brachydactyla	1	2	2018	2016
Burhinus oediconemus	1	3	2018	2013
Anthus spinoletta	1	3	2018	2015
Acrocephalus melanopogon	1	3	2018	2015
Alauda arvensis	1	3	2018	2015
Anthus trivialis	1	4	2018	2018
Ardeola ralloides	1	4	2018	2018
Ficedula parva	1	4	2018	2010
Carduelis carduelis	1	1	2019	2016

Passer italiae	1	1	2018	2018
Serinus serinus	1	2	2018	2015
Sitta europaea	1	1	2018	2018
Curruca melanocephala	1	1	2018	2018
Troglodytes troglodytes	1	1	2018	2016
Emberiza cirulus	1	1	2018	2018
Oenanthe oenanthe	1	2	2018	2018
Chloris chloris	1	1	2018	2015
Columba palumbus	1	1	2018	2018
Corvus monedula	1	1	2018	2017
Coturnix coturnix	1	1	2018	2006
Erithacus rubecula	1	3	2018	2015
Falco naumanni	1	1	2021	2018
Linaria cannabina	1	1	2018	2018
Myiopsitta monachus	1	1	2018	2017
Prunella modularis	1	3	2018	2006
Streptopelia roseogrisea	1	1	2018	2017
Turdus philomelos	1	3	2018	2006

75 – Popolazioni di uccelli potenzialmente presenti nell'area di progetto

21. Analisi delle ricadute occupazionali agrovoltaiico

In relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico in agro di Acate (RG), per l'impianto denominato "Vittoria Agrovoltaiico", si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la coltivazione ad oliveto e legumi, secondo le specifiche tecniche della relazione, determina non soltanto un vantaggio ambientale per ciò che concerne l'uso e la conservazione del suolo ma getta le basi concrete per la creazione di un reddito tale e quale a quello riferito ad una azienda agricola di indirizzo simile. In un contesto come quello in esame la gestione dei suoli così come definita secondo le pratiche agricole specialistiche viene considerata collaterale alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Nella fattispecie si riporta di seguito l'indicazione di massima circa l'impiego di manodopera specializzata per il calcolo del livello occupazionale riferito all'impianto ad oliveto e leguminose da granella. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola si è fatto riferimento alla tabella relativa al fabbisogno per ettaro pubblicata in GURS il 18.6.2004 relativa al decreto n. 568 del 28 maggio 2004.

Culture	Fabbisogno di lavoro per ettaro (1)	
	Ore	Giornate
Aranceto, mandarinetto, clementineto	360	54
Agrumeto terrazzato	432	65
Limoneto	400	60
Limoneto terrazzato	480	72
Frutteto asciutto	400	60
Frutteto irriguo	540	81
Carrubeto	93	14
Mandorleto	147	22
Mandorleto irriguo	200	30
Castagno da frutto	193	29
Nocciolo	280	42
Oliveto asciutto	213	32
Oliveto irriguo	280	42
Oliveto da mensa asciutto	267	40
Oliveto da mensa irriguo	334	50
Pistaccheto	287	43
Ficodindieto asciutto	173	26
Ficodindieto irriguo	207	31
Vigneto a tendone irriguo uva da tavola	580	87
Vigneto ad alberello uva da vino	187	28
Vigneto a spalliera uva da vino	213	32
Vigneto a spalliera uva da vino semi irriguo (2)	220	33
Vigneto a tendone uva da vino	247	37
Vigneto a tendone uva da vino semi irriguo (2)	253	38
Vigneto a tendone uva da vino semi irriguo (2)	280	42
Seminativo avvicendato con foraggere	53	8
Seminativo semplice	27	4
Seminativo con orticole	107	16
Seminativo irriguo avvicendato con foraggere	67	10
Seminativo arborato con un numero non inferiore a 80 alberi per ettaro	80	12
Orto o fungaia in ambiente protetto	4.002	600
Orto pieno campo	334	50
Orto pieno campo irriguo	467	70
Cappereto	1.141	171
Fiori ambiente protetto	6.670	1.000
Floro-vivaismo in piena area	1.467	220
Vivaio ortive sotto serra (3)	15.608	2.340
Vivaio piante ornamentali pieno campo	1.001	150
Vivaio piante ornamentali sotto ombraia	2.335	350
Vivaio piante madri, barbatelle p.i.	1.668	250
Vivaio piante madri, barbatelle innestate	2.335	350
Tunnel irriguo	934	140
Bosco ceduo da 1 a 10 anni (4)	173	26
Bosco ceduo adulto (5)	93	14
Bosco ad alto fusto da 1 a 10 anni (6)	133	20
Bosco ad alto fusto adulto (7)	114	17
Fustaia naturale o naturiliforme (8)	100	15
Fascio	7	1
Piante officinali	133	20

76 – Parametri regionali per il calcolo dell’impiego della mano d’opera familiare

Per il calcolo del fabbisogno consideriamo la coltura “Oliveto in asciutto” dove la manodopera viene stimato in 32 giornate/ettaro per anno e la coltura “Seminativo avvicendato con foraggere” (equiparato alle leguminose da granella) dove il fabbisogno in manodopera viene quantificato in massimo 8 giornate/ettaro per anno. Stimiamo in:

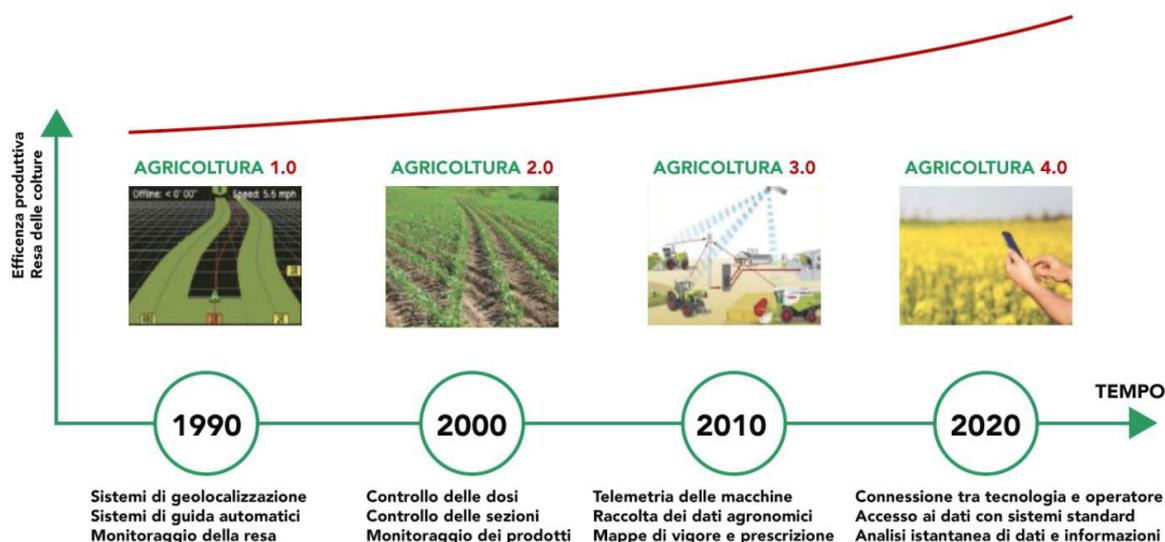
- 16,12 ettari la superficie di riferimento dell’oliveto (fascia di mitigazione e compensazione);
- 97 ettari la parte di intefila tra i pannelli gestita a leguminose;

Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell’impianto nella sua totalità occorreranno 516 giornate di lavoro per l’oliveto in asciutto, circa 776 giornate lavorative per i legumi. La somma delle giornate di lavoro porta il totale complessivo annuo a 1292 giornate lavorative. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria, orario lavorativo pari a 6,40 ore/giorno), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate; pertanto, *il numero di unità lavorative presenti sarà pari a 6.*

22. Appendice I

22.1 Premessa

Il presente documento, a corredo e completamento della relazione agronomica, vuole specificare come le opere inerenti alla progettazione del presente impianto fotovoltaico sito in agro di Vittoria (RG) siano rispettose e osservanti della Legge 29 luglio 2021 - n. 108 in merito alle soluzioni integrative da adottare all'interno di progetti agrovoltaici.

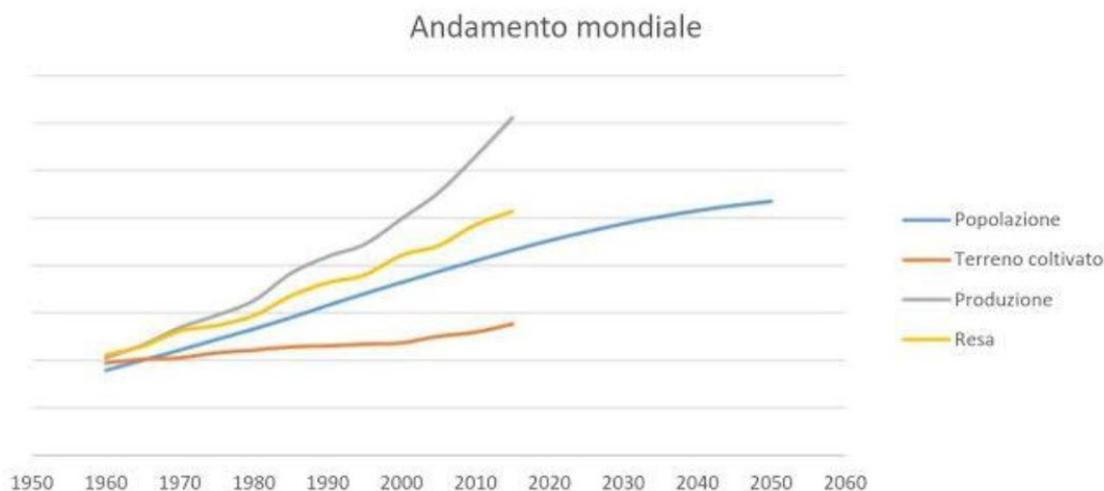


Le opere di progetto che riguardano le colture di olivo e leguminose, all'interno della quale saranno inseriti i tracker fotovoltaici, saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all'efficienza e al rispetto dell'ambiente.

22.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale

Secondo lo studio di Global Prospective "World agriculture towards 2030/2050" redatto da Nikos Alexandratos e Jelle Bruinsma per FAO (l'organizzazione per l'agricoltura e l'alimentazione dell'ONU), nel giugno del 2013, l'agricoltura mondiale nel 2050 dovrà essere in grado di produrre il 60% in più rispetto al 2010. Questo sarà necessario per due principali motivi: è previsto un aumento di popolazione del 30% ed in secondo luogo il tenore di vita sta crescendo esponenzialmente. Ciò significa una richiesta maggiore di materie prime ed un cambiamento nella domanda di cibo verso beni sempre più pregiati, come la carne ed i prodotti ortofrutticoli. Dalla necessità di contenere tali criticità, nasce l'agricoltura 4.0, che sfrutta la tecnologia per limitare i consumi e aumentare la produttività. Si riporta sotto un grafico che si basa sui dati FAO e sulle prospettive di crescita demografica ONU: la popolazione (blu) è destinata ad un futuro aumento, ma al contempo i terreni disponibili per la coltivazione (arancione) risultano

limitati. L'unico modo di intervenire al fine di ottenere una produzione (grigio) maggiore è lavorare sulla resa (giallo).



Con il termine “Agricoltura 4.0” ci si riferisce all’evoluzione dell’agricoltura di precisione, realizzata attraverso la raccolta automatica, l’integrazione e l’analisi di dati provenienti dal campo, da sensori e da qualsiasi altra fonte terza. Tutto questo risulta essere abilitato dall’impiego di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la reazione di conoscenza e il supporto all’agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera, rompendo (almeno potenzialmente) i confini della singola impresa. Lo scopo ultimo è quello di aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell’agricoltura. La strada intrapresa sembra essere quella dell’integrazione tra le strategie tradizionali e le innovazioni dell’agricoltura 4.0. Si parla di tracciabilità, di tecnologia blockchain, di raccolta di dati impiegati al servizio della filiera e si tratta, almeno in parte, di una piccola realtà di nicchia che sta già crescendo. L’impianto agrovoltaico verrà gestito esattamente come una “moderna” azienda agricola e, pertanto, si attrezzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto alle colture di olivo, mandorle e legumi (con i tracker fotovoltaici nelle loro interfile).

Lo stato dell’arte attuale per ciò che riguarda il concetto di agricoltura 4.0, così come è stato ampiamente verificato, conferma in termini pratici che gli imprenditori agricoli che utilizzano tali sistemi, riescono a produrre di più e con un minore impatto sull’ambiente. Le ragioni vanno tutte ricondotte all’aiuto della tecnologia, che grazie ai nuovi strumenti digitali ha portato l’agricoltura 4.0, come valore economico, a 7,8 miliardi di dollari su scala mondiale nel 2020 e lo scorso anno a oltre 450 milioni in Italia (paese leader per l’innovazione in questo campo). Secondo quanto riporta l’Osservatorio Smart Agrifood, globalmente il settore negli ultimi 12 mesi è cresciuto del 22%. Rappresenta così il 5% del mercato mondiale, con 160 aziende che in Italia stanno adottando questi strumenti rispetto alle altre 737 sparse in tutto il mondo. Nonostante la necessità di investire in formazione, il primo dato che emerge dagli studi specifici risulta essere la crescita esponenziale della diffusione di soluzioni ad alto

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiamonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 111/ 124
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------------

tasso tecnologico nel settore agroalimentare. Si registrano valore di mercato dell'agricoltura 4.0 che rappresentano, per il solo stato italiano il 18% del settore a livello europeo. Inoltre, emerge come esistano più di 300 proposte già a disposizione degli imprenditori agricoli, 113 delle quali specifiche per migliorare tracciabilità e qualità dei prodotti. Le esigenze che portano le aziende agricole a rivolgersi a soluzioni ad alto tasso tecnologico sono essenzialmente:

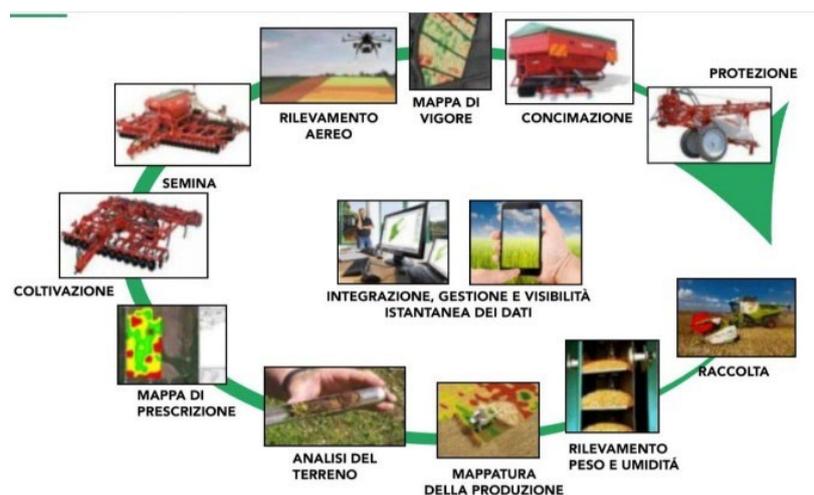
- controllo dei costi di produzione;
- aumento della produttività;
- acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati relativi all'attività.

L'Agricoltura 4.0 è l'evoluzione del concetto di "agricoltura di precisione" che viene utilizzato per definire interventi mirati ed efficienti in campo agricolo a partire da dati come, per esempio, le caratteristiche fisiche e biochimiche del suolo. Di fatto, è tutto l'insieme di strumenti e strategie che consentono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanza con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione. In pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto gli sprechi. Un altro ambito di applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti guardando al futuro. Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento (qualora sia previsto), è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre prodotti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale. Questo sarà il punto di forza della coltura olivicola, e di quella legumicola all'interno del parco agrovoltaiico. Verranno prese in esame e portate avanti in tutto il periodo di vita utile dell'impianto, tutte le strategie riguardanti la messa in atto di tecniche inerenti il risparmio irriguo, con piani di monitoraggio su larga scala che prevedano e verifichino l'impatto delle opere stesse sulle colture, la produttività in termini di rese per ettaro in confronto sia alle tecniche di agricoltura tradizionale che, soprattutto, in relazione al connubio "in operam" tra produzione di energia da fonte rinnovabile e rispetto della conduzione originaria tipica tipica. Il tutto, ovviamente, attraverso l'ausilio e l'impiego di applicativi per un'agricoltura digitale e di precisione.

22.3 I vantaggi dell'Agricoltura 4.0

Il fenomeno del riscaldamento globale ha determinato e determina tutt'ora un aumento delle temperature al suolo con conseguente sottrazione alle piante di sostanze nutritive necessarie per la loro crescita. Ciò "costringe" l'uomo ad un uso abbondante della pratica dell'irrigazione per evitare la moria dei

raccolti ed arrivare all'ottenimento di produzioni quantomeno giustificative degli investimenti e del lavoro svolto. Tutto quanto premesso non soltanto determina un eccessivo consumo di risorse ambientali ma, contestualmente, comporta un carico superiore per ciò che concerne la forza lavoro. La tecnologia può far molto per affrontare questi problemi, in modo particolare sostituendosi all'uomo in alcune mansioni. Il futuro dell'agricoltura è legato alla sostenibilità ambientale, alla razionalizzazione delle risorse e ad una massiccia disponibilità di dati conservati online, dati che ormai devono risultare raggiungibili da qualsiasi dispositivo e da qualsiasi mezzo: dagli smartphone dell'operatore, ai dispositivi montati sui trattori, fino alle centraline in campo o all'impiego di droni per svariati compiti. Questo controllo capillare e la lotta senza quartiere allo spreco di risorse, in definitiva, altro non è che un vantaggio economico per l'agricoltore stesso. Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, i ricercatori non hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici da un punto di vista salutistico (considerato il minor impiego di sostanze artificiali). Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%, il tutto ottenendo prodotti senza alcun residuo di sostanze chimiche. Tralasciando dubbi e remore legati al passaggio da un vecchio sistema ad uno nuovo, che rappresentano spesso alcune delle ragioni principali che non portano ai cambiamenti in azienda, l'agricoltura 4.0 conduce non solo a risparmi economici reali, ma anche a condizioni di lavoro meno pesanti e a rese qualitativamente migliori.



Tuttavia, nel passaggio ad una agricoltura 4.0, l'investimento è recuperabile in pochi anni grazie ad un costo per ettaro inferiore, all'ottimizzazione delle risorse e, non meno importante, ad un miglioramento delle condizioni di lavoro e delle ore spese sul campo. Il passaggio all'agricoltura 4.0 può rappresentare,

quindi, una reale opportunità per andare verso quel radicale cambiamento che in molti chiedono da tempo; è proprio per questo motivo che PV Italy 1 S.r.l all'interno del progetto in itinere per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrovoltaiica da realizzarsi nel Comune di Acate (RG), intende investire su queste tecnologie per portare a compimento un "vero" impianto agrovoltaiico, virtuoso e osservante ogni norma e/o indicazione che riguardi la salvaguardia dell'ambiente, la coltivazione di piante di Olivo e colture da pieno campo di essenze leguminose secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0.

22.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità

Sostenibilità, conoscenza, efficienza sono i tre elementi e i principali vantaggi che le aziende agricole cercano nell'Agricoltura 4.0. Ottenere più sostenibilità, non solo produttiva, ma anche ambientale e sociale, per le loro attività sul campo. Più conoscenza, trasparenza, consapevolezza delle dinamiche in cui sono coinvolte, dai processi interni, a quelli con la filiera dei fornitori, fino a quelli che riguardano la concorrenza. Più efficienza, sia di processi che di attività, che permette riduzione dei costi, minori tempi di lavoro e produzione, migliore controllo di gestione e maggior produttività e risultati. Tutto questo è abilitato dall'utilizzo di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la creazione di conoscenza e il supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera.



Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, aumentando l'efficienza produttiva.



Per fare questo bisogna fare alcune premesse doverose. Per sviluppare e adattare al meglio queste tecnologie digitali è necessario investire in formazione, instaurando collaborazioni con il mondo della ricerca e delle Università. L'Agricoltura 4.0 non può essere utilizzata da tutti e richiede personale preparato e costantemente sottoposto ad aggiornamenti. Abbracciando un processo molto vasto, che va dalla coltivazione del campo fino alla distribuzione dei prodotti e all'alimentazione stessa, per raggiungere i risultati e ampliarne l'utilizzo si deve investire sullo sviluppo di nuove competenze. Inoltre, la transizione ecologica è ormai diventata una tematica cruciale per tutti i settori, ma per il mondo dell'agri-food è sicuramente quella fondamentale e va affrontata in maniera concreta. La situazione in Italia, in riferimento alla qualità dell'aria che respiriamo è migliorata molto negli ultimi trent'anni, ma rimangono ancora tante criticità e gli impatti di agricoltura e allevamenti restano in primo piano. Le nuove tecnologie favoriscono un'ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse e il mondo dell'agricoltura ha bisogno di attrezzature intelligenti che permettano di essere sempre più efficaci in termini di sostenibilità. A tal riguardo si può pensare per esempio alle irroratrici intelligenti, un sistema che permette il dialogo tra trattore e irroratrice, in grado di valutare l'apezzamento in cui si sta lavorando. L'obiettivo è la gestione mirata e controllata dell'apporto di sostanze in caso di concimazioni o trattamenti in modo da porre fine all'era dei diserbanti fissi a calendario, tenendo conto delle caratteristiche dei terreni agrari.



Un altro ambito significativo nell'applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo gli addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti. Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento, è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre alimenti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale; il digitale gioca un ruolo di primo piano nella tracciabilità alimentare. Fra le soluzioni digitali innovative per la tracciabilità alimentare offerte sul mercato italiano si assiste al boom della Blockchain, la cui presenza è più che raddoppiata in un anno e che caratterizza il 43% delle soluzioni disponibili, seguita da QR Code (41%), Mobile App (36%), Data Analytics (34%), e l'Internet of Things (30%).



Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, non si hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici dal punto di vista della salute. Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%, il tutto ottenendo prodotti senza alcun residuo di sostanze chimiche.

22.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT)

L'agricoltura 4.0 si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo, e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi. Utilizzando, ad esempio, strumenti *Internet of Things (IoT)* si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perché oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio,

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiaramonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVIISIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 116/124
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	--------------------------

ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole. In termini pratici un sistema di monitoraggio professionale così concepito è costituito da una stazione meteo centrale in grado di coprire diversi chilometri, che può essere dotata di tradizionali sensori meteo-climatici, come pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica e di unità wireless IoT con i sensori micro-climatici capaci di calcolare, ad esempio, la temperatura e umidità dell'aria, la bagnatura fogliare e l'umidità del terreno. I sensori wireless, posizionati tra le colture acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono ad una app che li archivia, visualizzabili in tempo reale sia dal computer che da uno smartphone. È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti. Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro, dimostrando inoltre in modo concreto l'impegno verso una agricoltura sostenibile che rafforza la promozione dell'azienda in azioni di marketing.

La configurazione del sistema IoT deve rispondere ad una serie di criteri e parametri aziendali, tra cui:

- estensione della superficie aziendale;
- variabilità dei terreni e delle esposizioni;
- variabilità delle colture.

A titolo di esempio, per una azienda di seminativi in pianura può essere sufficiente una singola stazione meteo-climatica, che grazie al calcolo del bilancio idrico fornisce una stima del fabbisogno della coltura, e consente così di regolare in modo ottimale i turni irrigui. Viceversa, un'azienda vitivinicola in collina potrebbe avere necessità di controllare più punti di misura tra i filari, per gestire al meglio i trattamenti in campo, e regolare le irrigazioni solo quando effettivamente necessario, in funzione della fase fenologica e dei target di produzione aziendali. Infine, un'azienda orticola in pianura potrebbe utilizzare un sistema di monitoraggio dell'umidità del suolo e regolare automaticamente i turni irrigui sulla base delle condizioni di campo.

22.6 L'Agricoltura di precisione

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione aziendale che utilizza informazioni precise e tecnologiche per la raccolta delle informazioni sulle variazioni spaziali e temporali all'interno di un apprezzamento agricolo. Queste informazioni vengono utilizzate per gestire le operazioni agricole al fine di aumentare il reddito degli agricoltori e di ridurre l'impatto ambientale. È un sistema di produzione in cui la gestione delle colture è basata sulla variabilità di campo e su condizioni sito-specifiche. Il requisito primario è l'informazione ed è considerato il cuore dell'agricoltura di precisione. Ulteriori requisiti sono tecnologia e gestione. Le tecnologie elettroniche e informatiche al servizio dell'agricoltura di precisione e le pratiche agronomiche (GNSS, visione computerizzata, telerilevamento, sensori prossimali,

applicazioni a rateo variabile, monitoraggio delle rese...) possono essere utilizzate singolarmente o in modo combinato, come mezzo per realizzare l'agricoltura di precisione in base alle necessità. Il concetto centrale dell'agricoltura di precisione è quello di operare soltanto quando e dove è necessario (secondo logiche sito-specifiche) e questa può essere fatto soltanto se è disponibile una grande quantità di dati.

Le fasi sono:

1. raccolta dati (informazioni)
2. mappatura
3. processo decisionale
4. gestione colturale

L'adozione delle tecniche per l'agricoltura di precisione consente una più o meno spinta automazione delle attività di controllo operativo in campo. L'operatore viene in parte liberato dalle sue funzioni di regolazione delle macchine.

Sistema Satellitare Globale di Navigazione (GNSS)

L'elemento innovativo che sta alla base del principio dell'agricoltura di precisione è lo sviluppo del sistema di navigazione satellitare. Comprende ognuno dei sistemi di navigazione basati su satelliti esistenti e programmati (GPS, GLONASS, GALILEO, IRNSS, BeiDou).

GPS o Global Positioning System, si chiama il Sistema di navigazione Americano

GLONASS: il sistema di navigazione Russo,

GALILEO: il sistema di navigazione Europeo

IRNSS/QZSS: il sistema di navigazione Indiano

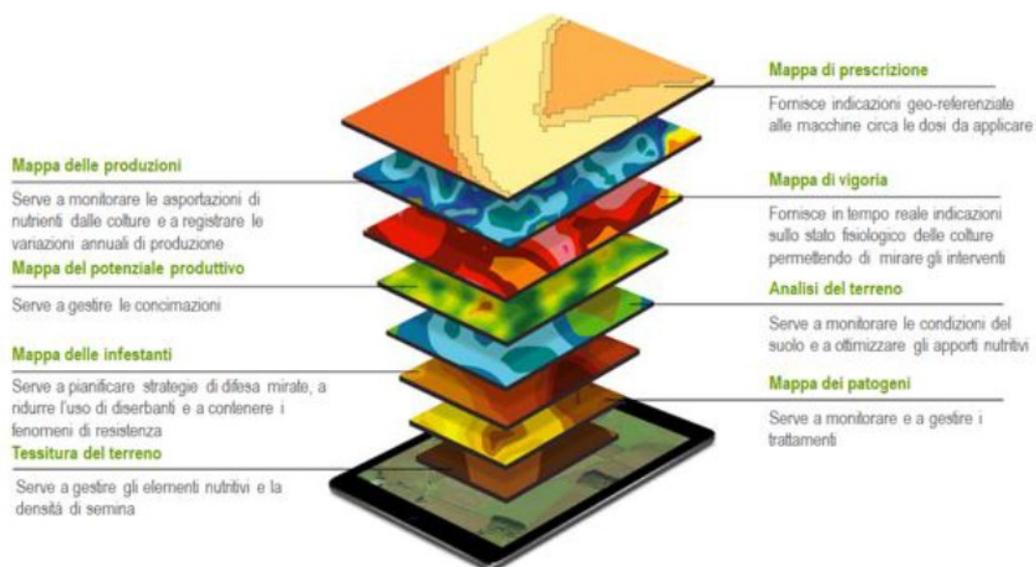
BeiDou/COMPASS: il sistema di navigazione della China

Questo sistema viene utilizzato per fornire la posizione di un ricevitore in termini di latitudine, longitudine, altitudine, velocità, direzione e tempo. L'utilizzo di tutti i segnali GNSS disponibili generalmente migliora le prestazioni di posizionamento. I dispositivi di navigazione GNSS permettono di effettuare una gestione sito-specifica dell'azienda agricola. Questo rappresenta una possibilità eccellente per aumentare l'accuratezza, la velocità e l'uniformità delle operazioni agricole. Tali dispositivi sono particolarmente utili per la distribuzione di erbicidi e fertilizzanti, e per monitorare le seminatrici e le macchine da raccolta. Inoltre, possono essere utilizzati per mantenere un sistema a traffico controllato anno dopo anno, in modo da minimizzare il compattamento del terreno.

Utilizzo dei dispositivi GNSS per creare mappe

Tutte le applicazioni dell'agricoltura di precisione necessitano di un numero elevato di sensori per l'acquisizione dei dati in campo. Tutte le informazioni raccolte possono essere collegate tra loro

realizzando una mappa con le posizioni dei dati fornite da un ricevitore GNSS. I dati spaziali fluiscono nel sistema informativo geografico (GIS) e sono utilizzati per analisi successive. L’RTK-GNSS può essere ad esempio utilizzato per creare una mappa della posizione delle piante della coltura monitorando la posizione dei semi o delle piantine durante la semina o il trapianto. Successivamente la mappa può essere utilizzata per l’esecuzione delle operazioni agricole (ad esempio controllo delle infestazioni sito-specifico, poiché viene presupposto che ciascuna pianta rilevata in una posizione differente rispetto a quella di localizzazione dei semi sia classificata come infestazione). Inoltre, i dispositivi GNSS si utilizzano per la creazione di mappe di precisione per la distribuzione degli erbicidi a rateo variabile e mappe di monitoraggio delle rese. Sotto si riporta un esempio di quella che viene definita “mappa di precisione”.



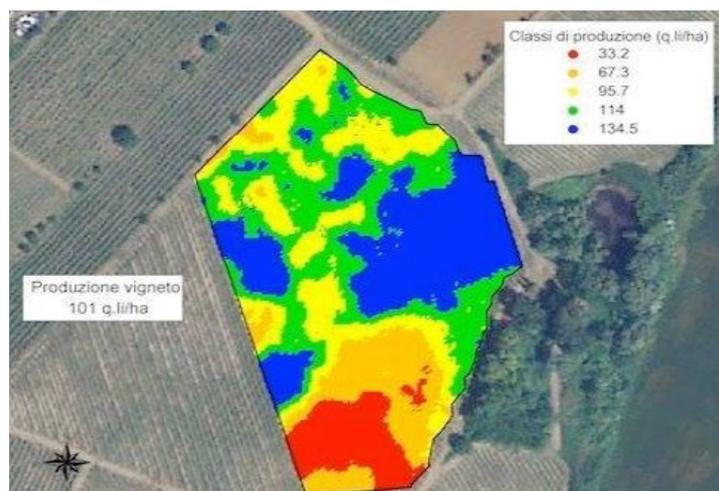
Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole

L’utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole crea la possibilità di alleviare l’operatore dal fare continui aggiustamenti della sterzata nel tentativo di mantenere le prestazioni di una macchina agricola a livelli accettabili. I sistemi di guida basati sull’utilizzo dei dispositivi GNSS richiedono che le file della coltura siano mappate utilizzando un sistema di georeferenziazione o che la coltura sia stata seminata/trapiantata utilizzando una seminatrice/trapiantatrice equipaggiata con un dispositivo RTK-GNSS.

22.7 Esempi legati allo sviluppo di un'agricoltura di precisione



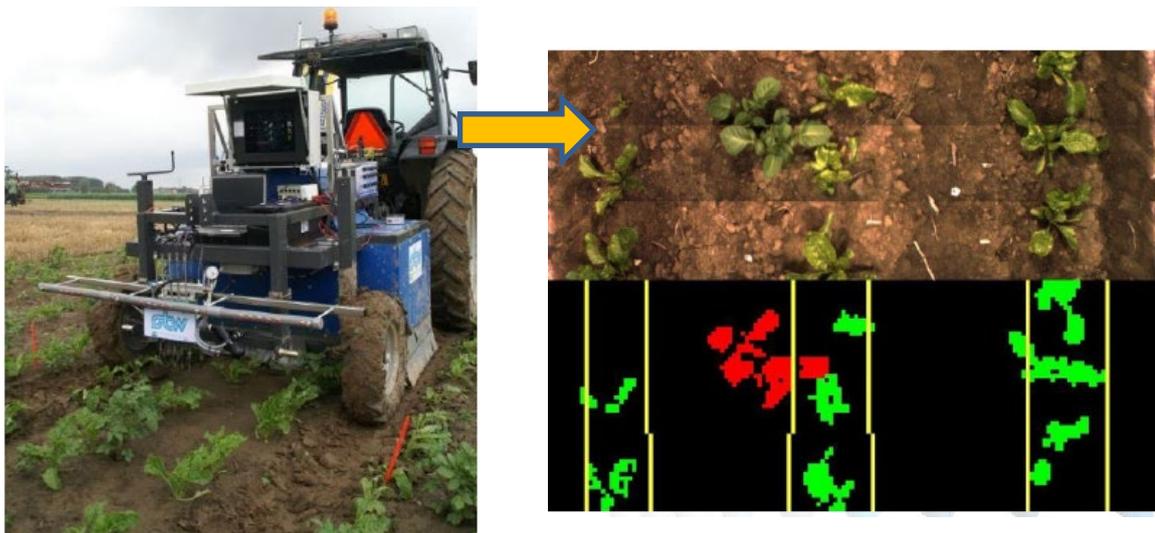
Esempio di trattore autonomo ed intelligente, operativo in campagna. Saranno veri e propri mezzi agricoli comandati a distanza tramite app, interamente gestiti da device dell'azienda o dal palmare dell'imprenditore.



Le necessità delle piante si possono misurare e calcolare con precisione accuratissima, praticamente pianta per pianta. Per il rilevamento si usano principalmente droni e sensori geoelettrici. Dopo il monitoraggio e la mappatura subentrano macchine operatrici basate sulla tecnologia a rateo variabile, che sono in grado di gestire in modo differente varie porzioni dello stesso terreno sulla base di input georiferiti. Ricevendo i dati basati sul remote sensing dal drone, che poi vengono rielaborati da sistemi informativi geografici grazie a metodologie di analisi geostatistica, le "macchine" sono in grado di capire quali trattamenti erogare alle diverse porzioni del terreno, coadiuvando l'intervento umano in maniera rilevante e mettendo il coltivatore in grado di operare scelte razionali.



La simulazione di un sistema viene definita come l'imitazione reale nel tempo di un processo o del sistema stesso e permette la valutazione dello scenario così costituito per operare nel sistema reale (Sartori et al, 2005). La simulazione consiste nel codificare un modello matematico in un programma da utilizzare nel computer per produrre dati simulati, confrontare dati reali prodotti dal modello matematico con quelli sperimentali e simulare scenari differenti a partire da condizioni note. La mappatura delle produzioni permette poi la rilevazione e la registrazione del flusso di massa o di volume istantaneo di prodotto agricolo abbinato alle specifiche coordinate geografiche di quel punto. Tale monitoraggio è possibile tramite sensori specifici montati nelle macchine operatrici al fine di avere una precisione accurata del dato di posizionamento.



La variabile da tenere in considerazione non è tanto l'estensione quanto piuttosto l'uniformità di lavoro, l'uniformità dei trattamenti in caso di colture con differenti problemi (il che può generare, per esempio, un eccessivo uso di fertilizzanti o di pesticidi). Il controllo di precisione potrà riguardare anche la fase

di emergenza della pianta e il riconoscimento di eventuali malerbe infestanti o la crescita della coltura stessa in un posto diverso dalla fila (che inciderebbe in maniera distorta sulla raccolta meccanizzata).



L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere in modo chiaro e semplice i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti). Le sonde di umidità del suolo adatte senza calibrazione ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale.

22.8 Agricoltura di precisione applicata alla coltivazione dell'Olivicoltura





Il monitoraggio di parametri climatici, fenologici e produttivi può essere effettuato con droni o con kit prossimali basati su tecnologie in cui il sensore remoto (remote sensing) è a diretto contatto con l'oggetto da monitorare: terreno, foglie, frutto, ecc.



Esistono testimonianze di aziende che impiegano nella gestione delle proprie coltivazioni sofisticati kit dotati di sensoristica avanzata, con batterie ad alimentazione solare, che dispongono di sensori ambientali-vegetazionali e meteorologici. I kit si compongono di un sistema di water intelligence che misura in tempo reale le necessità idriche delle coltivazioni, nonché di un pannello di monitoraggio – web o su mobile app – per verificare in autonomia lo stato idrico delle piante.

Una agricoltura di precisione così concepita risulta applicata a macchinari al fine di diminuire l'uso di fertilizzanti, fitofarmaci e acqua aumentando le rese e diminuendo gli sprechi. L'agricoltura digitale è strettamente correlata e riguarda l'applicazione dell'informatica e della sensoristica sulle macchine operatrici per acquisire e gestire dati e, ancora più importante, analizzare quei dati in modo organico per creare modelli (che potranno essere riprodotti). Macchine agricole, droni, sensori di campo e satelliti connessi tra di loro, costituiscono la nuova frontiera dell'agricoltura, l'agricoltura 4.0.



23. Valutazioni finali

La sfida che comporta un connubio tra fotovoltaico e agricoltura è certamente ambiziosa e stimolante. I dati tecnico scientifici ottenuti da prove “in campo” su determinate colture, sia esse cerealicole che leguminose, confermano questo “matrimonio” e ne accentuano la vantaggiosità. I dati di confronto delle radiazioni solari se ad una prima analisi possono sembrare poco confortanti in realtà sono da considerare in funzione di una serie di svariati fattori: all'aperto in pieno i valori DLI variano a seconda della latitudine, del periodo dell'anno e della copertura nuvolosa per esempio. C'è da considerare, altresì, che anche all'interno della grande famiglia delle essenze leguminose vi sono alcune piante che pur crescendo bene in pieno sole sono “brevidiurne”, fioriscono cioè quando il periodo ininterrotto di buio supera indicativamente le 12 ore giornaliere (è il caso del fagiolo, dell'arachide, della soia, del tabacco, ecc...). Alcune piante possono essere neutrodiurne, la cui fioritura risulta indipendente dal periodo di luce. Alcune piante, tra cui il fagiolo, per esempio, hanno modificato le loro esigenze adattandosi al contesto in cui si trovavano. Tutto ciò per portare in evidenza il fatto che i dati fino ad ora esposti devono trovare riscontro pratico in prove di campo su larga scala con un rilievo puntiforme di dati scientifici

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Vittoria e Chiamonte Gulfi da 52,09652 MW denominato – Vittoria Agrovoltaiico – Elaborato: PVI1SIA14 – Relazione Agronomica e Agrovoltaiica	Data: 5/7/2022	Rev. 0	Pagina 124/ 124
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------------

supportati da una base progettuale di riferimento. L'analisi studio condotta ha tenuto conto delle colture da pieno campo, i legumi e oliveto, che potrebbero determinare un reddito agricolo interessante oltre a tutti i benefici che sono stati ampiamente descritti. C'è da considerare, comunque, che in particolare le leguminose si inseriscono in un piano di rotazione colturale che deve, per svariati motivi, tenere conto del fatto che tali piante devono essere avvicendate secondo logiche agronomiche standardizzate. Pertanto, nello stabilire il calendario delle rotazioni tra colture miglioratrici (i legumi) e colture depauperatrici (le graminacee) si dovrà prevedere uno schema misto in quanto, per esempio, la coltura del cece non può essere coltivata nello stesso appezzamento che lo ha accolto per almeno due anni (in quanto si ridurrebbe la resa per ettaro e si renderebbe il terreno agrario poco ospitale dal punto di vista agronomico per la coltura successiva). In ragione di ciò e in considerazione del fatto che andranno valutati di volta in volta i piani di semina, in fase di progetto esecutivo si dovrà tenere conto di quanto asserito.

Palermo, 6.7.2022

