



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI FOGGIA

AGROVOLTAICO "TORRETTA DI ZEZZA"

Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 76,73292 MW DC - 64,565 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità, apicoltura e attività sociali, da realizzare nel Comune di Foggia (FG) in località "Torretta di Zezza"

PROGETTO DEFINITIVO

Proponente dell'impianto FV:

SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l.

Via Caradosso, 9 - 20123- Milano (MI)

PEC: sc-fvgc5@pec.it

del gruppo



Gruppo di progettazione:

Ing. Angela Cuonzo - studio di impatto ambientale

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott.ssa Archeologa Paola Guacci - studi e indagini archeologiche

Dott. Geologo Baldassarre Franco La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Geom. Donato Lensi - progettazione generale e rilievi topografici

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Ing. Angelo Nicoletti - studi d'impatto acustico

Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale, coordinamento gruppo di lavoro

Ing. Giuseppe Sarcuno - studi d'impatto acustico

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Proponente del progetto agronomico e
Coordinatore generale e progettazione:



M2 ENERGIA S.r.l.

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

m2energia@gmail.com - m2energia@pec.it

+39 0882.600963 - 340.8533113

Elaborato redatto da:

Dott. Agr. Arturo Urso

Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali - Provincia di Catania - n. 1280

Spazio riservato agli uffici:

PD	Titolo elaborato:				Codice elaborato	
	Relazione sul Programma di sperimentazione e sviluppo della tecnologia agrovoltaica nell'area di intervento				PD04_01	
N. progetto: FG0Fo01	N. commessa:	Codice pratica: US3DJQ7	Protocollo:	Scala: -	Formato di stampa: A4	
Redatto il: 18/03/2021	Revis. 01 del: 04/04/2022	Revis. 02 del:	Verificato il:	Approvato il:	Nome_file o Identificatore: FG0Fo01_PD04_01PianoAgronomico	

SOLARCENTURY FVG5 S.r.l.

Gestore e proponente dell'impianto fotovoltaico

M2 Energia S.r.l.

Soggetto proponente il progetto agronomico

Impianto agro-fotovoltaico da 76,733 MWp

Comune di Foggia (FG) – Località Torretta di Zezza

**Programma di sperimentazione e sviluppo della tecnologia agrovoltaica
nell'area di intervento.**

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
2	IL PROGETTO NELL'ATTUALE STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE	6
3	IL PROGETTO	8
3.1	Dati generali	8
3.2	Tipologia di impianto.....	10
3.3	Descrizione tecnica.....	11
3.4	Fasce arboree perimetrali ed elementi di mitigazione	13
4	DESCRIZIONE DEL SITO E DELLO STATO DEI LUOGHI	14
4.1	Ubicazione e utilizzazione dell'appezzamento	14
4.2	Clima.....	14
4.3	Caratteristiche pedologiche del sito in esame	15
4.4	Stato dei luoghi e colture praticate	15
4.5	Risorse idriche.....	16
5	CARATTERISTICHE DELL'AGROVOLTAICO E STATO DELLA RICERCA	17
5.1	Il Sistema Agrovoltaiico	17
5.2	Meccanizzazione e spazi di manovra	21
5.3	Gestione del suolo.....	22
5.4	Ombreggiamento	23
5.5	Presenza di cavidotti interrati	24
6	LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE	25
6.1	Colture praticabili nell'area di intervento e superfici dedicate	25
6.1.1	Fasce di mitigazione	27
6.2	Ortive da pieno campo praticabili nell'area di impianto	29
6.2.1	Scelta delle specie idonee	29
6.2.2	Accorgimenti particolari e operazioni colturali	30
6.3	Colture intercalari da sovescio	36
6.4	Colture arboree	38
6.4.1	Mandorlo (<i>Prunus dulcis</i>)	38
6.4.2	Ficodindia (<i>Opuntia ficus indica</i>).....	42
6.4.3	Mango (<i>Mangifera indica</i>)	44
6.5	Colture arbustive autoctone e produzione mellifera.....	46

6.5.1	Prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>)	46
6.5.2	Ginestra odorosa (<i>Spartium junceum</i>).....	47
6.5.3	Corniolo (<i>Cornus Mas</i>)	48
6.5.4	Attività apistica e produzione mellifera (dal 3° anno di attività).....	48
6.6	Descrizione riassuntiva del piano colturale definito per l'impianto agro-fotovoltaico	49
7	MANODOPERA E MEZZI DA IMPIEGARE NELL'ATTIVITÀ AGRICOLA	50
7.1	Incremento nel fabbisogno di manodopera e risvolti positivi nell'occupazione	50
7.2	Mezzi agricoli necessari per la corretta gestione dell'attività agricola	50
8	COSTI DI REALIZZAZIONE DEI MIGLIORAMENTI FONDIARI	52
9	COSTI DI GESTIONE E RICAVI ATTESI.....	54
9.1	Produzioni Lorde Standard (PLS).....	54
9.2	Colture arboree	54
9.2.1	Mango	54
9.2.2	Mandorlo.....	55
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	56
	Bibliografia	57
	Siti internet consultati.....	57

ALLEGATI

Tavola 01	Planimetria dell'area con l'indicazione dello stato dei luoghi e del piano colturale durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1 INTRODUZIONE

Il soggetto proponente SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l., una SPV del gruppo STATKRAFT ITALIA S.r.l., che opera nei principali settori economici e industriali della “Green Economy”, specializzata nella produzione e vendita di energia elettrica da fonti rinnovabili sul mercato libero dell’energia, intende realizzare un impianto agrovoltaico da 76.73292 MW DC (pari a 64.565 MW in immissione) su una superficie complessiva pari a 110 ha circa nel territorio del Comune di Foggia, in Località Torretta di Zezza”. La Società M2 Energia S.r.l. di San Severo (FG), con esperienza ultradecennale nel settore, è responsabile dello sviluppo e della progettazione dell’impianto agrovoltaico.

Lo scrivente **Dott. Agr. Arturo Urso**, nato a Catania il 18/05/1983, domiciliato in Catania (CT), Via Pulvirenti n. 10 – 95131, Dottore di Ricerca in Economia Agro-Alimentare, iscritto all’Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Catania con il numero **1280**, ha redatto il presente Piano Tecnico Agronomico dell’area interessata dalla realizzazione dell’impianto fotovoltaico e delle relative opere connesse, per conto della Società M2 Energia S.r.l.

L’elaborato è finalizzato:

1. alla descrizione dello stato dei luoghi, in relazione alle attività agricole in esso praticate, focalizzandosi sulle aree di particolare pregio agricolo e/o paesaggistico;
2. all’identificazione delle colture idonee ad essere coltivate nelle aree libere tra le strutture dell’impianto fotovoltaico, quelle sotto i moduli fotovoltaici e degli accorgimenti gestionali da adottare per le coltivazioni agricole, data la presenza dell’impianto agrovoltaico;
3. alla definizione del piano colturale da attuarsi durante l’esercizio dell’impianto agro fotovoltaico con indicazione delle operazioni necessarie e della redditività attesa.

2 IL PROGETTO NELL'ATTUALE STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE

La Direttiva 2009/28 del Parlamento europeo e del Consiglio, recepita con il Decreto Legislativo n. 28 del 3 marzo 2011, assegna all'Italia due obiettivi nazionali vincolanti in termini di quota dei Consumi Finali Lordi di energia coperta da fonti rinnovabili (FER) al 2020; il primo, definito *overall target*, prevede una quota FER sui CFL almeno pari al 17%; il secondo, relativo al solo settore dei Trasporti, prevede una quota FER almeno pari al 10%.

Con riferimento all'*overall target*, il successivo Decreto 15 marzo 2012 del Ministero dello Sviluppo Economico (c.d. decreto *Burden sharing*) fissa il contributo che le diverse regioni e province autonome italiane sono tenute a fornire ai fini del raggiungimento dell'obiettivo complessivo nazionale, attribuendo a ciascuna di esse specifici obiettivi regionali di impiego di FER al 2020.

In questo quadro, il Decreto 11 maggio 2015 del Ministero dello Sviluppo Economico, nell'articolo 7, attribuisce al GSE, con la collaborazione di ENEA, il compito di predisporre annualmente “[...] un rapporto statistico relativo al monitoraggio del grado di raggiungimento dell'obiettivo nazionale e degli obiettivi regionali in termini di quota dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili, a livello complessivo e con riferimento ai settori elettrico, termico e dei trasporti”.

Secondo il rapporto periodico del GSE “Fonti rinnovabili in Italia e in Europa” riferito all'anno 2018, pubblicato nel mese di febbraio 2020, tra i cinque principali Paesi UE per consumi energetici complessivi, l'Italia registra nel 2018 il valore più alto in termini di quota coperta da FER (17,8%). A livello settoriale, nel 2018 in Italia le FER hanno coperto il 33,9% della produzione elettrica, il 19,2% dei consumi termici e, applicando criteri di calcolo definiti dalla Direttiva 2009/28/CE, il 7,7% dei consumi nel settore dei trasporti.

Su un altro rapporto del GSE, dal titolo “Fonti rinnovabili in Italia e nelle Regioni – Rapporto di monitoraggio 2012-2018” pubblicato nel mese di luglio 2020 si può osservare come, nel 2018, la quota dei consumi finali lordi complessivi coperta da FER sia pari al 17,8%. Si tratta di un valore superiore al target assegnato all'Italia dalla Direttiva 2009/28/CE per il 2020 (17,0%), ma in flessione rispetto al 2017 (18,3%). Tale dinamica è il risultato dell'effetto di due trend opposti: da un lato, la contrazione degli impieghi di FER, al numeratore del rapporto percentuale, legata principalmente alla riduzione degli impieghi di biomassa solida per riscaldamento nel settore termico (il 2018 è stato un anno mediamente meno freddo del precedente) e alla minore produzione da pannelli solari fotovoltaici nel settore elettrico (principalmente per peggiori condizioni di irraggiamento); dall'altro, l'aumento dei consumi energetici complessivi, al denominatore del rapporto percentuale, che ha riguardato principalmente i consumi di carburanti fossili per autotrazione (gasolio, benzine) e per aeroplani (carboturbo).

In Italia tra il 2005 e il 2018 i consumi di energia da FER in Italia sono raddoppiati, passando da 10,7 Mtep (Mega tonnellate equivalenti di petrolio) a 21,6 Mtep. Si osserva, al contempo, una tendenziale diminuzione dei consumi finali lordi complessivi (CFL), legata principalmente agli effetti della crisi economica, alla diffusione di politiche di efficienza energetica e a fattori climatici.

A questi dati nazionali, ogni regione ha contribuito in maniera differente. Ovviamente, ciò è causato dalla differenziazione geografica degli impianti: il 76% dell'energia elettrica prodotta da

fonte idrica, ad esempio, si concentra in sole sei Regioni del Nord Italia. Allo stesso modo sei Regioni del Sud Italia possiedono il 90% dell'energia elettrica prodotta da eolico. Gli impianti geotermoelettrici si trovano esclusivamente nella Regione Toscana, gli impieghi di bioenergie e il solare termico si distribuiscono principalmente nel Nord Italia.

Tuttavia, la produzione di energia da fonte rinnovabile non è esente da problematiche, anche di carattere ambientale. Per questo motivo l'attuale Strategia Energetica Nazionale, con testo approvato in data 10 novembre 2017, alle pagine 87-88-89 (*Focus Box: Fonti rinnovabili, consumo di suolo e tutela del paesaggio.*), descrive gli orientamenti in merito alla produzione da fonti rinnovabili e alle problematiche tipiche degli impianti e della loro collocazione. In particolare, per quanto concerne la produzione di energia elettrica da fotovoltaico, si fa riferimento alle caratteristiche seguenti:

- Scarsa resa in energia delle fonti rinnovabili. “Le fonti rinnovabili sono, per loro natura, a bassa densità di energia prodotta per unità di superficie necessaria: ciò comporta inevitabilmente la necessità di individuare criteri che ne consentano la diffusione in coerenza con le esigenze di contenimento del consumo di suolo e di tutela del paesaggio.”
- Consumo di suolo. “Quanto al consumo di suolo, il problema si pone in particolare per il fotovoltaico, mentre l'eolico, in termini di consumo di suolo, presenta prevalentemente questioni di compatibilità con il paesaggio. Per i grandi impianti fotovoltaici, occorre regolamentare la possibilità di realizzare impianti a terra, oggi limitata quando collocati in aree agricole, **armonizzandola con gli obiettivi di contenimento dell'uso del suolo.** Sulla base della legislazione attuale, gli impianti fotovoltaici, come peraltro gli altri impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili, possono essere ubicati anche in zone classificate agricole, salvaguardando però tradizioni agroalimentari locali, biodiversità, patrimonio culturale e paesaggio rurale”.
- Forte rilevanza del fotovoltaico tra le fonti rinnovabili. “Dato il rilievo del fotovoltaico per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC al 2030, e considerato che, in prospettiva, questa tecnologia ha il potenziale per una ancora più ampia diffusione, occorre individuare **modalità di installazione coerenti con gli obiettivi di riduzione del consumo di suolo [...]**”.
- Necessità di coltivare le aree agricole occupate dagli impianti fotovoltaici al fine di non far perdere fertilità al suolo. “Potranno essere così circoscritti e regolati i casi in cui si potrà consentire l'utilizzo di terreni agricoli improduttivi a causa delle caratteristiche specifiche del suolo, ovvero individuare modalità che consentano la realizzazione degli impianti **senza precludere l'uso agricolo dei terreni [...]**”.

3 IL PROGETTO

L'agro-voltaico è una tecnica, al momento poco diffusa, di utilizzo razionale dei terreni agricoli che continuano ad essere produttivi dal punto di vista agricolo pur contribuendo alla produzione di energia rinnovabile attraverso una particolare tecnica d'installazione di pannelli fotovoltaici. Tendenzialmente il grande problema del fotovoltaico a terra è l'occupazione di aree agricole sottratte quindi alle coltivazioni. L'agro-voltaico quindi si prefigge lo scopo di conciliare la produzione di energia con la coltivazione dei terreni sottostanti creando un connubio tra pannelli solari e agricoltura potrebbe portare benefici sia alla produzione energetica pulita che a quella agricola realizzando colture all'ombra di moduli solari.

3.1 Dati generali

Gestore e proponente dell'impianto fotovoltaico

Ragione Sociale: SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l.

Partita IVA: 11163650960

Sede: Via Caradosso n. 9

CAP/Luogo: 20123 – Milano (MI)

Procuratore: Cassai Giulio

Tel.: +39 3473179198

Mail: giulio.cassai@statkraft.com

PEC: sc-fvgc5@pec.it

Il soggetto proponente SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l. è una SPV del gruppo STATKRAFT ITALIA S.r.l., società che opera nei principali settori economici e industriali della "Green Economy", specializzata nella produzione e vendita di energia elettrica da fonti rinnovabili sul mercato libero dell'energia.

Il gruppo è attivo nella realizzazione di importanti progetti in diversi settori, realizzando impianti fotovoltaici ad elevato valore aggiunto per famiglie, per aziende e grandi strutture, realizzando e connettendo alla rete impianti fotovoltaici per una potenza di diverse decine di MW.

Il Gruppo SOLAR CENTURY si pone l'obiettivo di investire ulteriormente nel settore delle energie rinnovabili in Italia e con particolare focus alle iniziative sul territorio della Regione Puglia coerentemente con gli indirizzi e gli obiettivi del Piano Energetico regionale.

Per il conseguimento del proprio obiettivo predilige lo sviluppo di progetti miranti al raggiungimento della produzione di energia rinnovabile mediante impiego di tecnologie, materiali e metodologie in grado di salvaguardare e tutelare l'ambiente, avvalendosi anche di una fitta rete di collaborazioni con partner industriali e finanziari, nazionali ed internazionali.

Soggetto proponente il progetto agronomico

Ragione Sociale: M2 ENERGIA S.r.l.

Partita IVA: 03894230717

Sede: Via La Marmora n. 3

CAP/Luogo: 71016 – San Severo (FG)

Legale rappresentante: Dimauro Giancarlo Francesco

Tel. – Fax: +39 0882600963 - +39 340853113

E-mail: m2energia@gmail.com

PEC: m2energia@pec.it

Ubicazione dell'opera (dati di sintesi) e Comuni interessati dal progetto

Sito di progetto dell'impianto agrovoltaiico: Comune di Foggia (FG)

CAP/Luogo: 71100

Località: Torretta di Zezza

Coordinate geografiche impianto (WGS84/UTM 33N): 544168m E, 4604144m N.

Particelle catastali interessate dal progetto dell'impianto agrovoltaiico:

Impianto agrovoltaiico: N.C.T. Comune di Foggia (FG), Foglio 12, particelle 105, 106, 107, 305, 307, 113, 2, 16, 17 e 28;

Comuni interessati dalle opere di connessione:

- Comune di Foggia (FG);
- Comune di San Severo (FG);
- Comune di Lucera (FG).

Per l'elenco delle particelle catastali interessate dal cavidotto MT di collegamento dell'impianto alla sottostazione 30/150 kV si rimanda al Piano particellare d'esproprio allegato al progetto.

La sottostazione di consegna e trasformazione 30/150 kV ed il cavidotto AT di collegamento tra la stessa e la stazione TERNA S.p.A. a realizzarsi verranno realizzati sul terreno catastalmente individuato al N.C.T. del Comune di Lucera (FG), al Foglio 38, particella 74.

Potenza complessiva ed estensione complessiva dell'impianto

La società SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l. intende realizzare nell'agro del Comune di Foggia (FG), in località "Torretta di Zezza" un impianto per la produzione di energia fotovoltaica di potenza complessiva pari a 76,73292 MWp DC - 64,565 MW AC e le opere necessarie per la sua connessione alla rete RTN.

L'estensione complessiva del sito interessato dal progetto è pari a 1.103.321 m² (superficie da visura catastale); tale superficie verrà suddivisa in aree aventi differenti utilizzi, come di seguito specificato:

- Area recintata n. 1 = 831.059 m² (impianto fotovoltaico e colture sottostanti)
- Area recintata n. 2 = 97.520 m² (impianto fotovoltaico e colture sottostanti)
- Aree esterne = 174.742 m² (inserimento ambientale e mitigazione - colture arboree – area "Progetto sociale")

3.2 Tipologia di impianto

Si tratta di un progetto per la costruzione di un impianto agro-voltaico, per la coltivazione agricola e per la produzione di energia fotovoltaica, di potenza pari a 76,733 MW e delle opere connesse, che la società SOLAR CENTURY FVGC 5 S.r.l., quale proponente dell'impianto fotovoltaico, e la Società di Progettazione e Sviluppo M2 Energia S.r.l., quale proponente del progetto agronomico, intendono realizzare nell'agro del Comune di Foggia, in località "Torretta di Zezza".

Un impianto agro-voltaico consente un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli fatto di produzioni agricole e produzione di energia elettrica.

A differenza di quanto accade con gli impianti fotovoltaici "tradizionali", la sua particolare conformazione permette di continuare a coltivare i terreni agricoli mentre su di essi si produce energia pulita e rinnovabile attraverso l'impianto fotovoltaico.

La società M2 Energia S.r.l. promuove il concetto di agro-voltaico ed è impegnata, con il Dipartimento della Facoltà di Agraria dell'Università di Foggia, nella ricerca e nello sviluppo di questo settore anche tramite la realizzazione di progetti pilota realizzati su terreni di aziende agricole ubicate, oltre che in agro di Foggia, anche nei territori di San Severo (FG), Nardò (LE), Montemilone (PZ) e Campomarino (CB).

L'impianto agro-voltaico proposto è costituito da un impianto fotovoltaico, i cui moduli sono installati su inseguitori fotovoltaici mono-assiali (*tracker*), da installare su un appezzamento di terreno che verrà contemporaneamente coltivato con differenti tipi di colture. Le peculiari caratteristiche dell'impianto, quali ad esempio la maggiore distanza tra i tracker (disposti in file ad una distanza di 9,0 m di interasse) e dai confini del lotto nonché la condizione dell'ombreggiamento dinamico (derivato dall'installazione dei moduli fotovoltaici sulle strutture mobili) consente di avere, oltre alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, elevati rendimenti delle colture sottostanti con un ridotto utilizzo di acqua per l'irrigazione.

Il sito di progetto sul quale si sviluppa il progetto è ubicato nell'area più a Nord del territorio comunale di Foggia, in una zona prettamente agricola ma con vari aerogeneratori installati, di altri produttori, e dista circa 12,0 km dal centro urbano; ad esso si accede molto agevolmente tramite la Strada Provinciale 24.

I terreni interessati dal progetto risultano del tutto pianeggianti; attualmente sono coltivati nell'area sud (p.lla 28) ad ortive da pieno campo (cavolo broccolo, a fine ciclo alla data del sopralluogo) e nell'area nord a seminativo (leguminose da foraggio), e non si riscontra su questa superficie la presenza di elementi arborei.

L'estensione complessiva dell'area opzionata risulta pari a 110.33.21 ha.

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in 16 sottocampi connessi tra loro, realizzati seguendo la naturale orografia del terreno, si compone complessivamente di 155.016 moduli, ognuno di potenza pari a 495 kW, per una potenza complessiva di 76.73292 MW DC – 64.565 MW AC.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione del cavidotto MT di collegamento dall'impianto fotovoltaico alla sottostazione di consegna e trasformazione 30/150 kV, da realizzare e da collegare

alla stazione 150/380 kV di Terna S.p.A. (da realizzare) da inserire in entra – esce alla linea 380 kV “Foggia – San Severo”.

Il cavidotto suddetto, della lunghezza complessiva di 14.514 m, sarà realizzato in cavo interrato alla tensione di 30 kV ed interesserà il territorio dei Comuni di Foggia, San Severo e Lucera.

La sottostazione di consegna e trasformazione 30/150 kV verrà realizzata in prossimità della stazione 150 kV di Terna S.p.A., ed occuperà un'area di 1.290 m² sul terreno catastalmente individuato al N.C.T. del Comune di Lucera (FG), al Foglio 38, particella 74.

Come previsto nella STMG di Terna, codice pratica 202001559, la sottostazione di consegna e trasformazione 30/150 kV, sarà collegata, tramite cavidotto interrato, in antenna a 150 kV con la stazione 150/380 kV di Terna S.p.A.

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato con inseguitori fotovoltaici monoassiali dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la migliore angolazione.

Le strutture in oggetto saranno disposte secondo file parallele sul terreno; la distanza tra le file, pari a 9,0 m metri di interasse, è stata opportunamente calcolata per consentire l'attività agricola ed in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante.

Il sistema previsto con inseguitori fotovoltaici monoassiali, oltre a presentare vantaggi dal punto di vista della producibilità, permette di preservare la vegetazione sottostante riducendo l'evaporazione dell'acqua dal terreno e di conseguenza determinando una notevole riduzione dell'utilizzo dell'acqua per l'irrigazione.

Inoltre per questo sistema la manutenzione ordinaria è più semplice poiché il movimento dei moduli riduce la quantità di polvere depositata sulla superficie degli stessi.

L'impianto agrovoltaiico in progetto si differenzia da un impianto fotovoltaico “tradizionale” per una serie di caratteristiche tecniche, atte ad avere una maggiore disponibilità di aree non occupate dall'impianto fotovoltaico, coltivabili e per poter movimentare i mezzi agricoli tra le strutture.

Tali differenze possono essere sintetizzate in una maggiore distanza:

- tra le file costituite dai tracker, pari a 9,0 m di distanza tra l'interasse delle strutture;
- tra la recinzione perimetrale dell'impianto ed il confine del terreno, pari a 5 m;

e nella presenza di aree esterne all'impianto e coltivabili.

3.3 Descrizione tecnica

Il progetto prevede l'installazione di un impianto agro-voltaiico da 76,733 MW di potenza nominale così composto:

- 1.996 tracker da 72 moduli ciascuno, per 143.712 pannelli;
- 148 tracker da 48 moduli ciascuno, per 7.584 pannelli;
- 155 tracker da 24 moduli ciascuno, per 3.720 pannelli

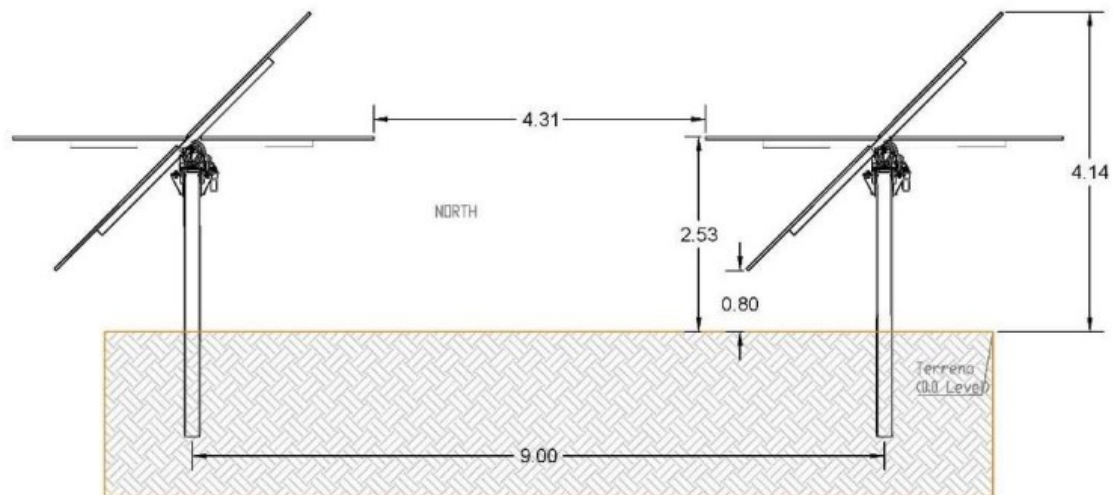
Per un totale di 155.016 pannelli da 495 W che generano una potenza di picco pari a 76,73292 MW DC, che tramite n. 105 inverter saranno trasformati in 64,565 MW di energia elettrica AC in

immissione. Il tracker solare è un dispositivo elettro-meccanico automatico il cui scopo è quello di orientare il pannello fotovoltaico nella direzione dei raggi solari, ottimizzando così l'efficienza energetica.

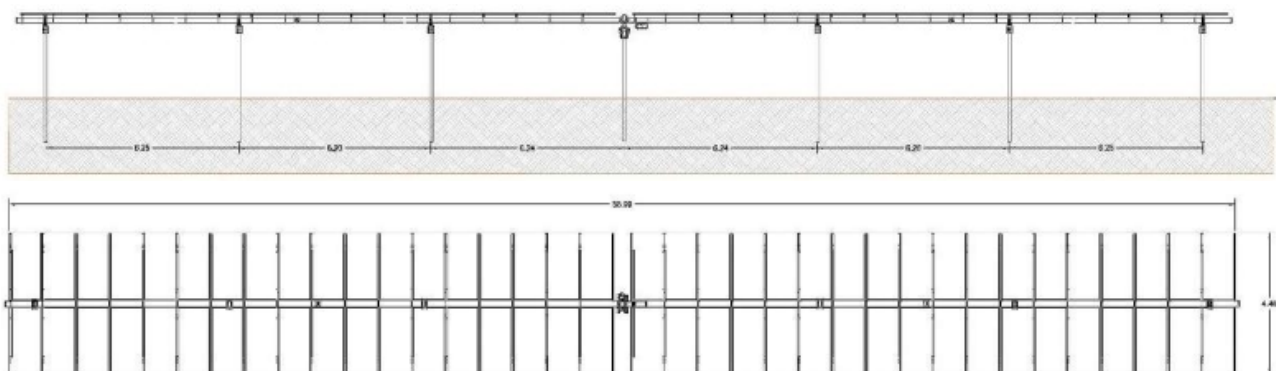
L'impianto in progetto, del tipo ad inseguimento monoassiale (inseguitori di rotolamento), prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico), disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 9,0 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole (Figura 3.1). L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 55°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a 2,53 m.

Figura 3.1. Prospetto trasversale e longitudinale delle strutture da installare

Sezione trasversale dei tracker con inclinazione 0° e 45°



Vista frontale e vista dall'alto dei tracker con inclinazione 0°



Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere elevato, pari a 4,31 m, mentre l'altezza minima al suolo risulta essere pari a 0,80 m quando l'inclinazione dei moduli è di +/-55°.

L'ampio spazio disponibile tra le strutture, come vedremo in dettaglio ai paragrafi seguenti, fanno in modo che non vi sia alcun problema per quanto concerne il passaggio di tutte le tipologie di macchine trattatrici ed operatrici in commercio.

3.4 Fasce arboree perimetrali ed elementi di mitigazione

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di fasce arboree con caratteristiche differenti lungo tutto il perimetro del sito dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Come meglio dettagliato nei paragrafi seguenti, dopo una valutazione preliminare su quali specie utilizzare per la realizzazione della fascia arborea, si è scelto di impiantare un moderno mandorleto esternamente alla recinzione. A ridosso della recinzione, saranno collocate anche delle piante di ficodindia. Alla pagina seguente le tipologie di fascia di mitigazione adottate.

Queste le tre diverse tipologie di fasce di mitigazione:

- Fascia del tipo A, larghezza m 10,00: n. 2 file esterne di mandorleto con sesto sfalsato m 4,80 x 4,80 e n. 1 fila di ficodindia a ridosso della recinzione, con piante distanziate m 2,00.
- Fascia di tipo B, larghezza m 3,00: 1 filare di prugnolo selvatico alternato al corniolo (distanza tra le piante m 2,00); n. 1 filare di ginestra (distanza tra le piante m 2,00).
- Fascia di tipo C, larghezza m 125,00 confinante con il Regio Tratturo: 1 filare di fico d'India - distanza tra le piante m 2,0; n. 25 filari di mandorleto irriguo con sesto sfalsato m 4,80 x 4,80.

Le aree di mitigazione e la loro destinazione colturale verranno trattate in dettaglio al capitolo 6.

4 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLO STATO DEI LUOGHI

4.1 Ubicazione e utilizzazione dell'appezzamento

L'impianto agro-voltaico che si intende realizzare prenderà vita in agro del territorio del Comune di Foggia (FG), in C.da Torretta di Zezza. L'impianto sarà ubicato su due corpi, alle seguenti particelle catastali:

Comune di Foggia (FG)			
Foglio	Particella	Superficie cat. [ha]	Utilizzazione
12	2	29.72.13	Seminativo
	16	6.62.00	Seminativo
	17	4.53.50	Seminativo
	28	27.12.30	Ortive da pieno campo
	105	19.11.04	Seminativo
	106	08.72.26	Seminativo
	107	3.82.10	Seminativo
	113	4.06.64	Seminativo
	305	10.76.31	Seminativo
307	13.64.07	Seminativo	

per una superficie totale in catasto di 128.12.76 ha. Si tratta di un'area con caratteristiche uniformi, del tutto pianeggiante, nella parte centrale del Tavoliere delle Puglie.

La superficie opzionata per l'intervento risulta inferiore (cfr. Layout su planimetria catastale), pari a ha 110.33.21, in quanto saranno eseguiti dei frazionamenti prima dell'inizio lavori.

Alla data del sopralluogo (10 novembre 2020) l'area nord risultava destinata a seminativo, mentre l'appezzamento più a sud era coltivato ad ortive da pieno campo (cavolo broccolo), a fine ciclo.

4.2 Clima

Come larga parte del territorio Pugliese, l'area presenta un clima tipicamente Mediterraneo.

In quest'area, denominata "Basso Tavoliere", il clima è nello specifico di tipo *sub-mediterraneo* con estati piuttosto calde e inverni miti.

Le stazioni pluviometriche ubicate nel Tavoliere di Foggia hanno registrato un andamento pressoché omogeneo delle precipitazioni negli ultimi 20 anni.

I dati medi mensili sulla termometria e la pluviometria dell'area negli ultimi 20 anni sono riassunti alla tabella seguente:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
T Media [°C]	7	8	10	13	17	22	24	24	21	16	12	8	15
T Max [°C]	11	13	15	19	24	28	31	31	27	22	17	13	21
T Min [°C]	3	3	5	7	11	15	17	18	15	11	7	4	10
Pioggia [mm]	40	39	41	32	38	34	21	38	42	52	48	59	485

4.3 Caratteristiche pedologiche del sito in esame

Il territorio preso in esame, per quanto concerne le caratteristiche del paesaggio agrario, comprende un'area che si estende per 3.000 km² denominata comunemente "Tavoliere delle Puglie".

Il Tavoliere delle Puglie è, dopo la Pianura Padana, la più vasta pianura del nostro Paese: è posto tra i monti Dauni a ovest, la valle del Fortore a nord, il promontorio del Gargano e il mare Adriatico a est, e la valle dell'Ofanto a sud, costituisce geologicamente una pianura di sollevamento derivata da un preistorico fondo marino. Si estende in massima parte nella provincia di Foggia e, in minima parte, nella provincia di Barletta-Andria-Trani.

Il Tavoliere viene solitamente distinto in "Alto Tavoliere", che presenta un'alternanza di terrazze (o, talvolta, di modeste dorsali) e ampie valli fluviali con orientamento sud-ovest/nord-est (ossia discendenti dai Monti della Daunia verso il Gargano) con altitudini comprese tra 150 e 300 m slm, e in "Basso Tavoliere", in cui rientra la nostra area di progetto, che presenta zone a morfologia pianeggiante o solo debolmente ondulata, con pendenze deboli e quote che non superano i 150 m slm.

4.4 Stato dei luoghi e colture praticate

Gli appezzamenti si presentano totalmente pianeggianti. Alla data del sopralluogo (09/11/2020) risultavano regolarmente lavorati e, nell'area sud, coltivati ad ortive da pieno campo (cavolo broccolo). Al centro dell'appezzamento dell'area nord si trova un edificio rurale in buone condizioni. L'accesso all'appezzamento avviene agevolmente dalla viabilità ordinaria.

Figure 4.1 e 4.2. Coltivazione di cavolo broccolo a fine ciclo alla P.Ila 28 (area sud dell'impianto).



L'appezzamento risulta inoltre essere diviso in due parti (Nord, più ampia, e Sud, p.Ila 28).

Figure 4.3 e 4.4. Area settentrionale dell'appezzamento, interamente a pascolo/seminativo.

4.5 Risorse idriche

L'appezzamento risulta regolarmente servito dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata, il più grande d'Italia, pertanto dispone, a seconda delle capacità degli invasi, di elevate quantità d'acqua per uso irriguo (al 2020 si è avuta una sponibilità idrica pari a 2.500 mc/ha per le ortive): la progettazione agronomica è stata pertanto svolta considerando colture irrigue.

Premesso che, ad oggi, non risulta esservi la necessità di compiere una ricerca idrica nel sottosuolo, nel caso in cui si intenda sfruttare anche questa risorsa si dovrà chiaramente effettuare una prova di portata ed avviare l'iter presso gli enti di competenza.

5 CARATTERISTICHE DELL'AGROVOLTAICO E STATO DELLA RICERCA

5.1 Il Sistema Agrovoltaico

I *sistemi agrivoltaici* sono sistemi misti che associano, sullo stesso terreno contemporaneamente, colture alimentari e pannelli solari fotovoltaici (PVP) (Figure 5.1-5.2). I primi ad utilizzare questo termine nella ricerca scientifica sono stati Dupraz e Marrou (2011), dell'Università di Montpellier (F), che hanno poi condotto alcuni tra i più importanti studi sull'interferenza tra l'ombreggiamento provocato dai pannelli e le caratteristiche quali-quantitative delle produzioni agricole (cfr. par. __).

Figura 5.1. Ortive con pacciamatura in un campo agrovoltaico sperimentale in Olanda



Figura 5.2. Agrovoltaico a moduli fissi con struttura a falde in Cina, in un campo coltivato a bacche di Goji



Al fine di valutare la fattibilità del progetto agrovoltaico proposto, sono stati esaminati alcuni recenti studi statunitensi, atti ad analizzare gli impatti dell'installazione di un impianto fotovoltaico sulle capacità di rigenerazione e di sviluppo dello strato di vegetazione autoctona presente al suolo. Lo studio *Evaluation of potential changes to annual grass lands in response to increased shading by solar panels from the California Valley Solar Ranch project* (H.T. Harvey & Associates, 2010) ha avuto come obiettivo la valutazione dei potenziali cambiamenti annuali su un habitat vegetativo tipo prato stabile (ossia habitat composto per la quasi totalità da specie erbacee e pertanto votato, ad esempio, ad attività di pascolo), a seguito dell'aumento di ombreggiamento al suolo conseguente l'installazione di un parco fotovoltaico di grandi dimensioni.

Lo studio sopra citato, oltre ad essere incentrato specificatamente sul tema in oggetto, risulta essere particolarmente esemplificativo in quanto condotto su una scala ben più ampia rispetto a quella del progetto in esame: l'impianto californiano a cui è riconducibile lo studio è infatti un impianto di vaste dimensioni (circa 4.365 acri, pari a 1.766 ha) ubicato nel sud della California e con una potenza di circa 250 MWp.

Sebbene non si sia quantificata con esattezza l'entità dell'ombreggiamento che segue l'installazione di un impianto fotovoltaico a terra, valutazioni preliminari stimano approssimativamente che una porzione pari al 40-45% della superficie coperta (equivalente alla proiezione sul piano orizzontale dei moduli) sarà parzialmente ombreggiata, sebbene la configurazione mobile ad inseguimento solare permetta comunque il soleggiamento ciclico dell'intera superficie al disotto dei moduli. In particolare i moduli determineranno un ombreggiamento di circa il 40% a mezzogiorno, quando il sole è più alto nella volta celeste (lo Zenith viene raggiunto solo all'equatore) raggiungendo picchi di circa 45% alle prime ore della mattina e nel tardo pomeriggio quando l'angolo di incidenza al suolo della radiazione solare sarà particolarmente basso.

Ulteriori studi quali *Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought*, Journal of Range Management, 42:281-283 (Forst and McDouglad, 1989) e *Response of California annual grassland to litter manipulation*, Journal of Vegetation Science, 19:605-612 (Amatangelo, 2008) mostrano che vari gradi di ombreggiamento possono incentivare lo sviluppo di svariate specie erbacee seminatrici, provocando una graduale modifica della composizione della comunità locale a vantaggio di specie erbacee a foglia larga e leguminose. Inoltre ulteriori ricerche, quali ad esempio *Direct and indirect control of grass land community structure by litter, resources and biomass*, Ecology 89:216-225 (Lamb, 2008) indicano che la variazione della luminosità non è la principale concausa della strutturazione del manto erboso rispetto ad altri fattori biotici e abiotici quali ad esempio: l'uso di fertilizzanti, l'apporto idrico, il clima, le interazioni biotiche (ossia la competizione interspecifica, nonché la presenza di erbivori) e l'accesso alle risorse nutritive. Per quanto riguarda l'irraggiamento, la crescita vegetativa, essendo primariamente correlata all'efficienza fotosintetica, è maggiormente influenzata dalle variazioni della qualità della luce (ad esempio la variazione della quantità delle radiazioni nello spettro dell'infrarosso) piuttosto che dalla sua quantità. Sebbene quindi il manto erboso cresca al di sotto dei moduli fotovoltaici, nell'arco del

periodo diurno questo sarà certamente raggiunto da una quantità sufficiente di radiazioni luminose entro un intervallo di lunghezza d'onda utile a consentire al meglio il naturale processo di organizzazione della materia inorganica nell'ambito delle reazioni di fotosintesi clorofilliana. Nel corso dell'anno solare di osservazione, lo studio californiano si chiude rilevando che l'installazione di impianti fotovoltaici non integrati su ampie superfici aperte ha come principale effetto sulla comunità vegetale quello di incentivare l'insorgere di particolari forme di adattamento nelle specie autoctone (cambiamento delle dimensioni medie dell'apparato vegetativo, del contenuto di clorofilla *etc.*) ed eventualmente consentire la colonizzazione da parte di ulteriori specie che non prediligono l'irraggiamento diretto. In considerazione di quanto sopra esposto, al fine in ogni caso di disincentivare la diffusione di specie infestanti non autoctone pur supportando la biodiversità dell'ecosistema, sono stati effettuati altri studi (*Resource Management Demonstration at Russian Ridge Preserve*, California Native Grass Association, Volume XI, No.1, Spring 2001) il cui fine è quello di individuare una metodologia che consenta il mantenimento e/o l'aumento della copertura e del numero di specie autoctone nell'ambito di prati stabili. Le tecniche di intervento per contrastare la densità delle infestanti prescelte furono le seguenti: pascolo intensivo di ovini, incendi controllati seguiti dalla semina di specie erbacee locali, taglio manuale mirato, taglio con trinciatrice e applicazioni mirate di erbicidi. L'approccio più interessante in termini di ecocompatibilità ed efficacia è risultato il ricorso controllato al pascolo o, se quest'ultimo non fosse attuabile, il taglio ciclico del prato durante i periodi dell'anno più propizi per la riproduzione e la diffusione delle infestanti. È ragionevole affermare che, in considerazione dei lievi mutamenti dell'habitat conseguenti l'installazione di moduli fotovoltaici, adottando opportune forme di gestione del manto erboso, non sarà riscontrabile alcun sostanziale cambiamento nella struttura dell'ecosistema, nella disponibilità di risorse nutrizionali nel suolo, ma soprattutto nella composizione della comunità vegetale che si alterna nei cicli stagionali. Un altro studio dal titolo *Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency*, è stato recentemente pubblicato su "PLOS One" da Elnaz Hassanpour Akeh, John S. Selker e Chad W. Higgins - Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (Osu). Questi ricercatori hanno analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1.435 kW su un terreno di 6 acri (2,43 ha) sulle grandezze micrometeorologiche in aria, sulla umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. La peculiarità della fattoria studiata è quella di essere in una zona semi-arida ma con inverni piuttosto umidi. Lo studio ha evidenziato che, oltre a far cambiare in maniera più o meno grande alcune grandezze in atmosfera, i pannelli hanno consentito di aumentare l'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 piuttosto secco, come evidenziato da quanto accade su un terreno di controllo, non coperto dai pannelli. Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semi-aride di questo tipo, esistono strategie doppiamente vincenti che favoriscono l'aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo nel contempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile. Gli studi sopra citati dimostrano quindi la compatibilità del progetto con l'area ad utilizzo agroenergetica, in quanto non andrà a pregiudicare

in nessun modo negativamente la situazione ambientale. L'ombra generata dai pannelli fotovoltaici non solo protegge le piante durante le ore più calde ma permette un consumo di acqua più efficiente. Infatti, le piante esposte direttamente al sole richiedono un utilizzo di acqua maggiore e più frequente rispetto alle piante che si trovano all'ombra dei pannelli, le quali, essendo meno *stressate*, richiedono un utilizzo dell'acqua più moderato. Un altro importante aspetto da tenere in considerazione riguardo l'impatto di una centrale solare ad inseguimento nel contesto agricolo è l'eventuale crescita spontanea, o in seguito ad insemminazione artificiale, di piante autoctone, fiori e piante officinali che generano un habitat ideale per l'impollinazione da parte delle api e delle altre specie impollinatrici portando un enorme beneficio all'ecosistema circostante. Oltre che per la natura, questo è un grande vantaggio anche per le circostanti produzioni agricole di colture che si affidano all'impollinazione entomofila, come quelle di ulivo, pesche mandorle, uva, etc.

Questo aspetto è attualmente oggetto di grande interesse e di studio da parte dei ricercatori che puntano allo sviluppo di campi fotovoltaici sempre più sostenibili, tra i quali Jordan Macknick, ricercatore del National Renewable Energy Laboratory (NREL), che ha partecipato alla pubblicazione della ricerca *Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United States* in cui vengono analizzati i benefici sull'agricoltura portati dalla presenza di piante e fiori nei campi delle centrali fotovoltaiche.

La società M2 Energia S.r.l., responsabile della progettazione dell'impianto, e in qualità di proponente il progetto agronomico, è coinvolta in un importante programma di ricerca con l'Università degli Studi di Foggia – Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente volto alla validazione produttivo-economica della consociazione tra produzione di energia elettrica tramite fotovoltaico e coltivazione di specie produttive: su queste basi si fonda il concetto di "Agrovoltaico".

L'Agrovoltaico nasce quindi dalla volontà manifestata dagli operatori energetici di affrontare il problema dell'occupazione di aree agricole in favore del fotovoltaico. Ad oggi infatti esistono tecnologie – come quelle applicate nel presente progetto - tramite cui l'energia solare e l'agricoltura possono effettivamente andare di pari passo.

L'agrovoltaico è potenzialmente adatto a generare uno scenario di *triple win*:

- rendimenti delle colture più elevati;
- consumo di acqua ridotto;
- fornitura di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Il programma di ricerca sarà condotto in agro di San Severo (FG), coordinato dalla Università di Foggia - Dipartimento Agraria e condotto dalla M2 Energia Srl, su due campi sperimentali da 1.700 m² ciascuno, uno su cui sono installate delle strutture che simulano la presenza di pannelli fotovoltaici ad inseguimento monoassiale, ed un campo testimone adiacente tramite il quale mettere a confronto i seguenti parametri:

- contenuto idrico del terreno;
- temperatura (del suolo e dell'aria);
- evapotraspirazione;

- ventosità del sito;
- presenza di infestanti;
- presenza di insetti pronubi;
- resa produttiva (in termini di peso fresco, peso secco e oli essenziali);
- qualità del prodotto (aspetti organolettici, contenuto in sostanze nutritive).

La ricerca si svolge analizzando il comportamento e la produttività di colture ortive da pieno campo (irrigue) e di varie specie aromatiche ed officinali: rosmarino, timo, origano, salvia, menta, melissa.

La ricerca sulle possibilità di coltivare regolarmente terreni agricoli occupati da impianti fotovoltaici è stata ampiamente sviluppata nell'ultimo decennio, e vi sono numerose pubblicazioni in merito. Questo perché la crescente diffusione di parchi fotovoltaici "a terra" dai primi anni 2000 aveva fatto nascere inevitabilmente la problematica del mancato utilizzo dei terreni agricoli occupati dagli impianti, con la conseguente perdita di capacità produttiva. Gli studi si sono maggiormente concentrati sulla problematica dell'ombreggiamento parziale e dinamico delle colture sotto i pannelli e tra le interfile degli stessi.

5.2 Meccanizzazione e spazi di manovra

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze hanno costretto l'uomo nei secoli a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sesti d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto.

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una quasi integrale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Come già esposto al punto 3.2, le file di pannelli fotovoltaici saranno disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 9 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 55°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a 2,33 m.

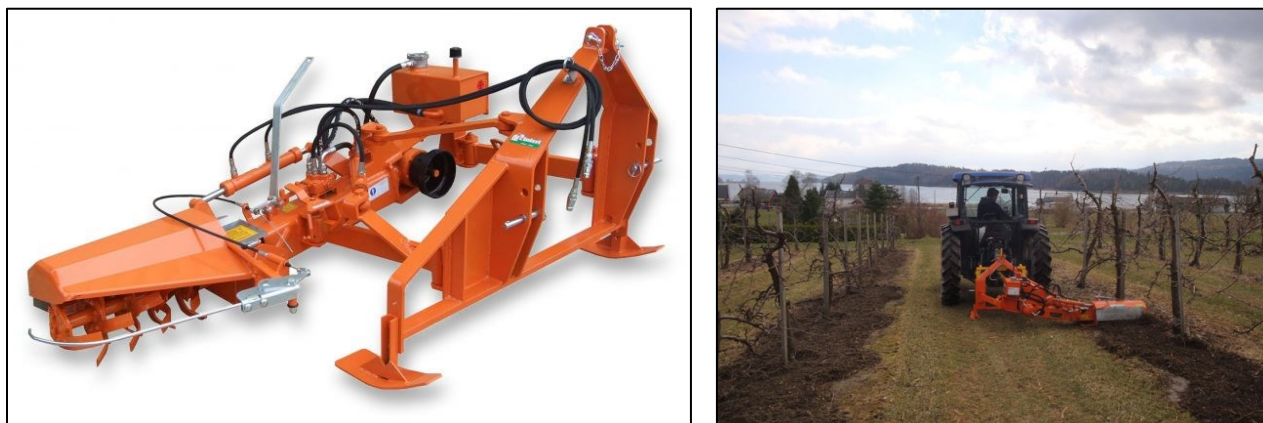
Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere pari a 4,31 m. Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. *capezzagne*), questi devono essere sempre non inferiori ai 10,0 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede la realizzazione di una fascia arborea perimetrale avente una larghezza di 10,0 m, che consente un ampio spazio di manovra.

5.3 Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi. A ridosso delle strutture di sostegno, su uno spazio di 50 cm per lato, risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno pulito e libero da infestanti mediante la fresa interceppo (Figura 5.3), come già avviene da molto tempo nei moderni vigneti e più in generale in impianti di frutteto.

Figura 5.3: Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (Foto: Rinieri S.r.l.)



Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. Nel caso dell'impianto di mandorleto sulla fascia perimetrale e sulle aree di mitigazione, si effettuerà su di esse un'operazione di scasso a media profondità (0,60-0,70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con stallatico pellettato in quantità comprese tra i 50,00 e i 60,00 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare.

Questo potrà garantire un notevole apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo in fase di accrescimento.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, queste vengono generalmente effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40,00 cm.

5.4 Ombreggiamento

Come descritto al paragrafo 5.1, l'ombreggiamento è di fatto l'argomento maggiormente trattato negli studi e nelle ricerche univitarie sull'opportunità di coltivare terreni occupati da impianti fotovoltaici (*sistema agrovoltaico*).

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte (prima ed ultima parte della giornata).

Sulla base della collocazione geografica dell'impianto e delle sue caratteristiche, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 6 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le *ore-luce* risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

Pertanto si ritiene opportuno praticare prevalentemente colture che svolgano il ciclo produttivo e la maturazione nel periodo primaverile/estivo, o di utilizzare l'ombreggiamento per una *semi-forzatura* del periodo di maturazione (per *semi-forzatura* delle colture si intende l'induzione di un moderato periodo di anticipo o di ritardo nella maturazione e quindi nella raccolta del prodotto).

L'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione (ET), considerando che nel periodo più caldo dell'anno - che nell'area di intervento è tra la fine giugno e la prima decade di luglio - le temperature superano giornalmente i 30°C, pertanto le (rare) precipitazioni estive e l'irrigazione a micro-portata avranno una maggiore efficacia. Numerosi studi sono stati pubblicati sulla lattuga, in quanto si tratta, di fatto, della coltura orticola più diffusa a livello mondiale, e che ben si adatta a condizioni di ombreggiamento parziale.

Uno studio di Marrou *et al.* (2013) compiuto su lattuga e cetriolo, ha dimostrato che si possono prevedere variazioni della temperatura dell'aria, del suolo e delle colture a causa della riduzione della radiazione incidente sotto il pannello fotovoltaico. La temperatura del suolo (a 5,0 cm e 25,0 cm di profondità), la temperatura e l'umidità dell'aria, la velocità del vento e le radiazioni incidenti sono state registrate a intervalli orari nel trattamento del pieno sole e in due sistemi agrivoltaici con diverse densità di PVP (*photo-voltaic panel*) durante tre stagioni meteorologiche (inverno, primavera e estate). Inoltre, sono state monitorate le temperature delle colture su colture a ciclo breve (lattuga e cetriolo) e su colture a ciclo lungo (grano duro). Anche il numero di foglie è stato valutato periodicamente sulle colture orticole. La temperatura media giornaliera dell'aria e l'umidità risultavano simili in ombra ed in pieno sole, qualunque fosse la stagione climatica. Al contrario, la temperatura media giornaliera al suolo diminuiva significativamente al di sotto dei PVP rispetto al trattamento in pieno sole. L'andamento orario della temperatura delle colture durante l'intero

giorno (24 ore) è stato chiaramente influenzato all'ombra. In questo esperimento, il rapporto tra la temperatura del prodotto e la radiazione incidente era più alto al di sotto dei PVP al mattino. Ciò potrebbe essere dovuto ad una riduzione delle dispersioni termiche sensibili da parte delle piante (assenza di deposito di rugiada al mattino presto o ridotta traspirazione) all'ombra rispetto al trattamento in pieno sole. Tuttavia, è stato riscontrato che la temperatura media giornaliera del prodotto raccolto non cambia significativamente all'ombra rispetto al pieno sole, ed il tasso di crescita è stato simile in tutte le condizioni. Differenze significative nel tasso di traspirazione fogliare sono state misurate solo durante la fase giovanile (tre settimane dopo la semina) nelle lattughe e nei cetrioli e potrebbero derivare da cambiamenti nella temperatura del suolo. In conclusione, lo studio suggerisce che dovrebbero essere necessari piccoli adattamenti nelle pratiche colturali per passare da una coltura aperta a un sistema di coltivazione agrivoltaica e l'attenzione dovrebbe essere concentrata principalmente sulla mitigazione della riduzione della luce e sulla selezione di piante con una massima efficienza di utilizzo delle radiazioni in queste condizioni di ombra fluttuante.

In un altro studio (Elamri *et al.*, 2018), sempre dell'Università di Montpellier, sono stati elaborati dei modelli in grado di riprodurre i benefici attesi dalle installazioni agrivoltaiche: ad esempio è stato dimostrato che è possibile migliorare l'efficienza dell'uso del suolo e la produttività dell'acqua contemporaneamente, riducendo l'irrigazione del 20%, quando si tollera una diminuzione del 10% della resa o, in alternativa, una leggera estensione del ciclo colturale (tipicamente molto breve per le ortive).

L'agrovoltaico appare quindi una soluzione per il futuro di fronte al cambiamento climatico e alle sfide alimentari ed energetiche, tipicamente nelle aree rurali e nei paesi in via di sviluppo e soprattutto, se la pratica qui presentata si rivela efficiente, anche per altre colture e contesti, special modo nelle aree del meridione d'Italia.

5.5 Presenza di cavidotti interrati

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40,0 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80,0 cm.

6 LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili, facendo una distinzione tra le aree coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile) e la fascia arborea perimetrale.

La società M2 Energia S.r.l., responsabile della progettazione dell'impianto, è coinvolta in un importante programma di ricerca con l'Università degli Studi di Foggia – Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente volto alla validazione produttivo-economica della consociazione tra produzione di energia elettrica tramite fotovoltaico e coltivazione di specie produttive: su queste basi si fonda il concetto di "Agrovoltaico".

L'Agrovoltaico nasce quindi dalla volontà manifestata dagli operatori energetici di affrontare il problema dell'occupazione di aree agricole in favore del fotovoltaico. Ad oggi infatti esistono tecnologie – come quelle applicate nel presente progetto - tramite cui l'energia solare e l'agricoltura possono effettivamente andare di pari passo.

L'agrovoltaico è potenzialmente adatto a generare uno scenario di *triple win*:

- rendimenti delle colture più elevati;
- consumo di acqua ridotto;
- fornitura di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Il programma di ricerca sarà condotto in agro di Foggia, su due campetti sperimentali da 1.400 m² ciascuno, uno su cui sono installate delle strutture che simulano la presenza di pannelli fotovoltaici ad inseguimento monoassiale, ed un campo testimone adiacente tramite il quale mettere a confronto i seguenti parametri:

- contenuto idrico del terreno;
- temperatura (del suolo e dell'aria);
- evapotraspirazione;
- ventosità del sito;
- presenza di infestanti;
- presenza di insetti pronubi;
- resa produttiva (in termini di peso fresco, peso secco e oli essenziali);
- qualità del prodotto (aspetti organolettici, contenuto in sostanze nutritive).

La ricerca si svolge analizzando il comportamento e la produttività di colture ortive da pieno campo (irrigue) e di quattro specie aromatiche ed officinali: rosmarino, timo, origano e salvia.

6.1 Colture praticabili nell'area di intervento e superfici dedicate

Sulla base dei dati disponibili sulle attitudini delle colture e delle caratteristiche pedoclimatiche del sito, sono state selezionate le specie da utilizzare per l'impianto. In tutti i casi è stata posta una certa attenzione sull'opportunità di coltivare sempre essenze mellifere. L'area di impianto coltivabile a seminativo, o con ortive da pieno campo, risulta avere una superficie pari a circa 83,68 ha. A questa superficie, va aggiunta quella relativa alle fasce di mitigazione per circa 16 ha, e circa

5,25 ha di colture arboree sub-tropicali nelle aree limitrofe agli aerogeneratori pre-esistenti. Avremo pertanto una superficie coltivata pari a 105 ha, che equivalgono al 95,12% dell'intera superficie opzionata per l'intervento.

Per una corretta gestione agronomica dell'impianto, ci si è orientati pertanto verso le seguenti attività:

- a) Colture ortive da pieno campo
- b) Colture aromatiche ed officinali
- c) Copertura con manto erboso (intercalare con le colture ortive)
- d) Colture arboree mediterranee insensive (fascia perimetrale)
- e) Colture arboree sub-tropicali intensive (aree nei pressi degli aerogeneratori)
- f) Colture arbustive autoctone mellifere (fascia perimetrale)

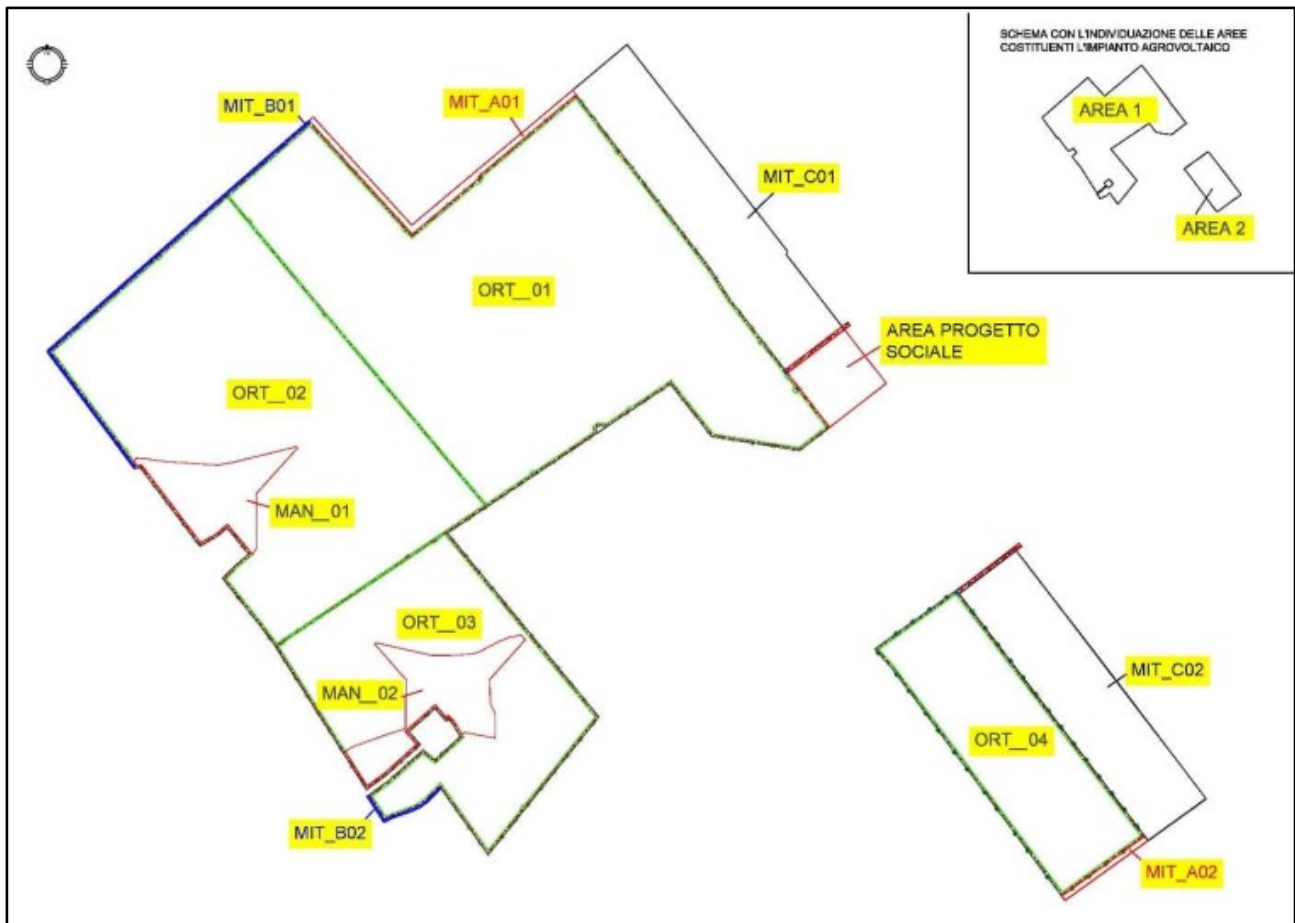
Le superfici occupate dalle varie colture, e le relative sgome in pianta una volta realizzato il piano di miglioramento fondiario, sono indicate alle seguenti tabelle ed alla successiva figura 6.1:

TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE DIMENSIONI E DELLE AREE COMPONENTI L'IMPIANTO AGROVOLTAICO

DESCRIZIONE	u.d.m.	AREA 1	AREA 2	TOTALE
Area catastale interessata	superficie (mq)	936.488	166.833	1.103.321
Area recintata	superficie (mq)	831.059	97.520	928.579
Area recintata occupata dalla viabilità, dalle strutture di servizio o libera e non coltivata	superficie (mq)	31.917	7.226	39.143
Area recintata coltivata (colture ortive e mango)	superficie (mq)	799.142	90.294	889.436
Area non recintata - aree di mitigazione o coltivate	superficie (mq)	88.602	71.768	174.742
Area progetto sociale	superficie (mq)	15.322		15.322
Lunghezza recinzione impianto	lunghezza (m)	5.227	1.729	6.956
Lunghezza recinzione area progetto sociale	lunghezza (m)	362		362

TABELLA DI ANALISI DELLE AREE E DELLE TIPOLOGIE DI COLTURE PREVISTE

DESCRIZIONE	u.d.m.	AREA 1	AREA 2	TOTALE
Area occupata dalla viabilità, dalle strutture di servizio o libera e non coltivata	superficie (mq)	31.917	7.226	39.143
Area colture ortive	superficie (mq)	ORT_01	356.293	836.790
area coltivata sotto i tracker, tra le interfile o scoperta		ORT_02	261.267	
		ORT_03	128.936	
			ORT_04	90.294
Area coltura sperimentale di mango con apicoltura piante disposte con sesto d'impianto a maglia quadrata 4,0 m x 4,0 m	superficie (mq)	MAN_01	23.601	52.646
		MAN_02	29.045	
	n. piante mango	MAN_01	1.475	3.290
		MAN_02	1.815	
Area mitigazione - Tipo A (fascia largh. = 10,0 m) 1 filare di fico d'India - distanza tra le piante 2,0 m 2 filari di mandorlo a disposizione sfalsata - distanza tra i filari 4,8 m - distanza tra le piante 4,8 m	superficie (mq)	MIT_A01	6.887	8.697
			MIT_A02	
	n. piante fico d'India	MIT_A01	344	435
			MIT_A02	
	n. piante mandorlo	MIT_A01	287	362
			MIT_A02	
Area mitigazione - Tipo B (fascia largh. = 3,0 m) 1 filare di prugnolo selvatico alternato al corniolo - distanza tra le piante 2,0 m s 1 filare di ginestra - distanza tra le piante 2,0 m	superficie (mq)	MIT_B01	2.569	3.082
		MIT_B02	513	
	n. piante corniolo e prugnolo selvatico	MIT_B01	428	514
		MIT_B02	86	
	n. piante ginestra	MIT_B01	428	514
		MIT_B02	86	
Area mitigazione - Tipo C (fascia largh. = 125,0 m) 1 filare di fico d'India - distanza tra le piante 2,0 m 25 filari di mandorlo a disposizione sfalsata - distanza tra i filari 4,8 m - distanza tra le piante 4,8 m	superficie (mq)	MIT_C01	79.146	149.104
			MIT_C02	
	n. piante fico d'India	MIT_C01	317	596
			MIT_C02	
	n. piante mandorlo	MIT_C01	3.298	6.213
			MIT_C02	

Figura 6.1. Sagome degli appezzamenti indicati alle tabelle precedenti

6.1.1 Fasce di mitigazione

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di fasce arboree con caratteristiche differenti lungo tutto il perimetro del sito dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Dopo una valutazione preliminare su quali specie utilizzare per la realizzazione della fascia arborea, si è scelto di impiantare un moderno mandorleto esternamente alla recinzione. A ridosso della recinzione, saranno collocate anche delle piante di ficodindia. Alla pagina seguente le varie tipologie di fascia di mitigazione adottate.

Queste le tre diverse tipologie di fasce di mitigazione:

- Fascia del tipo A, larghezza m 10,00: n. 2 file esterne di mandorleto con sesto sfalsato m 4,80 x 4,80 e n. 1 fila di ficodindia a ridosso della recinzione, con piante distanziate m 2,00.
- Fascia di tipo B, larghezza m 3,00: 1 filare di prugnolo selvatico alternato al corniolo (distanza tra le piante m 2,00); n. 1 filare di ginestra (distanza tra le piante m 2,00).
- Fascia di tipo C, larghezza m 125,00 confinante con il Regio Tratturo: 1 filare di fico d'India - distanza tra le piante m 2,0; n. 25 filari di mandorleto irriguo con sesto sfalsato m 4,80 x 4,80.

Le fasce di mitigazione, e i filari di colture ortive tra le file di pannelli fotovoltaici, presenteranno i seguenti schemi (Fig. 6.2 A-B-C):

Figura 6.2-A. Fascia di mitigazione di tipo A (Mandorlo-ficodindia)

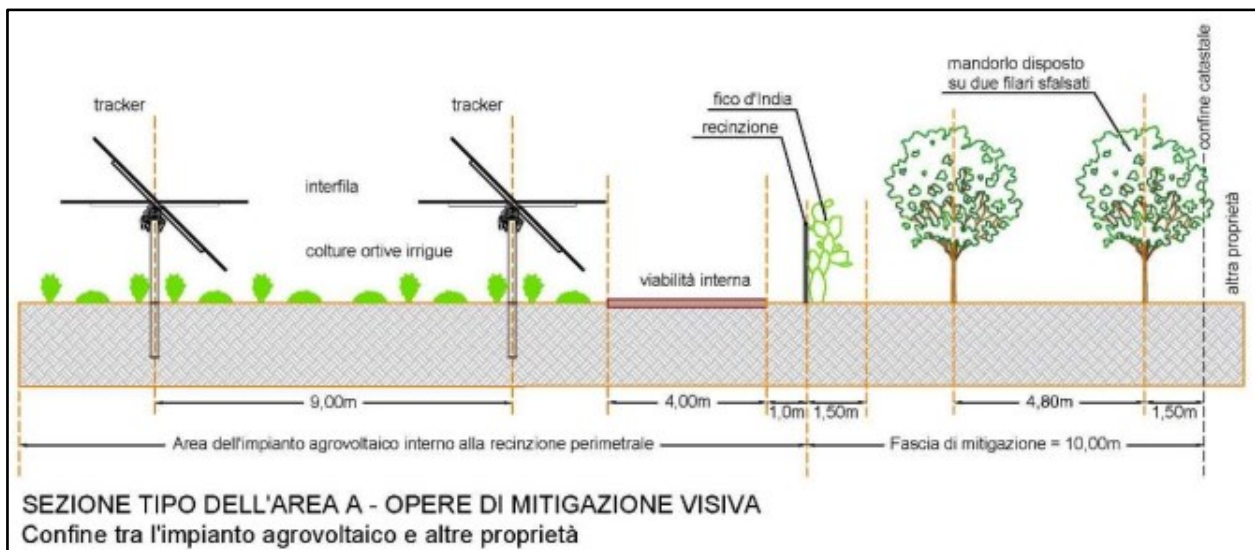


Figura 6.2-B. Fascia di mitigazione di tipo B (Piante arbustive autoctone)

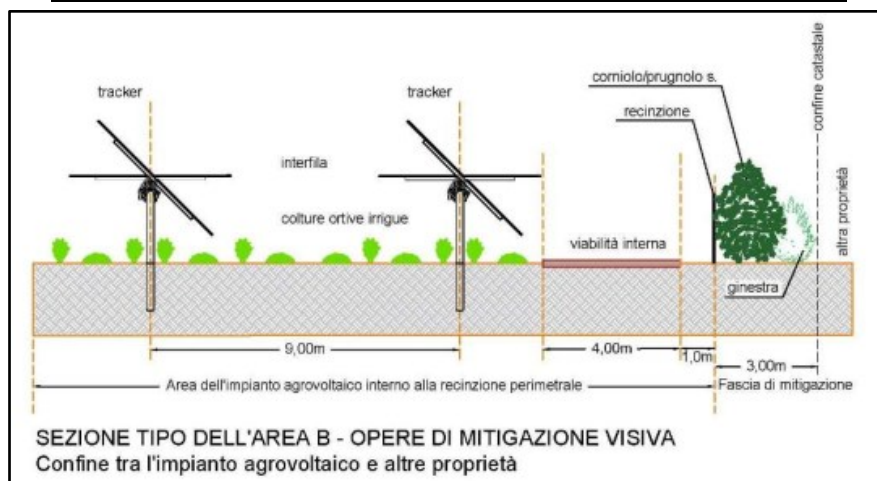
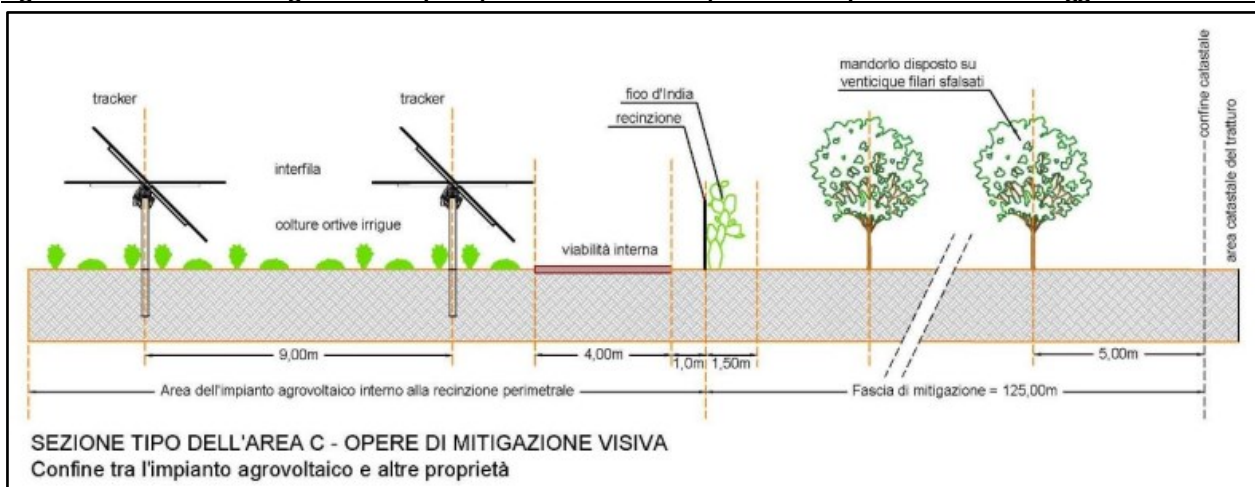


Figura 6.2-C. Fascia di mitigazione di tipo C (Mandorlo-ficodindia) - Area di rispetto Tratturello Foggia-Sannicandro.



6.2 Ortive da pieno campo praticabili nell'area di impianto

6.2.1 Scelta delle specie idonee

L'area di impianto coltivabile con ortive da pieno campo risulta avere una superficie pari a circa 83,68 ha, che costituisce circa il 75% dell'intera superficie di intervento. È stata eseguita una valutazione in merito alle variabili sopra considerate (fabbisogno in ore luce, fabbisogno idrico, fabbisogno in pH del suolo), giungendo alle seguenti colture:

Apiaceae

- Finocchio (*Foeniculum vulgare*)
- Sedano (*Apium graveolens*)
- Prezzemolo (*Petroselinum sativum*)
- Carota (*Daucus carota*)

Asteraceae

- Cicoria e radicchio (*Cichorium intybus* var. *filosum*)
- Lattuga (*Lactuca sativa*)
- Indivia e scarola (*Cichorium endivia* var. *crispum* e *latifolium*)

Brassicaceae

- Rucola (*Eruca vesicaria*)
- Ravanello (*Raphanus sativus*)
- Cavolo broccolo e cavolfiore (*Brassica oleracea* var. *italica* e var. *botrytis*)
- Broccoletto o cima di rapa (*Brassica rapa* var. *sylvestris*)

Chenopodiaceae

- Spinacio (*Spinacia oleracea*)
- Bietola da coste (*Beta vulgaris* var. *cicla*)

Liliaceae

- Aglio (*Allium sativum*)
- Cipolla (*Allium cepa*)
- Porro (*Allium porrum*)
- Asparago (*Asparagus officinalis*)

Premesso che non vi sarebbe alcun impedimento nella coltivazione di ciascuna delle specie qui elencate, è bene considerare l'elevata superficie disponibile e pertanto, per ragioni pratiche, quelle che meglio si prestano ad una coltivazione più estensiva.

Di queste, le colture che, per le loro caratteristiche e per le caratteristiche del sito verranno considerate maggiormente prese in considerazione sono le seguenti:

- finocchio;
- sedano;
- bietola da coste;
- cavolo broccolo e cavolfiore;
- cima di rapa;
- asparago;

- aglio, cipolla, porro;
- cicoria e radicchio;
- lattuga;
- indivia e scarola.

Le altre colture possono essere comunque praticate, su superfici minori, anche a seguito degli studi dell'Università di Foggia, ma presentano alcune problematiche che le renderebbero inadatte al nostro ambiente: la rucola, ad esempio, per la delicatezza della pianta viene ormai quasi del tutto coltivata in serra, lo spinacio da industria richiede superfici molto ampie ed aperte per via degli ingombranti mezzi di raccolta, così come la carota.

6.2.2 Accorgimenti particolari e operazioni colturali

Una volta scelte le colture più adatte da praticare, le condizioni in cui andremo ad operare sono da considerarsi quasi del tutto *normali* (terreno pianeggiante, disponibilità idrica, spazi adeguati a disposizione per la meccanizzazione). Vi sono, tuttavia, alcuni accorgimenti necessari, comunemente messi in pratica in condizioni di pieno campo, ma che nel nostro caso devono essere considerati particolarmente importanti. Questi sono la *pacciamatura* (ovvero la copertura del suolo mediante film plastici biodegradabili sulle superfici non occupate dalle colture), la *sarchiatura* (l'eliminazione delle infestanti solo mediante mezzo meccanico, ove non si pratica la pacciamatura), *l'irrigazione a microportata*.

Pacciamatura

La pacciamatura *tradizionale*, oggi usata su superfici molto ridotte (es. orti familiari), consiste nel distribuire sul terreno, intorno alle piante coltivate, paglia, altri residui colturali, foglie secche, letame o altro materiale (creando un *mulch*), allo scopo di proteggere le colture dalla competizione con le infestanti, dalle gelate, dalle temperature troppo elevate e contribuire a preservare la riserva idrica del terreno. Oggi, in sostituzione di questi materiali *incoerenti* e quindi molto permeabili sia all'aria che all'acqua, si ricorre a film *coerenti*, di origine plastica (in genere polietilene additivato, a bassa densità) o di origine biologica (derivati dall'amido di mais, dalla cellulosa o da combinazioni di diverse sostanze). In questo caso saranno presi in considerazione i film biodegradabili. I film biodegradabili offrono l'innegabile vantaggio di evitare la loro raccolta a fine ciclo e di lasciare (come inevitabilmente accade) residui plastici nel suolo. La velocità di degradazione dei biologici varia secondo la tipologia del materiale (ad esempio è in genere più rapida la degradazione dei materiali derivati dall'amido di mais rispetto a quelli cellullosici) e secondo la fertilità del suolo e la sua carica microbica. Tuttavia, la velocità di degradazione è in antitesi con la durata del film e quindi un buon materiale deve possedere adeguate proprietà meccaniche, resistere integro finché svolge la sua funzione e degradarsi in fretta subito dopo. Per questo motivo, oltre a una mera convenienza di costo, oggi i film in cellulosa e suoi derivati sono pressoché scomparsi dal mercato, sostituiti da film realizzati in *Mater-Bi*. Questo materiale è ottenuto dalla lavorazione dell'amido di mais e si distingue per le doti di resistenza, la buona biodegradabilità a fine ciclo e una durata compatibile con i cicli

produttivi delle orticole (comunque variabile in funzione dello spessore). In terreni con bassa attività biologica il residuo a un anno di distanza può superare il 5-6% in peso, in terreni biologicamente attivi non è più visibile.

La pacciamatura è una tecnica nata con l'agricoltura stessa, soprattutto per limitare lo sviluppo delle infestanti, problema enorme nel passato e di difficile gestione anche oggi. Il materiale pacciante, impedendo alla radiazione solare di raggiungere le giovani foglie delle infestanti e anche ostacolandone fisicamente la loro crescita, risolve bene questo aspetto. La pacciamatura svolge o può svolgere anche altre funzioni perché il suo utilizzo interferisce con diversi parametri fisici, chimici e biologici del terreno, con lo sviluppo stesso della coltura e di alcuni parassiti. Di conseguenza, in base al comportamento che il film manifesta nei confronti della luce e della permeabilità ai gas, cambiano gli effetti e quindi l'azione svolta. La qualità intrinseca del prodotto dipende, invece, dalle caratteristiche meccaniche: resistenza alla trazione, resistenza allo strappo, resistenza all'urto e all'allungamento.

Il film conferisce un più o meno intenso incremento della temperatura del suolo attraverso due meccanismi. Con film trasparenti (in polietilene) il riscaldamento è ottenuto per *effetto serra*; con film opachi e di colore scuro per assorbimento della radiazione solare incidente che, trasformata in calore, è poi trasmessa per convezione e conduzione al terreno.

L'impiego dei film scuri nelle colture primaverili consente di ottenere un anticipo nella messa a dimora in pieno campo e nella maturazione delle orticole, permettendo di raggiungere i mercati come primizie.

I film opachi alla radiazione solare e, in particolare, a quelle lunghezze d'onda attive per la fotosintesi, che sono comprese fra 400 e 490 nm (banda blu) e fra 560-700 nm (banda rossa), impediscono la fotosintesi e quindi lo sviluppo delle infestanti. Nei film parzialmente trasparenti a queste lunghezze d'onda lo sviluppo delle infestanti può avvenire comunque, ma a frenare o eliminare le giovani piantine intervengono un'azione meccanica di contenimento operata dal film e un incremento della temperatura dell'atmosfera compresa fra il film e il terreno che può causare la lessatura delle foglie e quindi la morte dell'infestante.

L'impiego di film pacciamanti comporta sempre una riduzione dell'evaporazione dell'acqua, contribuendo a preservare le risorse idriche disponibili per la coltura. Tuttavia i film e in particolare i prodotti biodegradabili, non sono completamente impermeabili ai gas, ma il passaggio del vapore acqueo è ovviamente fortemente limitato, nel nostro caso anche dal parziale ombreggiamento delle superfici coltivate.

Questa pratica, quindi, comporta anche un notevole risparmio d'acqua di irrigazione, che generalmente è distribuita mediante una manichetta forata e stesa a contatto del terreno all'atto della stesura del film.

L'uso di film coerenti riduce l'insorgenza di malattie causate da alcuni patogeni fungini e batterici. Questo effetto è riconducibile a diversi fattori: il primo è dovuto alla separazione fisica fra terreno e parte aerea della pianta creata dal film; il secondo dipende dalle caratteristiche microclimatiche che s'instaurano sopra al terreno caratterizzate da una minore umidità e una maggiore temperatura.

Infine la minore suscettibilità della coltura pacciamata nei confronti di molti patogeni va anche ricercata nella riduzione degli stress che possono indebolire la naturale resistenza della coltura.

I film coerenti producono una modificazione (quantitativa e qualitativa) della radiazione solare disponibile sotto e sopra il film. Questo va ad incidere sullo sviluppo sia delle infestanti e sia della coltura. Gli effetti prodotti dal film di pacciamatura dipendono dalle caratteristiche di trasmittanza, assorbimento e riflessione per ciascuna delle lunghezze d'onda della luce e per i raggi ultravioletti (UV) che caratterizzano il materiale.

Ad esempio, si utilizzano film con albedo elevato, cioè elevata riflessione, quando si vuole incrementare la capacità fotosintetica della coltura. Questi film sono caratterizzati da una ridotta trasmittanza (non fanno cioè passare il raggio luminoso) e quindi impediscono lo sviluppo delle infestanti. Per stimolare una colorazione più omogenea dei frutti si ricorre anche a film caratterizzati dalla capacità di riflettere solo alcune lunghezze d'onda della luce e gli UV. In questi casi alcuni film hanno colore diverso sulle due facce: nero all'interno per impedire la crescita delle infestanti; giallo, o grigio-argenteo, o altro colore all'esterno per riflettere le lunghezze d'onda ritenute utili.

A tale proposito è stato dimostrato che la riflessione di alcune lunghezze d'onda incide negativamente sulla presenza di insetti volatori come gli afidi e alcuni lepidotteri diurni. Ridurre la presenza di questi insetti diminuisce inoltre la diffusione di virus e batteriosi che spesso accompagnano gli insetti. Inoltre, colori chiari (e quindi a elevata riflessione) riducono le escursioni di temperatura fra il giorno e la notte.

La scelta del colore, quindi, va condotta anche in base alle esigenze della coltura e alla stagione, potendo favorire l'effetto termico (se si vuole anticipare la produzione), la riflessione (se si vuole incrementare la radiazione solare disponibile per la coltura), o condizioni intermedie.

Altre interferenze possono riguardare il ciclo dei composti azotati con un fenomeno positivo legato a una minore evaporazione di azoto ammoniacale, ottenuto dalla barriera fisica prodotta dal film, e l'attività biologica del terreno, con un'accelerazione dei processi metabolici, dovuto al calore e al mantenimento di un buon livello di umidità.

La presenza del film riduce o impedisce (a seconda della larghezza) che l'irrigazione (se del tipo a pioggia) o la pioggia stessa imbrattino con terra il prodotto da raccogliere. Questo effetto, quando il prodotto è un cespo di insalata, da solo spinge molti coltivatori a utilizzare la pacciamatura, anche e soprattutto in un'ottica di agricoltura sostenibile. Tuttavia molte sono le produzioni che potrebbero avvantaggiarsi di una migliore pulizia del prodotto, come ad esempio gli ortaggi da mensa.

L'implementazione della pacciamatura presuppone però l'adozione di alcuni accorgimenti. Ad esempio è auspicabile sostituire i sistemi d'irrigazione a pioggia con quelli a manichetta perché, oltre a garantire un risparmio di acqua, consentono di superare con maggiore efficienza la barriera prodotta dal film. Utilizzando l'irrigazione a pioggia i film sono micro forati per diventare permeabili all'acqua, ma comunque rallentano il passaggio dell'acqua incrementando le perdite per evaporazione. Inoltre, è necessario modificare le modalità di concimazione ricorrendo per le

eventuali concimazioni di copertura previste a concimazioni fogliari (concimi liquidi distribuiti con irroratrici) o alla fertirrigazione mediante un normale miscelatore.

Per l'impianto della coltura è necessario ricorrere a trapiantatrici predisposte per operare su pacciamatura o a seminatrici speciali, in grado di forare il film e depositare il seme nel terreno.

La stesura del film pacciamante biodegradabile può essere compiuta dalla macchina che realizza anche l'ultima lavorazione del terreno, o da una macchina specializzata per questa operazione (la *pacciamatrice*) oppure direttamente dalla trapiantatrice. La scelta tecnologica implica una diversa strategia di lavoro e soprattutto offre una serie di vantaggi diversi che andranno ben analizzati nello specifico contesto produttivo.

Quando la stesura del film è combinata alla lavorazione del terreno, è più facile realizzare aiuole rialzate (o *proche*) per ridurre i problemi di asfissia radicale creando un gradiente di umidità nel suolo che favorisce lo sviluppo e l'esplorazione radicale. Quando le aiuole sono molto rilevate rispetto al piano di campagna, come richiesto in alcune produzioni, la stesura del film contemporanea alla formazione dell'aiuola rappresenta l'unica strada praticabile (figura 6.3).

Figura 6.3. Macchina pacciamatrice e coltura pacciamata di peperone (Fonte: Forigo Roteritalia)



La stesura del film per la pacciamatura combinata al trapianto può essere effettuata con diverse tipologie di macchine. Possiamo distinguere quelle che possono operare su film già steso, che in molti casi sono predisposte anche per alloggiare una pacciamatrice, da quelle che devono provvedere loro stesse alla deposizione del film perché viene realizzato il solco (continuo) prima della stesura, e la deposizione della pianta dopo la stesura del film. Questa seconda tipologia è specializzata nel trapianto delle piantine allevate con fitocella in cubetto.

Per assicurarsi che questa tecnica offra i benefici sopra trattati, bisogna accertarsi che venga eseguita a regola d'arte. I teli e l'eventuale impianto di irrigazione a manichetta devono essere ben stesi e assicurati al terreno. In commercio, tra le tante soluzioni, vi sono pacciamatrici utilizzabili anche nelle situazioni più gravose, sia singolarmente, sia in combinazione con macchine che effettuano lavorazioni precedenti alla stesura del telo (come le interratrici e le aiuolatrici).

Sarchiatura delle interfile

La *sarchiatura* consiste sostanzialmente dissodamento e nel rimescolamento dello strato superficiale del terreno nell'interfila, in modo da ottenere determinati benefici, quali: la rottura dell'eventuale crosta superficiale, per interrompere la capillarità verticale che si crea in determinati tipi di suolo dopo prolungati periodi di siccità, che aggrava la condizione di deficit idrico; viceversa, nel caso opposto di precipitazioni, un'incorporazione più uniforme dell'acqua meteorica, a beneficio di un miglior assorbimento della parte superiore dell'apparato radicale e di una riduzione del ruscellamento superficiale, che è una delle cause dell'erosione; un'efficace azione di diserbo meccanico, che ha ormai del tutto sostituito quello chimico a coltura in atto. Questa pratica, preziosa in caso di gestione biologica della coltivazione, è stata per questo riscoperta, in quanto permette una significativa riduzione dell'impatto ambientale dei diserbanti tradizionali di sintesi.

Il dirompimento della cosiddetta *crosta* avviene ad opera di una serie di ancorette di varia foggia, che si differenziano principalmente in base al contenuto di scheletro del suolo.

Ogni elemento della sarchiatrice può comprendere più di un organo lavorante, mentre in relazione alla sua larghezza operativa la macchina può lavorare normalmente da 3 fino a 12 interfile.

Figura 6.4. Esempio di macchina sarchiatrice su orticole (Fonte: Ferrari Costruzioni Meccaniche)



La sarchiatura prevede comunque uno (o più) passaggi in campo con un cantiere trattore-operatrice, per cui risulta talvolta combinata con altri interventi, quali tipicamente una concimazione (spesso azotata) e/o contestualmente una rinalzatura, utile soprattutto nei casi in cui serve rinforzare l'apparato radicale superficiale della pianta, oppure ad esempio per la copertura dei tuberi delle patate e per favorire l'imbianchimento di alcune piante orticole (cardo, finocchio, sedano, radicchio). La rinalzatura rinforza anche l'effetto diserbante, perché grazie al terreno riportato provvede a soffocare le malerbe che si sono sviluppate in prossimità dei fusti o degli steli. Inoltre, il solco che viene creato nell'interfila non è generalmente di grande intralcio per le operazioni successive (sostanzialmente la raccolta), ma anzi può essere validamente sfruttato per effettuare, se necessaria, un'irrigazione per infiltrazione laterale.

Irrigazione a microportata

Per quanto la tecnica di irrigazione ad aspersione sia la più utilizzata in orticoltura, ove vi sia una buona disponibilità d'acqua (come sul nostro sito) tale tecnica irrigua non è compatibile con le condizioni che si vengono a creare con l'impianto fotovoltaico. In particolare, la presenza di numerosi irrigatori fuori terra, sia mobili che permanenti, potrebbe creare notevoli problematiche a livello pratico per il passaggio dei mezzi, oltre al fatto che i getti d'acqua andrebbero a bagnare principalmente i pannelli fotovoltaici, per poi scendere *a cascata* sul terreno, concentrando l'adacquamento solo ai lati delle stringhe. Inoltre, la presenza di minerali calcarei, del tutto normale in acque ad uso irriguo, porterebbe ad un'immediata opacizzazione dei pannelli dopo l'evaporazione, che influirebbe in modo negativo sulla produzione di energia elettrica.

Pertanto, si dovrà ricorrere alla pratica di irrigazione a microportata, comunemente nota come *micro-irrigazione*. Per realizzarla, è sufficiente stendere delle semplici manichette pre-forate, dette *ali gocciolanti* in polietilene, innestate sulle pareti di tubi di diametro maggiore, detti *teste di settore*, a loro volta collegati con le condotte principali (se queste sono in pressione), o alimentati direttamente da una pompa.

L'operazione di stendimento delle ali gocciolanti si effettua manualmente o con l'ausilio di un apposito mezzo detto *stendi manichetta* (fig.6.5).

Figura 6.5. Stendi manichetta meccanica (Foto: oliveragro.it)



La microirrigazione offre principalmente i seguenti vantaggi:

- notevolissimo risparmio idrico (circa il 50% in meno rispetto al sistema ad aspersione);
- adacquamento localizzato esclusivamente in prossimità della pianta, lasciando asciutte tutte le aree non coperte da vegetazione;
- nessuna macchia fogliare;
- possibilità di praticare la fertirrigazione, mediante semplici serbatoi miscelatori o con tecnologie più complesse (non giustificate nel nostro caso)

L'irrigazione a microportata è particolarmente efficace se associata, come previsto nel nostro caso, alla pacciamatura, in quanto l'uso di film plastici riduce al minimo l'evaporazione.

Le ali gocciolanti esistono del tipo *monouso*, molto sottili, che però vanno smaltite a fine ciclo, o del tipo *riutilizzabile*, che possono essere recuperate e arrotolate con apposita macchina per poi essere re-impiegate nel ciclo successivo.

6.3 Colture intercalari da sovescio

La coltivazione tra filari con essenze da manto erboso è da sempre praticata in arboricoltura e in viticoltura, al fine di compiere una gestione del terreno che riduca al minimo il depauperamento di questa risorsa “non rinnovabile” e, al tempo stesso, offre alcuni vantaggi pratici agli operatori. Una delle tecniche di gestione del suolo ecocompatibile è rappresentata dall’inerbimento, che consiste nella semplice copertura del terreno con un cotico erboso.

La coltivazione del manto erboso viene praticata con successo non solo in arboricoltura, ma anche come coltura intercalare in avvicendamento con diversi cicli di colture orticole. L’avvicendamento è infatti una pratica fondamentale in questi casi, senza la quale sarebbe del tutto impossibile raggiungere alti livelli di produzione in orticoltura.

L’inerbimento tra le interfile sarà chiaramente di tipo **temporaneo**, ovvero sarà mantenuto solo in brevi periodi dell’anno (e non tutto l’anno), considerato che i periodi e le successioni più favorevoli per le colture orticole. Pertanto, quando sarà il momento di procedere con l’impianto delle colture ortive, si provvederà alla rimozione mediante interrimento del manto erboso.

L’inerbimento inoltre sarà di tipo **artificiale** (non naturale, costituito da specie spontanee), ottenuto dalla semina di miscugli di 2-3 specie ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione. In particolare si opterà per le seguenti specie:

- *Trifolium subterraneum* (comunemente detto trifoglio), *Vicia sativa* (veccia) *Hedysarum coronatum* (sulla minore) per quanto riguarda le leguminose;
- *Hordeum vulgare* L. (orzo) e *Avena sativa* L. per quanto riguarda le graminacee.

Il ciclo di lavorazione del manto erboso prevederà pertanto le seguenti fasi:

- 1) A fine ciclo delle ortive si praticheranno una o due lavorazioni a profondità ordinaria del suolo. Questa operazione, compiuta con piante ancora allo stato fresco, viene detta “sovescio” ed è di fondamentale importanza per l’apporto di sostanza organica al suolo, (Figura 6.6).

Fig. 6.6: Esempio di pratica del sovescio in pieno campo. Si noti, nell’immagine a sinistra, l’impiego di una trincia frontale montata sulla stessa trattoria per alleggerire il carico sull’aratro portato



- 2) Semina, eseguita con macchine agricole convenzionali, nel periodo autunno-vernino. La semina delle colture da inerimento viene in genere fatta a spaglio, mediante uno

spandiconcime, ma date le caratteristiche del sito nel nostro caso si utilizzerà una seminatrice di precisione (Figura 6.7) avente una larghezza massima di 4,0 m, dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina.

Fig. 6.7: Esempio di seminatrice di precisione per tutte le tipologie di sementi (Foto: MaterMacc S.p.a.)



- 3) Fase di sviluppo del cotico erboso. La crescita del manto erboso permette di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dell'azione battente della pioggia e dei processi erosivi e nel contempo consente la transitabilità nell'impianto anche in caso di pioggia (nel caso vi fosse necessità del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulizia dei moduli);
- 4) Ad inizio primavera si procederà con la trinciatura del cotico erboso (Figura 6.8).

Fig. 6.8: Trinciatura del manto erboso, utilizzando la trincia o direttamente con il frangizolle a dischi (Foto: Nobili S.r.l. / Siciltiller S.r.l.)



La copertura con manto erboso tra le interfile non è sicuramente da vedersi come una coltura “da reddito”, ma è una pratica che permetterà di **mantenere la fertilità del suolo** alternandosi con le colture ortive.

6.4 Colture arboree

È stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare, sia lungo la fascia arborea perimetrale che sulla superficie di rispetto del Regio Tratturo.

In particolare, per quanto concerne la fascia arborea perimetrale sono state prese in considerazione le seguenti colture:

- mandorlo, coltura che allo stato attuale sta attraversando un periodo di forte espansione in Italia Meridionale, sia grazie alla diffusione di nuove varietà ed un buon numero di portinnesti tra cui scegliere, sia grazie a nuovi sistemi di meccanizzazione;
- ficodindia, per creare una forte mitigazione visiva, oltre alla utilizzazione delle foglie e dei frutti in nutraceutica, cosmetica e per usi alimentari;
- mango, sulle superfici interne al perimetro dell'impianto che non possono essere utilizzate per l'installazione di pannelli fotovoltaici, in quanto ubicate in prossimità degli aerogeneratori esistenti. L'idea è quella di iniziare una filiera commerciale di frutti ad oggi molto graditi sul mercato.

6.4.1 Mandorlo (*Prunus dulcis*)

Per la principale coltura da mitigazione visiva la scelta è ricaduta sull'impianto di un mandorleto intensivo con le piante disposte su due file distanti m 4,80, con distanze sulla fila sempre pari a m 4,80. Le due file saranno disposte con uno sfalsamento di 2,40 m, in modo da creare una barriera visiva molto fitta.

Le due file saranno disposte con uno sfalsamento di 2,40 m, per facilitare l'eventuale impiego di una raccoglitrice meccanica anteriore, in modo da farle compiere un percorso "a zig zag", riducendo così al minimo il numero di manovre in retromarcia (Figura 6.9).

Figura 6.9: Macchina frontale per la raccolta delle mandorle su impianto intensivo e disposizione ideale degli alberi per il corretto impiego della stessa (Foto: Dott. Agr. Vito Vitelli)



Il principale vantaggio dell'impianto del mandorleto intensivo risiede nelle dimensioni non molto elevate delle piante adulte, e di conseguenza nella possibilità di meccanizzare - o agevolare meccanicamente - tutte le fasi della coltivazione, ad esclusione dell'impianto, che sarà effettuato manualmente.

La funzione della fascia arborea perimetrale è fondamentale per la mitigazione visiva e paesaggistica dell'impianto: una volta adulto, l'impianto arboreo renderà pressoché invisibili dalla viabilità ordinaria i moduli fotovoltaici e le altre strutture.

In questo caso, dopo i lavori di scasso, concimazione ed amminutamento, si procederà con la squadratura del terreno, ovvero l'individuazione dei punti esatti in cui posizionare le piantine che andranno a costituire la fascia di mitigazione. La collocazione delle piantine è piuttosto agevole, in quanto si impiegano solitamente degli esemplari già innestati (quindi senza la necessità di intervenire successivamente in loco) di uno o due anni di età, quindi molto sottili e leggere (figura 6.10).

Figura 6.10. Piantine di mandorlo di 2 anni in vivaio (Foto: web).



È fondamentale, per la buona riuscita di questa coltura, che vi sia un drenaggio ottimale del terreno pertanto, una volta eseguito lo scasso, si dovrà procedere con l'individuazione di eventuali punti di ristagno idrico ed intervenire con un'opera di drenaggio (es. collocazione di tubo corrugato fessurato su brecciolino).

Il periodo ideale per l'impianto di nuovi mandorleti e, più in generale, per impianti del genere *Prunus*, è quello invernale, pertanto si procederà tra il mese di novembre e marzo.

Per quanto concerne la scelta delle piantine, queste dovranno essere acquistate da un vivaio e certificate dal punto di vista fitosanitario. La scelta delle cultivar si baserà sugli attuali andamenti di mercato, mentre per la scelta dei portinnesti si dovrà necessariamente procedere con l'analisi del pH del suolo. Dalla relazione geologica fornita, risulta un'elevata presenza di *calcareniti*, in alcuni casi anche affioranti: ne consegue che il suolo avrà un pH basico (pH 8.0-8.50), pertanto sarà certamente impegnato il portinnesto GF 677 (Ibrido *Prunus persica* x *Prunus amygdalus* ottenuto all'INRA - Francia), già innestato con varietà considerate autoctone, quali Tuono, Genco, Filippo Ceo. Per quanto riguarda la concimazione pre-impianto, da alcuni anni sta dando eccellenti risultati l'impiego di concime stallatico pellettato in quantità di 600 kg/ha. Questo tipo di concime, per

quanto più costoso rispetto ai comuni concimi di sintesi (circa 35,00 €/q), presenta la caratteristica di rilasciare sostanze nutritive in un lungo periodo di tempo, incrementando di molto la durata dei suoi effetti benefici sulle colture (vengono infatti definiti *concimi a lento rilascio*).

La coltura scelta, per le sue caratteristiche, durante la fase di accrescimento non necessita di particolari attenzioni, né di impegnative operazioni di potatura. Le operazioni da compiere in questa fase sono di fatto limitate all'allontanamento delle infestanti e, nel periodo estivo, a brevi passaggi di adacquamento ogni dieci giorni tramite carro-botte, di cui si prevede l'acquisto. Sulla base delle dimensioni della fascia perimetrale, è previsto l'impianto di circa 6.200 piante di mandorlo.

Quando le piante saranno adulte, le esigenze in termini di operazioni colturali sono piuttosto limitate: necessitano infatti di brevi potature invernali per sfoltire la chioma, seguite da un trattamento a base di prodotti rameici (in genere idrossido di rame) per la prevenzione della bolla e del corineo, lavorazioni superficiali del terreno per l'eliminazione delle infestanti, una concimazione con 200-250 kg/ha di stallatico pellettato e due trattamenti contro gli afidi (in primavera).

Per lo svolgimento delle attività gestionali della fascia arborea sarà acquistato un compressore portato, da collegare alla PTO del trattore (Figura 6.11).

Figura 6.11: Compressore PTO per il funzionamento di strumenti pneumatici per l'arboricoltura e scuotitore motorizzato per la raccolta (Foto: Campagnola)



Questo mezzo, relativamente economico, consentirà di collegare vari strumenti per l'arboricoltura - quali forbici e seghetti per la potatura, e abbacchiatori per la raccolta di mandorle/olive - riducendo al minimo lo sforzo degli operatori.

Per tutte le lavorazioni la società di gestione acquisterà una trattrice convenzionale ed una trattrice specifica da frutteto.

Per quanto concerne l'operazione di potatura, durante il periodo di accrescimento del mandorleto (circa 3 anni), le operazioni saranno eseguite a mano, anche con l'ausilio del compressore portato. Successivamente si utilizzeranno specifiche macchine a doppia barra di taglio (verticale e orizzontale per regolare l'altezza), installate anteriormente alla trattrice (Figura 6.12), per poi essere rifinite con un passaggio a mano.

Figura 6.12: Esempio di potatrice meccanica frontale a doppia barra (taglio verticale + topping) utilizzabile su tutti le colture arboree intensive e superintensive (Foto: Rinieri S.r.l.)



Per la concimazione si utilizzerà uno spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti, per distribuire le sostanze nutritive in prossimità dei ceppi (Figura 6.13).

Figura 6.13: esempio di spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti (Foto: EuroSpand)



I trattamenti fitosanitari sul mandorlo sono piuttosto ridotti ma comunque indispensabili. Si effettuerà un trattamento invernale con idrossido di rame in post-potatura ed alcuni trattamenti contro gli afidi e la *Monostera unicostata* (la c.d. “cimicetta del mandorlo”). Saranno inoltre effettuati alcuni trattamenti di concimazione fogliare mediante turboatomizzatore dotato di getti orientabili che convogliano il flusso solo su un lato (Figura 6.14).

Figura 6.14: Esempi di turboatomizzatore portato e trainato con getti orientabili per trattamenti su uno o entrambi i lati del frutteto (Foto: Nobili S.r.l.)



Per quanto il mandorlo sia una pianta perfettamente adatta alla coltivazione in regime asciutto, quantomeno pre le prime fasi di crescita, è previsto l’impiego di un carro botte per l’irrigazione delle piantine nel periodo estivo, ed è valutata l’ipotesi di realizzare un impianto di irrigazione a goccia.

6.4.2 Ficodindia (*Opuntia ficus indica*)

Le pinte di ficodindia saranno collocate su un’unica fila a distanze di m 3,00 a ridosso della recinzione. È una pianta molto semplice da impiantare, è sufficiente piantare al suolo una talea costituita da pochi cladodi (comunemente detti *pale*).

Ad oggi, si tratta di una delle colture destinatarie dei più importanti programmi di ricerca e sviluppo della FAO. Si tratta infatti di una coltura in grado di fornire molteplici benefici in aree del mondo con particolare carenza d’acqua.

Questi i molteplici usi:

- sia i frutti che i cladodi vengono impiegati nell’alimentazione umana. Nel caso dei cladodi ancora poco usati in Italia;
- alimentazione animale, data l’elevatissima quantità in biomassa che è in grado di sviluppare;
- estrazione di materiale fibroso;

- in alcune aree dell'America Centrale vengono impiegati dasecoli per l'allevamento di una particolare specie di cocciniglia in grado di secernere un pigmento rosso.

La pianta appartiene alla famiglia delle Cactacee, della specie *Opuntia ficus-indica*. La pianta venne importata dalle Americhe nord-occidentali (credute originariamente le Indie, da cui il nome) sul finire del XVI secolo. Alla fine del sedicesimo secolo in Sicilia, gli spagnoli introdussero alcune nuove e importanti piante quello più comunemente usato era il ficodindia proveniente dall'America Tropicale (Indie occidentali, secondo C. Colombo). I fichidindia, capaci di sopportare lunghe siccità e di propagarsi facilmente. Questa ammirevole pianta a siepi con i suoi frutti ha contribuito alla dieta di ricchi e di poveri nella vita quotidiana sin dai tempi più antichi fino ad oggi.

Ha la caratteristica di resistere ai climi aridi e secchi e cresce in zone impervie con terreni medi e grossolani. La pianta del ficodindia non presenta tronco ma solo foglie, che si inerpicano dalle radici formando le cosiddette pale alle cui estremità superiori si formano i frutti. La sua riproduzione avviene attraverso i rami che vengono interrati per i due terzi nel terreno.

Nella sua coltivazione non vengono mai impiegati fitofarmaci poiché la pianta assume delle difese proprie contro i parassiti, non necessita poi di trattamenti particolari assumendo la produzione biologica.

Sono presenti molte tipologie: Surfarina o Nostrale dal colore giallo-arancio; Sanguigna dal colore rosso fuoco; Muscaredda e Sciannina dal colore bianco.

La produzione dei frutti avviene secondo tecniche secolari applicate alla pianta. La prima fioritura avviene tra maggio e giugno con formazione dei frutti verdi. Per ottenere un prodotto di maggiore qualità si applica la tecnica detta di *scozzolatura*, che porta ad eliminare i frutti fioriti per ottenere dei frutti più grossi e buoni. La seconda fioritura avviene tra settembre e dicembre e dà luogo a frutti denominati in dialetto fioroni, che garantiscono la produzione.

Fra le tecniche di coltivazione è molto importante la fase della scozzolatura che viene eseguita tra la fine del mese di maggio e la prima metà del mese di giugno, in relazione alle zone di produzione e alle condizioni climatiche (che consiste nell'asportare fiori, frutticini appena allegati e giovani cladodi). Le operazioni di raccolta, in relazione alle zone di produzione e all'andamento climatico, si svolgono dalla seconda decade di agosto per i frutti di prima fioritura («Agostani»), da settembre a dicembre per i frutti di seconda fioritura («Scozzolati» o «Bastardoni»). I frutti dopo la raccolta devono essere immagazzinati in locali idonei ventilati e asciutti.

I frutti vengono distinti in ordine al periodo di maturazione: «Agostani» o «Latini» (primo fiore); «Scozzolati» (seconda fioritura). Cultivar: gialla, rossa, bianca.

Aldilà delle eccellenti qualità organolettiche, il Ficodindia è anche ricchissimo di numerose proprietà benefiche. Veniva usato per preparazioni mediche già nella medicina tradizionale Azteca, prima che in quella siciliana, per le sue innumerevoli proprietà terapeutiche e in particolare quelle antinfiammatorie.

Oggi la scienza ha dimostrato il fondamento di questi tradizionali utilizzi, che risiedono proprio nell'eccezionale contenuto di nutrienti presenti al suo interno. L'alto contenuto di fibre e la presenza dei semi aiutano a favorire il transito intestinale e ad aumentare il senso di sazietà, rendendo il

Ficodindia un ottimo alleato per il mantenimento del peso-forma anche grazie alla modesta quantità di zuccheri contenuti; è inoltre ricchissimo di vitamine A, gruppo B e C, e di minerali come ferro, potassio, magnesio, calcio e fosforo. È dunque un frutto particolarmente consigliato per prevenire l'osteoporosi, e la sua buccia, come anche la talea, sono un toccasana per bruciori intestinali grazie alle proprietà antiinfiammatorie contenute nella mucillagine al loro interno.

6.4.3 Mango (*Mangifera indica*)

Si tratta di una pianta sempreverde, ramosa, che in natura può raggiungere i 35-40 m d'altezza e con una chioma anche di 10 m di diametro. La corteccia è resinosa, il legno è duro e ruvido, di colore rossastro. Le foglie sono alternate, semplici, lunghe 15-35 cm e larghe da 6 a 16 cm. Quando sono giovani sono di colore variabile, arancione/rosa, che diviene rapidamente vinaccia per cambiare finalmente al verde quando sono mature. I fiori sono raggruppati in infiorescenze a pannocchia lunghe 10-40 cm. Il colore del fiore è bianco rosato, con un odore che ricorda il mughetto. La fioritura è indotta da un prolungato (4-5 mesi) periodo di riposo della gemma terminale di ogni ramo. Tale riposo può avvenire indipendentemente per siccità, ridotta vigoria vegetativa o basse temperature. Se tale riposo non avviene, all'apertura la gemma presenterà uno sviluppo vegetativo e non floreale. La fruttificazione presenta una cascola elevata, e il frutto richiede da tre a sei mesi per maturare, a seconda delle cultivar. Chiaramente il miglioramento genetico è orientato ad abbreviare la durata di tale periodo. La forma è ovoidale, la polpa si presenta gialla/arancio, compatta, molto profumata e gustosa. La sua buccia può assumere diverse tonalità: verde, giallo, rosso, oppure un miscuglio di questi colori. Il peso di un mango può arrivare anche a 1 kg, ma la taglia commerciale ideale è di 300-500 g con una lunghezza di circa 10-14 cm. Se ne distinguono due tipi: la filippina-indonesiana, detta anche *Camboya*, con forma più allungata e colore giallo-verde, più dolce e meno fibrosa; e l'indiana, detta anche *Mulgoba*, con forma più grossa e compatta di colore variabile dal verde al rosso fino al viola: è la più presente nei mercati europei, in quanto più serbevole.

Il nocciolo occupa buona parte del frutto, ha una forma ovoidale e ha una lunghezza di 7-8 centimetri. Esso può essere ricoperto da fibre che non permettono di separarlo facilmente dal frutto. Frutti maturi e con la buccia hanno un odore resinoso e caratteristico.

La potatura generalmente non viene fatta prima del quarto anno dalla messa a dimora. Nei climi più freddi (rispetto alle esigenze della coltura) è consigliato di eliminare le pannocchie floreali dei primi anni per permettere alla pianta di acquisire vigore. Se la pianta, come nel nostro caso, deve essere mantenuta a una dimensione contenuta, la potatura di formazione dal quinto anno è importante. Fino a che la pianta non entra in produzione la fertilizzazione può essere fatta con concime ad alto contenuto di azoto; in seguito è meglio concimare con prodotti ad alto contenuto di fosforo e potassio, per evitare di favorire la crescita vegetativa.

Un elemento positivo di questa coltura è che richiede l'irrigazione solo nei primi anni. I frutti vanno raccolti acerbi, ben prima della maturità: questo, oltre ad evitare il danneggiamento da parte degli uccelli, consente di lavorarlo e trasportarlo facilmente.

Il mango non è particolarmente esigente riguardo al suolo, sebbene sia fondamentale per la sopravvivenza della pianta che il terreno abbia un ottimo drenaggio. Elevati contenuti in azoto stimolano la crescita vegetativa e quindi possono presentare piante in ottima salute ma poco produttive.

Il mango può essere coltivato in quegli ambienti dove non avvengano gelate. In Italia viene ad oggi coltivato (a bassa altitudine e in zone particolari) in Sicilia (Figura 6.15), Calabria e Sardegna, pertanto nella nostra area di intervento può essere considerata una sperimentazione, anche se le caratteristiche pedoclimatiche del sito sembrano essere promettenti per buona la riuscita della coltura.

Figura 6.15. Coltivazione di Mango con reti frangivento nel Messinese (Fonte: PapaMango – Az. Agr. Bianco).



La distribuzione ideale delle piogge, per il mango, sarebbe nella divisione di due stagioni, una calda e piovosa (estiva) e l'altra più fresca e asciutta, con 750-2.500 mm di pioggia nella stagione piovosa. Piogge fuori stagione favoriscono lo sviluppo di patogeni e soprattutto stimolano la crescita dell'albero piuttosto che la fioritura. Durante la maturazione i forti venti possono favorire la caduta del frutto per questo le aree del Sud Italia meno esposte al vento di scirocco sono più adatte alla coltivazione commerciale del mango, rispetto ad altre, anche se più calde.

Molte cultivar dalle caratteristiche pregevoli sono monoembrioniche e devono essere propagate per innesto, altrimenti la pianta figlia differisce dal genitore. Una cultivar monoembrionica molto diffusa è la *Alphonso*, un importante prodotto da esportazione.

Cultivar eccellenti in un clima possono crescere malissimo in un altro. Ad esempio alcune cultivar indiane come la *Julie*, una cultivar estremamente produttiva in Giamaica, in Florida richiede un trattamento annuale con il fungicida per superare l'antracnosi.

Il mercato mondiale al momento è dominato dalla cultivar *Tommy Atkins*, un semenzale della Haden, che fruttificò per la prima volta nella Florida del sud nel 1940. Inizialmente fu rifiutato dai ricercatori della Florida come cultivar commercialmente valida.

In Italia la *Kensington Pride* è la varietà che si è dimostrata più adatta al clima mediterraneo, ed è tra le più coltivate nella frutticoltura italiana del mango, assieme alla *Glenn* (che si sta recentemente dimostrando addirittura superiore alla *Kensington Pride* sia per produttività sia per caratteristiche

organolettiche del frutto) e, anche se in misura minore, alla *Tommy Atkins, Keitt, Maya, Van Dyke, Osteen e Kent*.

Il mango è ricco di nutrienti: la polpa del frutto è ricca in fibre, vitamina C, polifenoli e carotenoidi; le vitamine antiossidanti A, C ed E sono presenti in una porzione da 165 grammi per il 25%, 76% e 9% della dose giornaliera consigliata; la vitamina B6, la vitamina K, le altre vitamine del gruppo B e altri nutrienti come il potassio, il rame, e 17 amminoacidi sono a un buon livello. La polpa e la buccia del mango contengono altri nutrienti, come i pigmenti antiossidanti - carotenoidi e polifenoli - e omega-3 e acidi grassi 6-polinsaturi.

La buccia del mango contiene pigmenti che possono avere proprietà antiossidanti, inclusi i carotenoidi, come la provitamina A, il beta-carotene, la luteina e l'alfa-carotene, polifenoli, come la quercetina, il kaempferolo, l'acido gallico, l'acido caffeico, catechine, tannini e lo xantone che si trova solo nel mango, la mangiferina, ognuno dei quali può contrastare l'azione dei radicali liberi in vari processi patologici, come è dimostrato dalla ricerca. Il contenuto in nutrienti e sostanze chimiche sembra variare a seconda delle cultivar. Fino a 25 diversi carotenoidi sono stati isolati dalla polpa del mango, il più presente dei quali è il beta-carotene, il quale è il responsabile della pigmentazione giallo-arancione dei frutti di molte specie di mango. La buccia e le foglie hanno anch'esse un significativo contenuto in polifenoli, inclusi gli xantoni, la mangiferina e l'acido gallico. Il triterpene del mango, il lupeolo in laboratorio è un efficace inibitore del cancro della prostata e della pelle. Un estratto di corteccia proveniente dai rami del mango, chiamato *Vimang*, isolato da scienziati cubani, contiene numerosi polifenoli con proprietà antiossidanti in vitro.

In base alle pubblicazioni in merito ai risultati della produzione di mango in Sicilia, un mangheto adulto nelle migliori condizioni producibili nel Mediterraneo è in grado di produrre in media circa 130 q/ha di prodotto. Il prezzo di vendita franco azienda, alla data odierna, risulta molto elevato (240,00 €/q).

Il sesto di impianto sarà pari a m 4 x 4, e i lavori pre-impianto sono analoghi a quelli di tutte le colture arboree comuni: dissodamento con aratro da scasso o ripper (70-80 cm di profondità), concimazione di fondo, amminutamento e livellamento del terreno. Date le caratteristiche del sito, già sfruttato per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, sarà indispensabile l'installazione delle reti franginetto. È inoltre prevista l'installazione dell'impianto di irrigazione a goccia.

6.5 Colture arbustive autoctone e produzione mellifera

6.5.1 Prugnolo (*Prunus spinosa*)

Il prugnolo è un arbusto o piccolo albero folto, è caducifoglie e latifoglie, alto tra i 2,5 e i 5 metri. La corteccia è scura, talvolta i rami sono contorti. Le foglie sono ovate, verde scuro. I fiori, numerosissimi e di colore bianco, compaiono in marzo o all'inizio di aprile e ricoprono completamente le branche. Produce frutti tondi di colore blu-viola, la maturazione dei frutti si completa in settembre-ottobre. Sono delle drupe ricoperte da una patina detta *pruina*. È un arbusto resistente al freddo, si adatta a diversi suoli. Resistente a molti parassiti e con crescita lenta. Le

bacche, che contengono un unico seme duro, sono ricercate dalla fauna selvatica. I frutti, chiamati prugne, possono essere usate per fare marmellate, confetture, salse, gelatine e sciroppi. I frutti contengono molta vitamina C, tannino e acidi organici.



Anche i fiori sono commestibili (tra i fiori eduli), possono essere usati in insalate o altri piatti. Il prugnolo spinoso è un arbusto comune, adatto per formare siepi. Un tempo, in qualche parte d'Italia, veniva utilizzato come essenza costituente delle siepi interpoderali, cioè per delimitare i confini degli appezzamenti. In ragione delle spine e del fitto intreccio dei rami, la siepe di prugnolo selvatico costituiva una barriera pressoché impenetrabile. Le bacche rimangono a lungo attaccate ai rami e la

pianta talvolta può essere usata come arbusto ornamentale in giardini. I frutti del prugno spinoso sono utilizzati in alcuni paesi per produrre bevande alcoliche (in Inghilterra lo *sloe gin*, in Navarra, Spagna, il *Pacharán*, in Francia la *prunelle*, in Giappone l'*umeshu* ed in Italia il *bargnolino* o *prunella*). Il prugno spinoso è usato come purgante, diuretico e depurativo del sangue, per erba medicinale ed erba officinale. I principi attivi contenuti nei fiori sono cumarine, flavone e glucosidi dell'acido cianidrico. La corteccia della pianta era utilizzata in passato per colorare di rosso la lana. Il legno, come quello di molti alberi da frutto è un apprezzato combustibile, è duro e resistente, e può essere lucidato. Se di piccole dimensioni viene usato per attrezzi agricoli, intarsi e bastoni da passeggio.

6.5.2 Ginestra odorosa (*Spartium junceum*)

Pianta della famiglia delle Fabaceae, tipica degli ambienti di gariga e di macchia mediterranea. Nota anche come Ginestra di Spagna. È una pianta a portamento arbustivo (alto da 0,5 a 3,00 m), perenne,



con lunghi fusti, diffusa in tutto il Bacino del Mediterraneo. I fusti sono verdi cilindrici compressibili ma resistenti, eretti, ramosissimi e sono detti vermene.

Le foglie sono lanceolate, i fiori sono portati in racemi terminali di colore giallo vivo. L'impollinazione è entomogama, di fatto è stata presa in considerazione, oltre che per il bell'aspetto per la mitigazione visiva, anche per la possibile utilizzazione come pianta mellifera. I frutti sono dei

legumi; i semi vengono lasciati cadere per gravità a poca distanza dalla pianta madre.

Essendo una pianta che sviluppa le sue radici in profondità, può essere utilizzata (non nel nostro caso) per consolidare terreni.

Viene generalmente coltivata in quanto l'estratto assoluto dei fiori è una fragranza ricca che possiede una nota "burrosa" particolare. Viene prodotto per lo più a Grasse (Francia) da fiori provenienti dalla Calabria. Inoltre, la *concreta* di ginestra è una sostanza cerosa intensamente profumata, di colore giallo bruno, ricorda il miele e la cera d'api, sia nel colore che nel profumo, la concreta viene ricavata a mezzo di solventi (esano) il prodotto finale è un miscuglio di olii essenziali, acidi grassi e cere. La distillazione sottovuoto di questa sostanza fornisce una sostanza aromatica denominata *genêt absolu*, ossia "ginestra assoluta". Dai ramoscelli si può estrarre la fibra tessile.

6.5.3 Corniolo (*Cornus Mas*)

Il corniolo è una piccola pianta arborea, caducifoglie e latifoglie, alta in genere 2-3 metri e altrettanto ampia in larghezza. I rami sono di colore rosso-bruno e brevi, la corteccia è screpolata. Sono piante longeve, possono diventare plurisecolari e hanno una crescita molto lenta. Le foglie sono semplici,



opposte, con un picciolo breve (5–10 mm) e peloso, la forma è ovata o arrotondata, integra e un po' ondulata ai margini, acuminata all'apice; sono ricoperte parzialmente da peluria su entrambe le pagine, e presentano un colore verde (più chiaro nella parte inferiore) e una nervatura al centro e 3-4 paia di nervature secondarie.

I fiori sono ermafroditi (cioè hanno organi per la riproduzione sia maschili sia femminili), si presentano in forma di ombrelle semplici e brevi, circondate alla base da un involucro di 4 brattee (foglia modificata che protegge il fiore) di colore verdognolo sfumato di rosso, che si sviluppano prima della fogliazione. La corolla è a 4 petali acuti, glabri (privi di pelo), di colore giallo-dorato, odoroso. Nei nostri ambienti fiorisce da febbraio ad aprile, ed è considerata una specie mellifera.

Il frutto del corniolo è una drupa (frutto carnoso) commestibile, a forma di una piccola oliva o ciliegia oblunga; ha un colore rosso-scarlatto, rosso corallo o anche giallo, dal sapore acidulo, contenente un unico seme osseo. I frutti maturano ad agosto. Il legno è duro e compatto, con alta resistenza, molto usato nei secoli passati.

6.5.4 Attività apistica e produzione mellifera (dal 3° anno di attività)

Gli spazi disponibili e le colture scelte, in particolare quelle arboree, consentono lo sfruttamento dell'area anche per l'attività apistica.

Larga parte delle colture (circa l'80% delle specie arboree ed ortive coltivate) si affida all'impollinazione entomofila, tanto che in orticoltura (in particolare in serra) comunemente si acquistano e utilizzano numerose (e costosissime) colonie di bombi (*Bombus* spp.) in scatola prodotte da aziende specializzate, che hanno una durata limitata ad una sola annata.

In molte aziende frutticole è invece piuttosto comune ospitare le arnie di un apicoltore solo durante il periodo di fioritura (la c.d. *apicoltura nomade*), proprio al fine di ottenere una maggiore impollinazione e di conseguenza un maggior tasso di allegagione dei fiori.

Da ciò si intuisce che l'attività apistica in azienda, se ben gestita, consente di ottenere un importante e costante vantaggio nell'impollinazione dei fiori oltre, chiaramente, all'ottenimento dei prodotti dell'alveare: miele, propoli, pappa reale, cera.

L'attività apistica è programmata per essere avviata a partire dal 3°- 4° anno dalla realizzazione delle opere di miglioramento fondiario, in quanto è consigliabile attendere lo sviluppo, almeno parziale, delle piante arboree da frutto presenti.

Quest'attività si inserisce in un più ampio progetto sociale, in particolare sotto l'aspetto didattico con il coinvolgimento di Istituti Tecnici e Università, per l'inserimento nel mondo del lavoro di soggetti con problematiche pregresse o, più semplicemente, di chiunque desideri apprendere una tecnica per poi avviare una propria attività imprenditoriale.

6.6 Descrizione riassuntiva del piano culturale definito per l'impianto agro-fotovoltaico

La superficie complessiva effettivamente coltivata rispetto alla superficie catastale sarà pari al 96,48% circa di quella occupata nel complesso dagli impianti fotovoltaici.

Le superfici effettivamente coltivate saranno le seguenti:

DESCRIZIONE	u.d.m.	AREA 1	AREA 2	TOTALE	
Area occupata dalla viabilità, dalle strutture di servizio o libera e non coltivata	superficie (m ²)	31.917	7.226	39.143	
Area colture ortive		356.293			
area coltivata sotto i tracker, tra le interfile o scoperta	superficie (m ²)	261.267		836.790	
		128.936			
			90.294		
Area coltura sperimentale di mango con apicoltura		23.601			
piante disposte con sesto d'impianto a maglia quadrata 4,0 m x 4,0 m	superficie (m ²)	29.045		52.646	
		n. piante mango	1.475		3.290
			1.815		
Area mitigazione - Tipo A (fascia largh. = 10,0 m)		6.887			
1 filare di fico d'India - distanza tra le piante 2,0m 2 filari di mandorlo a disposizione sfalsata - distanza tra i filari 4,8 m - distanza tra le piante 4,8 m	superficie (m ²)		1.810	8.697	
		n. talee fico d'India	344		435
			91		
n. talee mandorlo	287		362		
			75		
Area mitigazione - Tipo B (fascia largh. = 3,0 m)		2.569			
1 filare di prugnolo selvatico alternato al corniolo - distanza tra le piante 2,0m s 1 filare di ginestra - distanza tra le piante 2,0 m	superficie (m ²)	513		3.082	
		n. piante corniolo e prugnolo selvatico	428		514
			86		
n. piante ginestra	428		514		
		86			
Area mitigazione - Tipo C (fascia largh. = 125,0 m)		79.146			
1 filare di fico d'India - distanza tra le piante 2,0 m 25 filari di mandorlo a disposizione sfalsata - distanza tra i filari 4,8 m - distanza tra le piante 4,8 m	superficie (m ²)		69.958	149.104	
		n. talee fico d'India	317		596
			280		
n. piante mandorlo	3.298		6.213		
			2.915		

7 MANODOPERA E MEZZI DA IMPIEGARE NELL'ATTIVITÀ AGRICOLA

7.1 Incremento nel fabbisogno di manodopera e risvolti positivi nell'occupazione

Data la complessità del progetto e, più in particolare, delle colture che si intende praticare, si dovrà necessariamente prevedere un forte incremento in termini di manodopera con l'impianto agrovoltatico a regime rispetto alla situazione attuale (Tab. 7.1). Il calcolo è stato eseguito considerando le tabelle ettaro coltura della Regione Puglia (fabbisogno ore annue per ettaro).

Considerando che 2.200 ore annue equivalgono a 1 Unità Lavorativa Uomo (ULU), con l'intervento a regime si avrà nel complesso un **incremento occupazionale pari a 5,40 ULU**.

Tabella 7.1. Differenze in fabbisogno di manodopera per la gestione delle superfici. Situazione ante e post intervento.

Colture	[ULA/ha]	Estensione ante [ha]	ULA ante	Estensione post [ha]	ULA post	Δ [ULA post - ULA ante]
Seminativo	30	83,76	2.512,84	0,00	0,00	-2.512,84
Ortive irrigue da pieno campo (valore medio)	420	27,12	11.391,66	41,84	17.572,59	6.180,93
Erbaio polifita	55	-	-	41,84	2.301,17	2.301,17
Colture arboree sub-tropicali	500	-	-	5,26	2.632,30	2.632,30
Mandorlo	220	-	-	15,83	3.482,60	3.482,60
Ficodindia	170	-	-	0,23	39,10	39,10
Altre superfici	-	-	-	5,33	-	-
TOTALE		110,33	13.904,50	110,33	26.027,76	12.123,26

7.2 Mezzi agricoli necessari per la corretta gestione dell'attività agricola

Oltre ai mezzi meccanici specifici che dovranno essere acquisiti per lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, ed ampiamente descritti al paragrafo 6, la gestione richiede necessariamente l'impiego di una trattore gommata convenzionale da frutteto.

In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattore gommata dovrà essere di media potenza (65 kW) e con la possibilità di installare un elevatore frontale. Si faccia riferimento alla Figura 7.1 per le caratteristiche tecniche della trattore.

Figura 7.1: Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina ribassata (Fonte: CNH)



Dimensioni	mm
Larghezza totale min. - max.	1.368 - 1.868
Altezza cabina profilo standard min. - max.	2.075 - 2.150
Altezza cabina profilo ribassato min. - max.	1.804 - 1.879
Passo	1.923
Lunghezza totale min. - max.	3.681 - 3.781

Non è necessario acquisire tutti i mezzi meccanici in un'unica soluzione. In un primo periodo, una volta conclusi i lavori di installazione dell'impianto, l'azienda dovrà dotarsi del seguente parco macchine:

- Trattrice gommata da frutteto
- Trattrice da orto
- Trapiantatrice da orto
- Fresatrice interceppo
- Aratro
- Rincalzatrice
- Sarchiatrice per ortive da pieno campo
- Pacciamatrice
- Erpice snodato
- Seminatrice
- Irrigatore portato per trattamenti su ortive
- Turbo-atomizzatore
- Spandiconcime
- Barra falciante
- Carro botte
- Rimorchio agricolo
- Compressore PTO

È prevista inoltre la realizzazione di un ricovero per i mezzi sopra elencati.

8 COSTI DI REALIZZAZIONE DEI MIGLIORAMENTI FONDIARI

Per la stima dei costi di realizzazione delle opere e degli impianti sopra descritti, non essendo presente il prezzario agricoltura della Regione Puglia, è stato utilizzato il Prezzario Agricoltura Regione Sicilia 2015, attualmente in uso. Tutti i valori di costo indicati vanno considerati come prezzi medi, e in molti casi sono suscettibili a variazioni piuttosto elevate, pari a $\pm 20\%$. Le voci non presenti in prezzario derivano da ricerca presso fornitori, e vengono indicati come N.P.0 (Nuovo Prezzo N.).

Aree impianto coltura di mango

Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
Lavorazioni di base:					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	5,2646	€ 4.738,14
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	5,2646	€ 4.738,14
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	5,2646	€ 3.158,76
Operazioni impianto coltura di mango:					
B.3.5.2.2	Acquisto di piantine innestate certificate di fruttiferi tropicali e sub-tropicali	€/cad.	€ 13,50	3.290	€ 44.415,00
B.3.5.3	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 1,30	3.290	€ 4.277,00
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	3.290	€ 3.290,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	3.290	€ 4.277,00
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadratura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	3.290	€ 13.160,00
Impianto irriguo a microportata su rete idrica pre-esistente:					
N.P.1	Acquisto ed installazione impianto irriguo a microportata per impianti arborei su rete idrica pre-esistente, comprensivo di ogni onere.	€/ha	€ 7.000,00	5,2646	€ 36.852,20

Area di mitigazione - Tipo A

Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
Lavorazioni di base:					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	0,8697	€ 782,73
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per il livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	0,8697	€ 782,73
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	0,8697	€ 521,82
Operazioni impianto coltura di ficodindia:					
B.3.5.1.7	Acquisto talee di ficodindia	€/cad.	€ 8,00	435	€ 3.480,00
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	435	€ 435,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	435	€ 565,50
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadratura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	435	€ 1.740,00
Operazioni impianto coltura di mandorlo:					
B.3.5.1.5	Acquisto di piantine di mandorlo innestate di 2 anni	€/cad.	€ 8,00	362	€ 2.896,00
B.3.5.3	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 1,30	362	€ 470,60
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	362	€ 362,00

Segue da pag. 52

B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	362	€ 470,60
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadratura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	362	€ 1.448,00
Impianto irriguo a microportata su rete idrica pre-esistente:					
N.P.1	Acquisto ed installazione impianto irriguo a microportata per impianti arborei su rete idrica pre-esistente, comprensivo di ogni onere.	€/ha	€ 7.000,00	0,8697	€ 6.087,90

Area di mitigazione - Tipo B

Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
Lavorazioni di base:					
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per il livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	0,3082	€ 277,38
Messa a dimora essenze autoctone selvatiche:					
N.P.2	Acquisto e messa a dimora piantine di prugnolo, corniolo, ginestra	€/cad.	€ 6,00	1.028	€ 6.168,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	1.028	€ 1.336,40

Area di mitigazione - Tipo C

Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
Lavorazioni di base:					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	14,9104	€ 13.419,36
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	14,9104	€ 13.419,36
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	14,9104	€ 8.946,24
Operazioni impianto coltura di ficodindia:					
B.3.5.1.7	Acquisto talee di ficodindia	€/cad.	€ 8,00	596	€ 4.768,00
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	596	€ 596,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	596	€ 774,80
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadratura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	596	€ 2.384,00
Operazioni impianto coltura di mandorlo:					
B.3.5.1.5	Acquisto di piantine di mandorlo innestate di 2 anni	€/cad.	€ 8,00	6.213	€ 49.704,00
B.3.5.3	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 1,30	6.213	€ 8.076,90
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	6.213	€ 6.213,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	6.213	€ 8.076,90
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadratura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	6.213	€ 24.852,00
Impianto irriguo a microportata su rete idrica pre-esistente:					
N.P.1	Acquisto ed installazione impianto irriguo a microportata per impianti arborei su rete idrica pre-esistente, comprensivo di ogni onere.	€/ha	€ 7.000,00	14,9104	€ 104.372,80

TOTALE COSTI PER LAVORI DI MIGLIORAMENTO FONDARIARIO € 392.334,26

9 COSTI DI GESTIONE E RICAVI ATTESI

Per quanto concerne le colture arboree, è possibile ipotizzare abbastanza facilmente un piano sostenibile di costi e ricavi. Per quanto invece riguarda le colture orticole, data la grande diversificazione delle produzioni previste e la forte variabilità dei prezzi, è possibile basarsi sulle produzioni lorde standard (PLS) della Regione Puglia.

9.1 Produzioni Lorde Standard (PLS)

Le produzioni lorde standard (PLS), redatte da RICA-INEA per la Regione Puglia, per le colture scelte sono indicate alla tabella seguente. L'incremento in termini di produzione lorda standard risulta essere pari al +64,0%, a parità di estensione coltivata:

Colture	[PLS/ha]	Estensione ante [ha]	PLV ante	Estensione post [ha]	PLV post	Δ [PLV post - PLV ante]
Seminativo (grano duro)	842,12 €	83,76	70.537,15 €	0,00	0,00 €	-70.537,15 €
Ortive irrigue da pieno campo (valore medio)	10.434,93 €	27,12	283.026,61 €	41,84	436.592,25 €	153.565,65 €
Erbaio polifita	529,04 €	-	-	41,84	22.134,77 €	22.134,77 €
Colture arboree sub-tropicali	11.382,35 €	-	-	5,26	59.923,52 €	59.923,52 €
Mandorlo	3.598,67 €	-	-	15,83	56.966,95 €	56.966,95 €
Ficodindia	12.459,89 €	-	-	0,23	2.865,77 €	2.865,77 €
Altre superfici	-	-	-	5,33	-	-
TOTALE			353.563,76	110,33	578.483,26 €	224.919,51 €

9.2 Colture arboree

9.2.1 Mango

Per quanto riguarda la produzione di mango, è possibile utilizzare i dati di una recente ricerca sui costi di gestione della coltura in Sicilia (Migliore, 2020) pubblicati su Fresh Plaza.

I risultati, con l'elevatissimo prezzo di mercato 2020 (€422/q), sono particolarmente incoraggianti:

Voci di costo	[€/ha]	ha	€
Concimazioni	466,20 €	5,26	2.452,21 €
Trattamenti fitosanitari	422,00 €	5,26	2.219,72 €
Operazioni colturali	1.710,00 €	5,26	8.994,60 €
Manodopera	2.765,00 €	5,26	14.543,90 €
Irrigazione	548,00 €	5,26	2.882,48 €
Trasporti	133,20 €	5,26	700,63 €
Cassette e confezioni	2.664,00 €	5,26	14.012,64 €
TOTALE COSTI VARIABILI DI GESTIONE	8.708,40 €	5,26	45.806,18 €
INTERESSI SUI COSTI VARIABILI (3%)	217,73 €	5,26	1.145,26 €
Calcolo del Reddito Lordo			
Voci	valore/ha	quantità	Tot.
Resa [q/ha]	133,20	5,26	700,632
Prezzo di vendita 2020: 422,00 €/q			
PLV [€]	56.210,40 €	5,26	295.666,70 €
Costi variabili	-8.926,13 €	5,26	-46.951,44 €
REDDITO LORDO	47.417,47 €	5,26	249.415,89 €

9.2.2 Mandorlo

Per quanto invece riguarda il mandorlo, i dati disponibili sui costi di gestione e sui ricavi (Ismea Mercati) sono immediatamente reperibili. Il periodo attuale risulta piuttosto favorevole per questa coltura in Italia, anche per via dell'elevato deficit commerciale (27% di prodotto importato rispetto al fabbisogno nel 2019), soprattutto per quanto riguarda le varietà da pasticceria.

Voci di costo	[€/ha]	ha	€
Concimazioni	100,00 €	15,83	1.583,00 €
Trattamenti fitosanitari	50,00 €	15,83	791,50 €
Operazioni colturali	400,00 €	15,83	6.332,00 €
Manodopera	800,00 €	15,83	12.664,00 €
Irrigazione	120,00 €	15,83	1.899,60 €
Trasporti	30,00 €	15,83	474,90 €
TOTALE COSTI VARIABILI DI GESTIONE	1.500,00 €	15,83	23.745,00 €
INTERESSI SUI COSTI VARIABILI (3%)	45,00 €	15,83	712,35 €

Calcolo Reddito Lordo

Voci	valore/ha	quantità	Tot.
Resa prodotto in guscio [q]	40,00	15,83	633,2
Prezzo di vendita 2020: 125,00 €/q			
PLV [€]	5.000,00 €	15,83	79.150,00 €
Costi variabili	-1.545,00 €	15,83	-24.457,35 €
REDDITO LORDO	3.495,00 €	15,83	55.325,85 €

I costi variabili di produzione, relativamente bassi, e il buon grado di meccanizzazione oggi raggiunto, rendono questa coltura ben gestibile anche su elevate superfici.

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta (o anche incrementata) la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture.

È bene riconoscere che vi sono in Italia, come in altri paesi europei, vaste aree agricole completamente abbandonate da molti anni o, come nel nostro caso, sottoutilizzate, che con pochi accorgimenti e una gestione semplice ed efficace potrebbero essere impiegate con buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo riacquisire del tutto o in parte le proprie capacità produttive.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agrovoltaiico **porterà ad una piena utilizzazione agricola dell'area**, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

L'appezzamento scelto, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potrà essere utilizzato senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da rendere l'ombreggiamento una risorsa per il risparmio idrico piuttosto che un impedimento, impiegando sempre delle colture comunemente coltivate nell'area. Anche per la fascia arborea perimetrale a molto ampia vista anche la presenza di un Regio Tratturo, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, si è optato per delle vere colture (il mandorlo ed il ficodindia), disposte in modo tale da poter essere gestita alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale.

È inoltre di sicuro interesse la ricerca portata avanti dalla Società M2 Energia Srl con l'Università di Foggia, che darà luogo a pubblicazioni, nell'ottica di compiere in futuro una produzione su scala più ampia di colture con caratteristiche morfologiche e biologiche tali da poter essere coltivate su terreni in cui sono installati moduli fotovoltaici senza alcuna limitazione, creando di fatto un precedente che potrebbe essere preso in considerazione anche in molte altre aree.

Bibliografia

- H.T. Harvey & Associates, 2010. *Evaluation of potential changes to annual grass lands in response to increased shading by solar panels from the California Valley Solar Ranch project*. High Plains Ranch II, LLC.
- Forst and McDouglad, 1989. *Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought*. Journal of Range Management, 42:281-283.
- Amatangelo, 2008. *Response of California annual grassland to litter manipulation*. Journal of Vegetation Science, 19:605-612.
- Elnaz Hassanpour Adeg, John S. Selker e Chad W. Higgins, 2018. *Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency*. PLOS One. Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (OSU).
- H. Marrou, L. Guilioni, L. Dufour, C. Dupraz, J. Wery, 2013. *Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?* Agricultural and Forest Meteorology 177 (2013) 117–132.
- Y. Elamria, B. Chevirona, J.-M. Lopezc, C. Dejeana, G. Belaidd, 2018. *Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: Application to irrigated lettuces*. Agricultural Water Management 208 (2018) 440–453.
- G. Migliore, 2020. *Analisi dei costi e ricavi della coltivazione di mango in Sicilia: indagine diretta*. Università degli Studi di Palermo – Dipartimento SAAF.

Siti internet consultati

- Ismea Mercati: <http://www.ismeamercati.it/analisi-e-studio-filiere-agroalimentari>

Note: Tutte le immagini di mezzi meccanici e le tabelle con le relative caratteristiche tecniche utilizzate per redigere il presente studio, sono state estratte direttamente da materiale informativo messo a disposizione del pubblico dalle varie case costruttrici mediante i siti web ufficiali, e sono state impiegate solo ed esclusivamente a titolo esemplificativo.

San Severo (FG), 04/04/2022**IL TECNICO REDATTORE**

(Dott. Agr. Arturo Urso)

**Dott. Agr. Arturo Urso**

Via Pulvirenti n. 10 - 95131 – Catania – CT

E-mail: arturo.urso@gmail.comPEC: a.urso@conafpec.it

Cell.: +39 333 8626822

Iscrizione Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Catania n. 1280

CF: RSURTR83E18C351Z

P.IVA: 03914990878