

**Comune  
di  
Deliceto**

**Regione  
Puglia**

**Provincia  
di  
Foggia**


Titolo:

Progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza nominale di 15,681 MWp e delle relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale, denominato "APPIANO" da realizzarsi in regime *agrovoltaico* nel comune di Deliceto (FG) alla C.da "Tremoletto".

**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**

ai sensi del D.Lgs 152/2006

- Progetto Definitivo -

Elaborato:

# RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA

Codice Interno:

**DOC.19**

Formato:

**A4**

Cod. File:

FTZK5G0\_RelazionePedoAgronomica

Scala:

**n.a.**

Codice Pratica:

**FTZK5G0**

Studio di Progettazione:


[www.progenergy.it](http://www.progenergy.it)

viale Due Giugno n. 2 - 71016 San Severo (FG)

Tel./Fax: 0882.603948

 pec: [progenergy@legalmail.it](mailto:progenergy@legalmail.it)

P.IVA: 03797240714



Progettista:

dott. Agr. Giuseppe Severino VALENTINO



Latitudine: 41° 15' 35.65" N

Longitudine: 15° 25' 44.98" E

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	01/2022	Prima emissione	dott. Agr. G. VALENTINO	Ing. Saverio LIOCE	Ing. Saverio LIOCE
1	mm/aaaa				
2	mm/aaaa				

## Sommario

<b>1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO</b> .....	3
<b>2. CARATTERISTICHE CLIMATICHE</b> .....	5
<b>3. CARATTERISTICHE DEL SUOLO</b> .....	7
<b>4. LE BASI TECNICO-SCIENTIFICHE PER LA SCELTA DELLA COLTURA IN UN PARCO AGROVOLTAICO</b> .....	12
<b>5. CENNI STORICI SULLA SUA ORIGINE E DIFFUSIONE</b> .....	16
<b>6. AGROVOLTAICO, ASPARAGO E LA LETTERATURA SCIENTIFICA</b> .....	17
<b>7. INQUADRAMENTO TASSONOMICO E CARATTERISTICHE BOTANICHE DELLA SPECIE</b> .....	22
<b>8. ESIGENZE CLIMATICHE DELLA SPECIE</b> .....	24
<b>9. ESIGENZE PEDOLOGICHE DELLA SPECIE</b> .....	25
<b>10. ESIGENZE IN ACQUA E NUTRIENTI</b> .....	25
<b>11. ASPETTI DELLA TECNICA COLTURALE</b> .....	26
<b>11.1 Rotazione</b> .....	26
<b>11.2 Impianto di una asparagiaia</b> .....	27
<b>12. EPOCA DI IMPIANTO, DENSITÀ DI IMPIANTO</b> .....	29
<b>12.1 Messa a dimora delle “zampe” in pieno campo</b> .....	29
<b>12.2 Trapianto di piantine da seme in pieno campo</b> .....	30
<b>12.3 Scelta del metodo di propagazione</b> .....	31
<b>12.4 Modalità e Densità di impianto</b> .....	33
<b>13. LAVORAZIONI DEL TERRENO PER IMPIANTO DI UNA ASPARAGIAIA</b> .....	34
<b>13.1 Costo del Trapianto</b> .....	38
<b>14. INNOVAZIONI NELLA TECNICA COLTURALE</b> .....	38
<b>14.1 Tecniche di forzatura</b> .....	38
<b>14.2 Tecniche di micorizzazione</b> .....	39
<b>15. LAVORAZIONI DEL TERRENO PER LA PREPARAZIONE DELL'ASPARAGIAIA</b> 41	
<b>16. DISERBO</b> .....	42
<b>17. CONCIMAZIONE</b> .....	46



<b>18. IRRIGAZIONE E FERTIRRIGAZIONE</b> .....	52
<b>19. DIFESA DELLA COLTURA</b> .....	62
<b>20. SFALCIO DELLA VEGETAZIONE</b> .....	65
<b>20.1 Costi per l'eliminazione parte aerea/pianta</b> .....	66
<b>21. PANORAMA VARIETALE</b> .....	67
<b>21.1 Scelta varietale</b> .....	70
<b>22. PRODUZIONE E RACCOLTA</b> .....	71
<b>22.1 Gestione post-raccolta</b> .....	73
<b>23. LE PROPRIETÀ DELL'ASPARAGO</b> .....	75
<b>24. QUALITÀ DEL PRODOTTO</b> .....	76
<b>25. TABELLA DEI COSTI IN FASE D'IMPIANTO</b> .....	77
<b>26. TABELLA RIEPILOGATIVA DEI COSTI</b> .....	78
<b>26.1 Tabella dettaglio Costi Manodopera</b> .....	79
<b>27. TABELLA DEI RICAVI</b> .....	80
<b>28. CONCLUSIONI</b> .....	81
<b>29. Bibliografia</b> .....	84



## 1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il progetto riguarda l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della **potenza nominale di 15,681 MW**, nonché di potenza di immissione in rete pari a 15,197 MW, che la **società VRD 28.4 S.R.L** intende realizzare su terreno agricolo in agro del Comune di Deliceto (FG). L'impianto fotovoltaico, denominato "APPIANO", sarà integrato (agrovoltaico) con la coltivazione di piante di asparago posizionate tra le file dei moduli fotovoltaici e con predisposizione di relativo sistema di fertirrigazione.

Il soggetto proponente ha provveduto a stipulare un contratto preliminare con la proprietà del fondo agricolo finalizzato alla concessione del diritto di superficie delle aree, ed in forza di tale titolo la società è pertanto legittimata a presentare agli enti preposti il progetto definitivo per l'ottenimento delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio del suddetto impianto. È stato altresì richiesto ed emesso da parte di TERNA S.p.A. il preventivo di connessione alla Rete Elettrica Nazionale.

La conseguente revisione al rialzo degli obiettivi previsti dal PNIEC e dal PNRR si tradurrà in un'accentuata elettrificazione, con la quota della produzione rinnovabile a copertura dei consumi elettrici destinata a salire dall'attuale 55% a circa il 65%, come indicato anche dal "2030 Climate target plan" della Commissione europea. Conseguentemente, le rinnovabili elettriche dovranno grosso modo contribuire per il 70% al mix produttivo (nel 2019 era il 39,8%). Per raggiungere gli obiettivi del 2030 dovremo installare circa 70 GW di rinnovabili, il che significa installare circa 6 GW



all'anno. Per avere un'idea del cambio di marcia richiesto, si consideri che nel corso del 2020, anno della pandemia, le installazioni di rinnovabili in Italia – a differenza di quanto avvenuto in molti paesi – sono rallentate, con 784 MW di nuova potenza installata e un calo di oltre il 35% rispetto al 2019. In questa prospettiva sarà fondamentale il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico, dato che in larghissima misura il gap dovrà essere coperto da nuova capacità fotovoltaica.

Ovviamente sarà necessario massimizzare le installazioni fotovoltaiche su coperture di edifici, opzione con effetti positivi non solo per la mancata occupazione di suolo e per un percorso autorizzativo più agevole ma anche per la vicinanza dell'impianto alla domanda di energia elettrica, con benefici anche nei riguardi della rete elettrica.

Tuttavia, si stima che il potenziale realisticamente installabile entro il 2030 è pari a 15-20 GW su coperture di tipo residenziale, industriale, commerciale e infrastrutturale, a patto che vengano rese permanenti le attuali detrazioni fiscali per l'edilizia residenziale e i superammortamenti per quella industriale, e che si realizzino anche forme capillari d'informazione, capaci di sensibilizzare la miriade di soggetti economici e sociali potenzialmente interessati alla realizzazione degli interventi richiesti.

Pertanto da qui al 2030 circa il 50% della nuova capacità fotovoltaica da installare dovrà essere realizzata a terra con impianti fotovoltaici utility scale, cioè di taglia sufficiente a renderli competitivi senza il sostegno di incentivi e/o con ridotte misure di sostegno in grado di garantire la bancabilità degli investimenti.



## 2. CARATTERISTICHE CLIMATICHE

La posizione geografica e l'altitudine di Deliceto (distante dal mare oltre 60 km) incidono notevolmente sulle caratteristiche climatologiche del suo territorio comunale. Esso è in linea con quello definito per l'Ambito di Paesaggio n. 2. **"Monti Dauni"** - Figura Territoriale e Paesaggistica (n. 2.4) **"I Monti Dauni Meridionali"**: per effetto della barriera appenninica, il clima è tipicamente continentale, con inverni freddi e piovosi ed estati miti.

AMBITI DI PAESAGGIO	FIGURE TERRITORIALI E PAESAGGISTICHE (UNITA' MINIME DI PAESAGGIO)
1. Gargano	1.1 Sistema ad anfiteatro dei laghi di Lesina e Varano
	1.2 L'altopiano carsico
	1.3 La costa alta del Gargano
	1.4 La Foresta umbra
	1.5 L'altopiano di Manfredonia
2. Monti Dauni	2.1 La bassa valle del Fortore e il sistema dunale
	2.2 La Media valle del Fortore e la diga di Occhito
	2.3 I Monti Dauni settentrionali
	2.4 I Monti Dauni meridionali
3. Tavoliere	3.1 La piana foggiana della riforma
	3.2 Il mosaico di San Severo
	3.3 Il mosaico di Cernigola
	3.4 Le saline di Margherita di Savoia
	3.5 Lucera e le serre dei Monti Dauni
	3.6 Le Marane di Ascoli Satriano
4. Ofanto	4.1 La bassa Valle dell'Ofanto
	4.2 La media Valle dell'Ofanto
	4.3 La valle del torrente Locone
5. Puglia centrale	5.1 La piana olivicola del nord barese
	5.2 La conca di Bari ed il sistema radiale delle lame
	5.3 Il sud-est barese ed il paesaggio del frutteto
6. Alta Murgia	6.1 L'altopiano murgiano
	6.2 La Fossa Bradanica
	6.3 La sella di Gioia
7. Murgia dei trulli	7.1 La Valle d'Itria
	7.2 La piana degli uliveti secolari
	7.3 I boschi di fragno della Murgia bassa
8. Arco Jonico tarantino	8.1 L'anfiteatro e la piana tarantina
	8.2 Il paesaggio delle gravine ioniche
9. La campagna brindisina	9.1 La campagna brindisina
10. Tavoliere salentino	10.1 La campagna leccese del ristretto e il sistema di ville suburbane
	10.2 La terra dell'Arneo
	10.3 Il paesaggio costiero profondo da S. Cataldo agli Alimini
	10.4 La campagna a mosaico del Salento centrale
	10.5 Le Murge tarantine
11. Salento delle Serre	11.1 Le serre ioniche
	11.2 Le serre orientali
	11.3 Le serre occidentali
	11.4 Il Bosco del Belvedere

**Ambiti di Paesaggio e Figure Territoriali e Paesaggistiche – Regione Puglia.**

L'area interessata all'impianto agrovoltaiico invece presenta parametri climatici più in linea con l'Ambito di Paesaggio n. 3. **Tavoliere** / Figura Territoriale e Paesaggistica (n. 3.5) **"Lucera e le Serre**



**dei Monti Dauni”**. Pertanto, le condizioni climatiche riferibili all’area interessata dall’impianto sono di tipo mediterraneo, temperato, con estati calde e siccitose, autunni ed inverni miti ed umidi, durante i quali si concentrano la maggior parte delle precipitazioni. Come desumibile dalla Fig. 1, la temperatura media annuale è pari a 15.9 °C; temperatura minima oscillante tra 3-18 °C; temperatura massima nel range 12-32 °C; estati calde (temperatura media 23.2 °C; temperatura massima 32 °C in Luglio). Rilevante durante tutto il corso dell'anno è l'elevato grado di umidità (compresa tra il 61% in luglio e l’81% in dicembre).

La piovosità media annua è di 533 mm, in linea con la media annua regionale. Le precipitazioni piovose sono concentrate nel periodo da settembre a marzo (>40 mm di pioggia, media mensile).



Clima Castelluccio dei Sauri - Medie climatiche								Clima Ascoli Satriano - Medie climatiche									
Regione		Provincia		Comune/Località		Cerca		Regione		Provincia		Comune/Località		Cerca			
Puglia		Foggia (FG)		Castelluccio dei Sauri		<input type="text"/>		Puglia		Foggia (FG)		Ascoli Satriano		<input type="text"/>			
OGGI A CASTELLUCCIO DEI SAURI								OGGI AD ASCOLI SATRIANO									
Meteo	Webcam	Video	Foto	Archivio	Aria	Viabilità	Percorsi	Mappa	Meteo	Webcam	Video	Foto	Archivio	Aria	Viabilità	Percorsi	Mappa
Mese	T min	T max	Precip.	Umidità	Vento	Eliofania			Mese	T min	T max	Precip.	Umidità	Vento	Eliofania		
Gennaio	3 °C	12 °C	42 mm	80 %	n/d	4 ore			Gennaio	3 °C	12 °C	42 mm	80 %	n/d	4 ore		
Febbraio	3 °C	13 °C	41 mm	77 %	n/d	5 ore			Febbraio	3 °C	13 °C	41 mm	77 %	n/d	5 ore		
Marzo	5 °C	15 °C	43 mm	74 %	n/d	5 ore			Marzo	5 °C	15 °C	43 mm	74 %	n/d	5 ore		
Aprile	7 °C	19 °C	36 mm	71 %	n/d	7 ore			Aprile	7 °C	19 °C	36 mm	71 %	n/d	7 ore		
Maggio	11 °C	24 °C	37 mm	69 %	n/d	8 ore			Maggio	11 °C	24 °C	37 mm	69 %	n/d	8 ore		
Giugno	15 °C	28 °C	36 mm	65 %	n/d	9 ore			Giugno	15 °C	28 °C	36 mm	65 %	n/d	9 ore		
Luglio	18 °C	32 °C	26 mm	61 %	n/d	11 ore			Luglio	18 °C	32 °C	26 mm	61 %	n/d	11 ore		
Agosto	18 °C	31 °C	27 mm	64 %	n/d	10 ore			Agosto	18 °C	31 °C	27 mm	64 %	n/d	10 ore		
Settembre	15 °C	28 °C	46 mm	68 %	n/d	8 ore			Settembre	15 °C	28 °C	46 mm	68 %	n/d	8 ore		
Ottobre	11 °C	22 °C	53 mm	74 %	n/d	6 ore			Ottobre	11 °C	22 °C	53 mm	74 %	n/d	6 ore		
Novembre	7 °C	17 °C	53 mm	79 %	n/d	5 ore			Novembre	7 °C	17 °C	53 mm	79 %	n/d	5 ore		
Dicembre	4 °C	13 °C	57 mm	81 %	n/d	4 ore			Dicembre	4 °C	13 °C	57 mm	81 %	n/d	4 ore		
Archivio meteo • Consulta anche l'archivio dei dati storici rilevati giorno per giorno Medie mensili riferite agli ultimi 30 anni, basate sui dati della stazione di Foggia-Amendola								Archivio meteo • Consulta anche l'archivio dei dati storici rilevati giorno per giorno Medie mensili riferite agli ultimi 30 anni, basate sui dati della stazione di Foggia-Amendola									

**Fig. 1 – Clima – medie trentennali di paesi limitrofi a Deliceto**

Fonte da: il portale [ilmeteo.it](http://www.ilmeteo.it), medie climatiche ultimi 30 anni, <https://www.ilmeteo.it/portale/medie-climatiche/castellucciodeisauri>; <https://www.ilmeteo.it/portale/medie-climatiche/ascolisatriano>;

### 3. CARATTERISTICHE DEL SUOLO

Premessa: il concetto guida della *Land Capability* non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine nella scelta di particolari colture, quanto alle **limitazioni** da questo presentate nei confronti di un uso agricolo generico. Le limitazioni derivano dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito.



Le caratteristiche di fertilità chimica del suolo (pH, sostanza organica, salinità, saturazione in basi) insieme ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), determinano il grado di intensità della limitazione, differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.)

La "*Land Capability Classification*" individua otto classi principali con successive sottoclassi, che possono essere introdotte liberamente in base al tipo ed alla gravità delle limitazioni (Fig. 2a, 2b).

Le **prime quattro classi** indicano suoli adatti all'attività agricola (*suoli arabili*), pur presentando limitazioni crescenti, mentre nelle classi dalla V alla VII sono inclusi i suoli inadatti a tale attività, ma dove è ancora possibile praticare la selvicoltura e la pastorizia. I suoli della VIII classe possono essere destinati a soli fini ricreativi e conservativi (Fig. 2a, 2b).

Le limitazioni d'uso servono a determinare la classe di capacità (Fig. 3).

La classe viene individuata in base al fattore più limitante; all'interno della classe è possibile indicare il tipo di limitazione all'uso agricolo o forestale, con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano (es. VI<sub>s1c12</sub>) che identificano se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe di appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), a rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c). La classe I non ha sottoclassi perché raggruppa suoli che presentano solo minime limitazioni nei principali utilizzi (Fig. 4).

**Fonte: Land Capability Classification dell'U.S.D.A. (U.S., Klingebiel and Montgomery, 1961).**



Classe	Descrizione	Arabilità
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	SI
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e della potenzialità; ampia scelta delle colture	SI
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	SI
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture e limitate a quelle idonee alla protezione del suolo.	SI
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foreste o con pascolo razionalmente gestito.	NO
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	NO
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfa, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	NO
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità ecc.	NO

Fig. 2a - Classi di capacità d'uso.

Classi di capacità d'uso	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Coltivazioni agricole			
			Limitato	Moderato	Intenso	Limitate	Moderate	Intensive	Molto intensive
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

Fig. 2b - Classi di capacità d'uso.



Classe	Profondità utile per le radici (cm)	Lavorabilità	Pietrosità superficiale e/o rocciosità	Fertilità	Salinità	Disponibilità di ossigeno	Rischio di inondazione	Pendenza	Rischio di franosità	Rischio di erosione	Interferenza climatica
I	>100	facile	<0,1% e assente	buona	<=2 primi 100 cm	buona	nessuno	<10%	assente	assente	nessuna o molto lieve
II	>50	moderata	0,1-3% e assente	parz. buona	2-4 (primi 50 cm) e/o 4-8 (tra 50 e 100 cm)	moderata	raro e <=2gg	<10%	basso	basso	lieve
III	>50	difficile	4-15% e <2%	moderata	4-8 (primi 50 cm) e/o >8 (tra 50 e 100 cm)	imperfetta	raro e da 2 a 7 gg od occasionalmente e <=2gg	<35%	basso	moderato	Moderata (200-700m)
IV	>25	m. difficile	4-15% e/o 2-10%	bassa	>8 primi 100 cm	scarsa	occasionale e >2gg	<35%	moderato	alto	da nessuna a moderata
V	>25	qualsiasi	<16% e/o <11%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	frequente	<10%	assente	assente	da nessuna a moderata
VI	>25	qualsiasi	16-50% e/o <25%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	<70%	elevato	molto alto	Forte (700-1700m)
VII	>25	qualsiasi	16-50% e/o 25-50%	m. bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	≥ 70%	molto elevato	qualsiasi	Forte (700-1700m)
VIII	<=25	qualsiasi	>50% e/o >50%	qualsiasi	qualsiasi	Molto scarsa	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	Molto forte (>1700m)

**Fig. 3 - Classi di capacità d'uso e unità (IIs)**

<b>s</b>	<b>limitazioni dovute al suolo</b> <i>s1- profondità utile per le radici</i> <i>s2- lavorabilità</i> <i>s3- pietrosità superficiale</i> <i>s4- rocciosità</i> <i>s5- fertilità</i> <i>s6- salinità</i>
<b>w</b>	<b>limitazioni dovute all'eccesso idrico</b> <i>w1- disponibilità di ossigeno per le radici delle piante</i> <i>w2- rischio di inondazione</i>
<b>e</b>	<b>limitazioni dovute al rischio di erosione</b> <i>e1- inclinazione del pendio</i> <i>e2- rischio di franosità</i> <i>e3- rischio di erosione</i>
<b>c</b>	<b>limitazioni dovute al clima</b> <i>(c1- rischio di deficit idrico)</i> <i>c2- interferenza climatica</i>

**Fig. 4 - Sottoclassi e unità**

La capacità d'uso dei suoli del territorio di Deliceto è piuttosto differenziata. Se consideriamo le aree più acclivi montane ricadenti nella Figura Territoriale e Paesaggistica (n. 2.4) **"I Monti Dauni**

**Meridionali”** - Ambito di Paesaggio n. 2 – **Monti Dauni**, usualmente adibite a pascolo, troviamo suoli di quarta classe di capacità d’uso con notevoli limitazioni all’utilizzazione agricola, causate soprattutto dalla forte pendenza che limita la meccanizzazione e favorisce i processi erosivi. In alcuni casi è la pietrosità, la rocciosità o il modesto spessore dei suoli a rendere quasi impraticabile l’utilizzazione agricola. Se consideriamo i suoli delle superfici collinari ricadenti nella Figura Territoriale e Paesaggistica (n. 3.5) **“Lucera e le Serre dei Monti Dauni”** - Ambito di Paesaggio n. 3 – **“Tavoliere”**, le condizioni sono migliori: i suoli sono più pianeggianti e fertili, e si presentano più adatti all’utilizzazione agricola, rendendo necessarie saltuariamente modeste pratiche di conservazione.

Il suolo dell’area investita nel Progetto è riferibile alla tipologia dei suoli descritti per l’Ambito di Paesaggio n. 3 **Tavoliere**, nello specifico per la Figura Territoriale e Paesaggistica (n. 3.5) **“Lucera e le Serre dei Monti Dauni”**. Dall’esame dei parametri rilevati nell’area interessata all’impianto, si deduce che il suolo rispecchia le caratteristiche previste per la II classe (IIs), quindi “suoli che presentano moderate limitazioni, che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative, dove la limitazione consiste in caratteristiche negative del suolo”.

Il terreno dell’area interessata all’impianto si presenta abbastanza pianeggiante e di ottima tessitura, perché trattasi di terreni di tipo alluvionale, dotati di fertilità buona, di medio impasto e buona struttura, con una buona e naturale dotazione di sostanza organica, di macro e microelementi, con reazione da neutra a leggermente acida.



La quota e la pendenza dell'area investita nel Progetto non rappresentano un limite culturale. Non essendoci forti precipitazioni e in assenza di fenomeni di erosione in quanto trattasi di terreni pianeggianti, l'area non presenta aspetti negativi alla realizzazione dell'impianto agrovoltatico.

#### **4. LE BASI TECNICO-SCIENTIFICHE PER LA SCELTA DELLA COLTURA IN UN PARCO AGROVOLTAICO**

Occorre sottolineare due importanti condizioni che permettono di considerare il sistema produttivo orticolo *performante* anche in un parco agrovoltatico:

- le piante sono dotate di una grande capacità di adattamento (si intende un adattamento morfologico e fisiologico delle foglie) a condizioni di ombreggiamento (paziale/temporaneo) del manto vegetale, determinate dalla presenza dei pannelli fotovoltaici e delle le strutture di sostegno;
- le condizioni climatiche comportano nel periodo estivo intensità luminose molto elevate tali che, superata una certa soglia, l'efficienza fotosintetica non aumenta proporzionalmente, e l'incremento della temperatura compromette i processi fisiologici della cellula vegetale.

L'analisi dei sistemi colturali orticoli e le relative valutazioni produttive ed economiche, ha portato a definire tra le colture orticole l'asparago (*Asparagus officinalis* L.) come quella con le maggiori potenzialità esprimibili in un modello di "consociazione" tra agricoltura e sistemi fotovoltaici su suolo.



Al momento in letteratura non sono presenti esperienze consolidate di coltivazione in pieno campo di asparago nel sistema agrovoltaiico, ma alcuni presupposti lasciano ben pensare che questa coltura orticola possa essere presa in considerazione come coltura di riferimento nel sistema agrovoltaiico per gli ambienti mediterranei.

A massimizzare la produzione agricola con quella elettrica intervengono alcuni fattori:

- A) la buona interazione tra le esigenze colturali e le condizioni ambientali, che il sistema agrovoltaiico comporta;
- B) rilevanza produttiva ed economica che contraddistingue la coltura orticola negli ambienti mediterranei, in particolare in Puglia e in provincia di Foggia.

A1) **Esigenze in luce.** Il consistente ombreggiamento dei pannelli fotovoltaici implicherebbe la esclusione delle colture a sviluppo molto limitato in altezza come ad esempio le colture erbacee/orticole, ipotizzandone un calo delle *performance* produttive e una relativa minore efficienza nello sfruttamento dei suoli messi a disposizione del parco agrovoltaiico. Ma, tra le colture orticole, la coltura dell'asparago presenta una parte aerea che si sviluppa a quote da terra in media molto più alte delle restanti colture di ortaggi, assicurandone un maggior sfruttamento della risorsa radiativa. Inoltre l'asparago è una specie orticola in grado di tollerare le condizioni di ombreggiamento (temporaneo) assicurando una produzione edule (turione) sufficientemente paragonabile a quella che avrebbe in regime ordinario.



A2) **Esigenze in lavorazioni del terreno.** La coltura dell'asparago è una coltura poliennale, pertanto non necessita di lavorazioni del suolo ripetute durante l'anno, fatta eccezione per la preparazione del terreno in pre-trapianto di piantine da seme e/o di "zampa" (quest'ultima botanicamente è un fusto modificato contenente gemme con annesso apparato radicale). Alla luce di questo, lo spazio a disposizione della coltura compreso tra i moduli solari non rappresenterebbe una fattore limitante.

A3) **Apparato radicale.** La pianta di asparago, a differenza della gran parte delle specie orticole, è dotata di un apparato fascicolato che garantisce più elevate potenzialità di esplorazione ed espansione degli apparati radicali di altre colture erbacee/orticole (dotate di apparato fittonante), potendo meglio sfruttare le risorse minerali e idriche comprese nello spazio di suolo tra i moduli solari e con ogni probabilità nello spazio di suolo al di sotto degli stessi.

A4) **Genotipo.** Negli ultimi decenni la coltivazione dell'asparago si è avvantaggiata di un intenso lavoro di miglioramento genetico. Oltre al vantaggio di ampliare la scelta varietale, il fattore "genotipo" ci permette di dichiarare che vi sono presupposti per considerare questa "consociazione" (aspargicoltura + fotovoltaico) vincente. Il lavoro di miglioramento genetico ha portato alla costituzione di ibridi di sole piante maschili, le cui caratteristiche (più produttivi, più precoci, più longevi e capaci di dare un prodotto molto uniforme, ma soprattutto elevata capacità a stress biotici e abiotici) li rendono performanti anche in un contesto ambientale generato dal sistema agrovoltaico.



B) La Puglia si pone al primo posto tra le regioni italiane per la produzione di ortaggi in pieno campo con oltre il 20% del totale (Istat, 2021), come pomodoro da industria, carciofo (con una percentuale sulla produzione nazionale compresa tra il 30 e il 50 per ciascuna coltura), ma anche finocchio, lattuga, cavolo broccolo, patata primaticcia e **asparago** (con una percentuale sulla produzione nazionale compresa tra il 20 e il 30 per ciascuna coltura). Confrontando la diffusione dell'orticoltura tra le diverse aree regionali, spicca la provincia di Foggia con oltre il 49% della superficie regionale (Istat, 2021). Quindi, nel contesto regionale, **la provincia di Foggia** si caratterizza per una spiccata vocazione pedoclimatica e per tradizione orticola. Questo ha determinato nel tempo una specializzazione di un'ampia gamma di specie, con elevati livelli produttivi e qualitativi, detenendo il primato per il pomodoro da industria, alcune ortive appartenenti alla famiglia delle *Brassicaceae*, finocchi e **asparago**.

La coltivazione dell'asparago si è molto diffusa nel foggiano dagli inizi degli anni '80, arrivando ad interessare oggi oltre 1.800 ha con la produzione di 120.000 q (Istat, 2021). In ambito locale quindi esiste giusta competenza per svolgere in modo ottimale l'attività. Si rammenta che in Italia in totale sono coltivati 6.245 ha (con una produzione totale di 348.000 q). Pertanto la regione Puglia ricopre il 30% della superficie italiana di asparago (Istat, 2021). A livello provinciale, l'elevata vocazionalità per questa coltura si deduce bene dai dati statistici.

La provincia di Foggia si contraddistingue in particolare per la produzione di **asparago verde**, e può essere considerata il più importante bacino di produzione per questa tipologia a livello nazionale ed europeo. Si ricorda che l'Italia è il terzo produttore a livello europeo, dopo Germania e Spagna, ma



queste ultime coltivano la tipologia a turione bianco, pertanto, l'Italia è leader per il prodotto della tipologia verde. Inoltre, il prodotto pugliese è in prevalenza un prodotto biologico.

Questa coltivazione per i produttori orticoli rappresenta una fonte redditizia grazie ad una elevata produzione lorda vendibile ad ettaro e a prezzi di vendita remunerativi. Si aggiunge che negli ultimi anni vi è stato un consumo del prodotto verde in forte ascesa a livello locale e nazionale.

Istat, 2021. [https://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP\\_COLTIVAZIONI#](https://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP_COLTIVAZIONI#)

Faostat. [www.fao.org](http://www.fao.org). consultato il 10.10.2021

Sinab. [www.sinab.it](http://www.sinab.it). [Sistema di Informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica](#).

## **5. CENNI STORICI SULLA SUA ORIGINE E DIFFUSIONE**

L'asparago è una pianta originaria del Medio Oriente, con molta probabilità della Mesopotamia. Da millenni è presente in tutto il bacino del Mediterraneo; vi sono testimonianze dell'uso di questa specie sin dal III secolo A.C., ma è verso la fine del Medio Evo che la sua coltivazione ha avuto inizio su larga scala grazie alla dieta pressoché vegetariana condotta nei monasteri. Con la scoperta del Nuovo Mondo ha trovato ampia espansione.

A livello mondiale i maggiori produttori di asparago sono Cina, Perù (primo player mondiale in termini di export), Messico, Stati Uniti e Sudafrica; in Europa, Germania (di gran lunga il principale produttore ed importatore europeo), Spagna (principale esportatore in Europa), Italia e Francia.



Nel dettaglio, a livello mondiale, l'offerta italiana di asparago si posiziona al 6° posto, preceduta da Cina, Perù, Messico, Germania e Spagna, mentre in Europa si posiziona al terzo posto, preceduta da Germania e Spagna. Al mondo, complessivamente, sono stati impiantati 1.559.426 ettari di asparago che hanno prodotto 8.950.306 tonnellate (Faostat, 2017).

La principale regione italiana produttrice di asparago è la Puglia (30% della superficie totale), con produzione di "asparago verde". Segue il Veneto, con una produzione prevalente di asparago bianco. A livello regionale, è la Provincia di Foggia ad essere dotata di una spiccata vocazione pedoclimatica per la coltivazione dell'asparago verde (Istat, 2021).

La tradizione mediterranea preferisce asparagi verdi, mentre nell'Europa del Nord e nel Nord Italia domina la preferenza per gli asparagi bianchi.

## 6. AGROVOLTAICO, ASPARAGO E LA LETTERATURA SCIENTIFICA

A tutt'oggi in letteratura scientifica pochi studi sperimentali presentano la classificazione delle colture agrarie per la tolleranza alla copertura con pannelli fotovoltaici.

Un interessante lavoro di *Obergfell* svolto nel 2013 presenta una sintetica classificazione delle colture in "non adatte" (modesta copertura, forte riduzione di resa), "poco adatte", "adatte" (l'ombreggiatura non provoca alcuna variazione di resa) e "molto adatte" (l'ombreggiatura provoca effetti positivi sulle rese). Però in questo lavoro, la coltura dell'asparago non è stata oggetto di valutazione.



Sono stati condotti numerosi studi sperimentali, come si può evincere da Toledo e Scognamiglio (2021), sulla riduzione di produzione (variabile tra 10% e 32%) di diverse specie erbacee - tra cui orticole (pomodoro, lattuga, fragola, spinacio, peperone) e vaseria fiorita (petunia, ciclamino) - allevate in combinazione con pannelli fotovoltaici, ma in impianti “serricoli” (tabella sotto). In realtà, la letteratura sulla risposta di specie agrarie in sistema “serricolo” con fotovoltaico è molto ampia, probabilmente perché è un sistema sostenibile da tempo incentivato dalle politiche green, quindi collaudato, pertanto ad oggi i dati statistico-sperimentali sono già disponibili.

**Table 3.** Studies where yield reductions or quality of plants of different species are not affected significantly by the coverage of opaque PV modules integrated into the greenhouse’s roof.

% PV Roof	Plant	Reference
32%	Berry	[54]
26%	Strawberry	[55,56]
25%	Wild rocket	[57]
22%	Pepper	[58]
20%	Pepper	[59,60]
20%	Lettuce	[61–64]
20%	Flowers ( <i>iberis, cyclamens and petunias</i> )	[65]
20%	Tomato	[66]
10%	Tomato	[67–70]

*Fonte: Toledo, C.; Scognamiglio, A. Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). Sustainability 2021, 13, 6871.*

Di contro, dati ufficiali di sperimentazione per colture agrarie allevate in presenza di impianti fotovoltaici su suolo, non sono disponibili, in relazione al fatto che l’agrovoltaico è di più recente introduzione.

Da un’attenta ricerca bibliografica è emerso che alcuni dati sperimentali in merito alla “consociazione” di cui sopra, iniziano ad essere pubblicati, come ad esempio la recente



pubblicazione che riporta la risposta fisio-produttiva di una specie orticola a ciclo breve (lattuga) in conduzione agrovoltaica in Spagna (Carreño-Ortega, 2021). Il lavoro di Carreño-Ortega afferma che in regioni climatiche con alti livelli irradiativi e di temperatura, è possibile sfruttare lo stesso spazio per la produzione di energia e per la coltivazione di specie erbacee come la lattuga. L'utilizzo di pannelli fotovoltaici, a seconda della loro struttura/disposizione (quindi percentuali diverse di shading), ha comportato buoni risultati per la lattuga; in particolare, la modalità con il 22% ombreggiatura, ha determinato un aumento di produttività della coltura in termini di peso fresco, sostanza secca, numero di foglie, altezza del cespo, sostanza secca delle radici (Foto sotto).



*Fonte: Carreño-Ortega, A.; do Paço, T.A.; Díaz-Pérez, M.; Gómez-Galán, M. Lettuce Production under Mini-PV Modules Arranged in Patterned Designs. Agronomy 2021, 11, 2554.*



Al momento però pare che di nessuna esperienza sperimentale di coltura poliennale come l'asparago siano disponibili le risposte produttive, fisiologiche e qualitative in impianto agrovoltaiico. Sia a livello nazionale che europeo, sono già disponibili risposte di coltivazione su scala commerciale di specie agrarie in impianti agrovoltaiici a terra, ma trattasi di agrumi o di specie erbacee con esigenze fisiologiche e colturali distanti da quelle tipiche degli ortaggi ed in particolare dell'asparago. Trattasi infatti di agrumi (Spagna), mais-grano (Nord Italia) o lampone (Olanda), che è una specie erbacea orticola ma di sottobosco, quindi con basse esigenze di luminosità, tanto da temere l'eccessiva esposizione solare.

(Fonte: <https://remtec.energy/agrovoltaiico>; Sun'Agri Agrivoltaism. <https://sunagri.fr/en/>; REM Tec Agrovoltaiico. <https://remtec.energy/en/agrovoltaiico>; BayWa, r.e. Agri-PV).

A livello mondiale, alcuni progetti (India, Malesia, foto) hanno raggiunto il mercato, ma nessuno di essi coltiva specie orticole intensive.



(a) ICAR-Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur (India)



(b) Aravali foothills, north Gujarat state (India)



(c) Hybrid Agrivoltaic System Showcase, Putra University (Malaysia)



Da stampa internazionale e nazionale si apprende che i piani agronomici dei nuovi progetti prevedono l'utilizzo di diverse tipologie di colture, come agrumi, piante officinali, aromatiche, medicinali, ma anche zafferano ed aloe vera (cosmesi), soprattutto in zone fortemente vocate a tali coltivazioni; inoltre, piante da foraggio, piante floreali e mellifere.

L'Enel Green Power punta anche alla coltivazione in agrovoltaco di specie alimentari come ortaggi e zafferano (Lazio), erbe, foraggio e cucurbitacee (Umbria). Il costituendo progetto AgroSolar prevedrà un impianto agrovoltaco da 48,5 MW nel Comune di Montalto di Castro (VT) con la coltivazione di asparago.

L'allestendo Progetto "Campo Agrosolare Pontinia" nel Lazio (Soarfield Srl) prevede la realizzazione di un impianto con una potenza di 70 MW su una superficie di 130 ettari. Si tratta di uno dei più importanti impianti in fase di realizzazione sia a livello nazionale che europeo, sito all'interno di un'azienda storica di coltivazione di ortaggi a livello intensivo (ortaggio da frutto come meloni, da foglia, a fusto, da radici, bulbi e tuberi in pieno campo) nell'Agropontino, presso la Tenuta Mazzocchio (fonte: sito internet di EF Solare Italia, di Enel Green Power, Solarfield srl - <https://www.ilnuovoagricoltore.it/finalita-dellagro-fotovoltaico-e-alcuni-esempi-di-impianti>).

Pertanto, in essere vi è una progettualità volta alla coltivazione di ortaggi (asparago incluso) in agrovoltaco di cui nei prossimi anni saranno disponibili le risposte produttive in relazione alla "consociazione" con pannelli fotovoltaici su base statistico-sperimentale.





Esempi di “consociazione” del fotovoltaico con delle coltivazioni

## **7. INQUADRAMENTO TASSONOMICO E CARATTERISTICHE BOTANICHE DELLA SPECIE**

Il nome scientifico dell'asparago è *Asparagus officinalis* L., specie erbacea poliennale, appartenente alla famiglia delle Liliaceae. Si ricorda che al genere *Asparagus* sono ascritte oltre 240 specie, tra cui la *officinalis* L., asparago coltivato. Tradizionalmente si consumano nelle regioni mediterranee i turioni della specie selvatica (*Asparagus acutifolius* L), chiamata asparago selvatico o asparago spinoso, presente in prossimità di boschi e luoghi incolti.

L'asparago coltivato è una pianta dioica, per cui si individuano piante maschili con fiori maschili e piante femminili con fiori femminili. Entrambe formano i turioni che emergono dalla parte ipogea



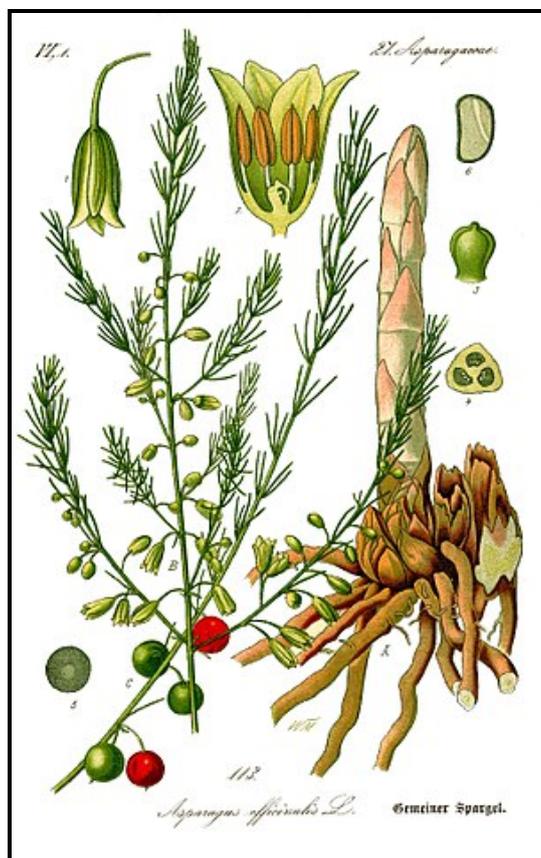
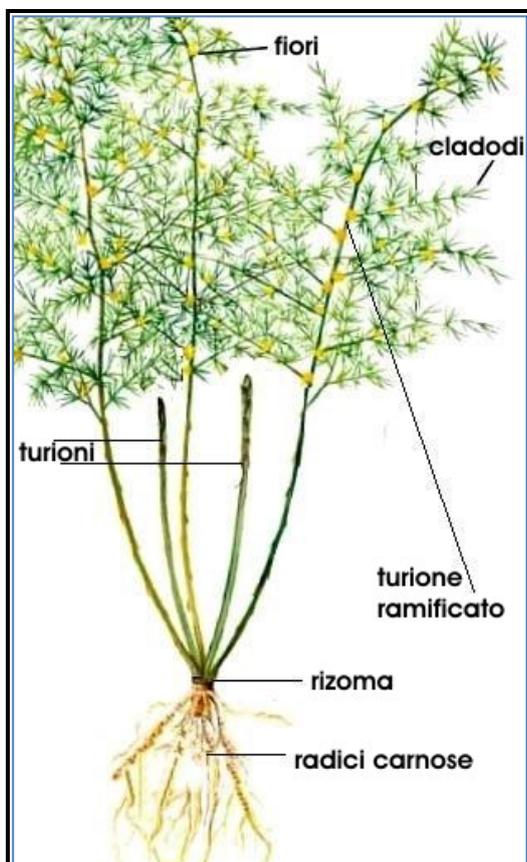
della pianta (rizoma o “zampa”, fusto metamorfosato dotato di gemme e radici). I turioni rappresentano l'organo edule; botanicamente sono germogli, carnosi, di colore e taglia variabile a seconda del genotipo, della tecnica colturale e delle condizioni pedoclimatiche.

La pianta maschile è più vigorosa, precoce e produttiva rispetto a quella femminile, ma produce turioni più sottili. Morfologicamente si compone di un fusto (o caule) eretto con numerosi esili ramoscelli, foglie e fiori di piccole dimensioni e di frutti della dimensione di un seme di pisello.

I fiori solitari, piccoli, giallo-verdastri, sono posti in posizione ascellare, quelli delle piante maschili sono di dimensioni maggiori rispetto a quelli femminili. La fioritura avviene durante i primi mesi estivi, alle nostre latitudini a fine giugno, e dura circa due settimane. Dai fiori femminili fecondati (impollinazione entomofila), si formano i frutti, piccole bacche globose di colore rosso vermiglio a maturazione, contenenti 3-6 piccoli semi neri e duri (peso 1.000 semi pari a circa 20 g).

L'apparato radicale (rizomatoso) è costituito da due tipi di radici: a) apparato radicale principale, formato da radici disposte a raggiera, carnose, cilindriche, prive di ramificazioni, a sviluppo orizzontale, che fungono da organo di riserva per generare nuovi germogli/fusti; b) apparato radicale secondario, formato da radici fibrose e più sottili, presenti lungo le radici principali e specialmente nella parte terminale, con funzione di assorbimento. Il turione, proveniente dalle gemme del rizoma “zampa”, è un germoglio che se non fosse raccolto darebbe origine ad un nuovo fusto.





## 8. ESIGENZE CLIMATICHE DELLA SPECIE

L'asparago è una pianta rustica, con una notevole capacità di adattamento a condizioni climatiche diverse, questo confermato dalla sua ampia diffusione.

Le porzioni radicali, ben protette sottoterra, possono superare condizioni di temperatura molto bassa. È una specie che tollera molto bene il freddo ma resiste anche alla siccità, sebbene l'apporto irriguo sia da considerarsi indispensabile per puntare a produzioni adeguate.

Di certo è una specie che teme i ritorni di freddo. I turioni iniziano ad accrescersi e a svilupparsi a fine inverno, quando la temperatura a livello del suolo è in aumento (>10-12 °C) ed è solo in seguito



a questo innalzamento delle temperature che prende avvio la migrazione delle sostanze nutritive dal rizoma “zampa” alle gemme che produrranno i turioni. Quindi, il ritorno di freddo a fine inverno ritarderebbe la crescita dei turioni e ne comprometterebbe produzione e qualità.

## **9. ESIGENZE PEDOLOGICHE DELLA SPECIE**

L'apparato radicale, essendo costituito da una struttura rizomatosa, esplora il terreno fino a superare il metro di profondità, per cui la pianta si avvantaggia di terreni profondi, ben areati, sciolti, ben drenati e di tessitura media o tendenzialmente leggera (franco-sabbiosa). Se i terreni sono fertili, privi di erbe infestanti perenni e a reazione tendenzialmente sub-acida (ph 7-7,5), le condizioni risultano ancor più favorevoli.

La specie ha una notevole tolleranza alla salinità dei terreni, ne è una testimonianza la sua coltivazione in aree costiere; inoltre non predilige terreni pesanti e soprattutto terreni soggetti a ristagno idrico.

## **10. ESIGENZE IN ACQUA E NUTRIENTI**

Il fabbisogno idrico di questa specie è piuttosto elevato con picchi di consumo nel periodo estivo quando le piante ricostituiscono le riserve asportate con la raccolta dei turioni, avvenuta da marzo a maggio.



È molto esigente anche in termini di nutrienti, in considerazione delle forti asportazioni di nutrienti che l'asparago produce a spese del terreno stesso, quindi, la fertilità del terreno ha un ruolo fondamentale in una coltivazione di pregio.

## 11. ASPETTI DELLA TECNICA COLTURALE

### 11.1 Rotazione

La coltura dell'asparago è poliennale e può permanere nel terreno anche fino a 20 anni (normalmente 10/12 anni). Le fasi del ciclo possono essere così suddivise: a) *fase vegetativa* - allevamento delle piante (primi due anni) caratterizzato da un forte sviluppo vegetativo; b) *fase di produttività crescente* (terzo e quarto anno) corrispondente ai primi due anni di raccolta; c) *produttività stabile* (dal quarto al dodicesimo anno); d) *produttività decrescente* (dal dodicesimo al ventesimo anno). Alla luce di quanto esposto, le asparagie entrano in produzione al terzo anno e rimangono in campo per una durata di 10-12.

A causa della sua poliannualità, la coltivazione dell'asparago non può essere inserita nelle rotazioni agrarie. Nei nostri comprensori, l'impianto di asparago solitamente è preceduto da cereali vernini. Si sconsiglia di far seguire l'asparago a se stesso, per gli attacchi di "rizottoniosi" che possono verificarsi in seguito; in generale, è considerata una specie "miglioratrice" per le lavorazioni abbastanza profonde (circa 60 cm) eseguite all'impianto, per le concimazioni organiche e le sarchiature che richiede annualmente.



## 11.2 Impianto di una asparagiaia

L'impianto di un'asparagiaia può essere effettuato in più modi, a seconda del materiale riproduttivo:

**(a) semina diretta** (materiale riproduttivo: seme); **(b) messa a dimora delle piantine commercializzate in contenitore** (materiale riproduttivo: seme); **(c) messa a dimora della "zampa"** (materiale riproduttivo: rizoma + radici).

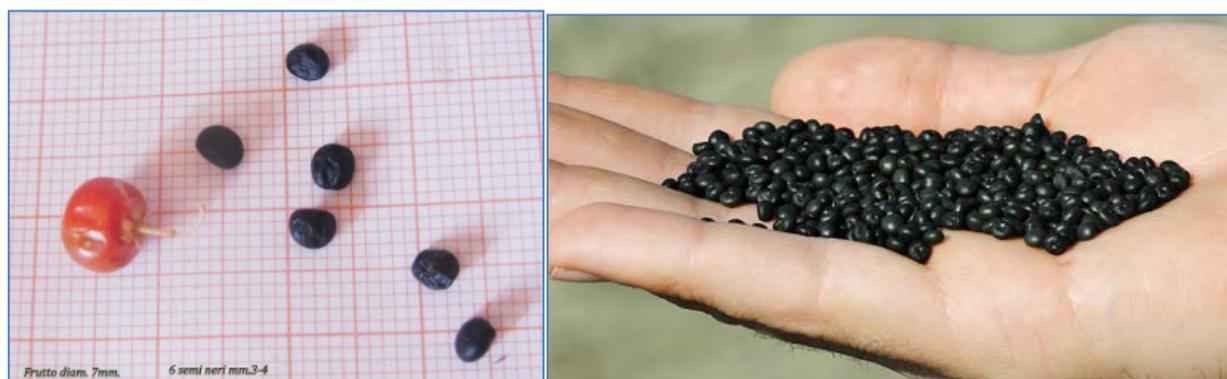
Il metodo (a) è poco utilizzato in tutti i comprensori asparagicoli italiani, in quanto il seme necessita per la germinazione di una limitata profondità (1-2 cm), ma segue un inconveniente legato al celere affioramento del rizoma che viene rapidamente compromesso. Il metodo (c) è quello più tradizionale, che nell'ultimo decennio sta venendo progressivamente sostituito dal metodo (b).

I vantaggi del metodo (b) sono numerosi rispetto al metodo (c): la elevata percentuale di attecchimento, la riduzione della quantità di seme impiegato che rende più economico il ricorso a seme più costoso, il contenimento dei costi d'impianto grazie all'uso di trapiantatrici meccaniche, l'utilizzo di materiale sano ottenuto su substrato inerte.



### Tecnica di produzione del materiale di propagazione

- **c) “zampe”** Il materiale di propagazione dell’asparago - le ‘zampe’ - utilizzato esclusivamente fino a qualche decennio fa, soprattutto nel comprensorio asparagicolo foggiano, viene prodotto da vivaisti specializzati per la produzione di zampe ad uso professionale. La tecnica prevede semina primaverile in un terreno sciolto e sabbioso (libero da patogeni) dove è possibile una facile raccolta di ‘zampe’. I semi, in abbondante quantità, previa disinfezione e pre-germinazione, sono coperti nel semenzaio in modo da formare una "costa" esposta al sole, al fine di facilitare il riscaldamento del terreno, e al tempo stesso stimolarne la germinazione. Il seme viene sottoposto a affidandolo poi al terreno appena appare l'apice del germinello. La produzione di zampe prende un tempo pari a sei mesi, quindi le zampe sono pronte in autunno (zampe di un anno); solitamente per gli impianti tradizionali di asparagiaie si impiegano zampe preferibilmente al II anno.
- **b) piantine da seme** - La produzione di piantine di asparago solitamente commercializzate in vasetto sono prodotte da vivaisti specializzati. La tecnica vivaistica prevede una semina in primavera a 1-2 cm di profondità, in cubetti con un substrato pressato o in alveoli di polistirolo, sistemati ad una temperatura di germinazione pari a 24 °C e ad una elevata umidità atmosferica. Il tempo di germinazione è pari a circa 12-18 giorni; dopo circa 2 mesi le piantine sono pronte per essere trapiantate in pieno campo.



Bacca e semi di asparago





Zampa' di asparago



Piantine di asparago da seme – allevamento in vivaio

## 12. EPOCA DI IMPIANTO, DENSITÀ DI IMPIANTO

### 12.1 Messa a dimora delle “zampe” in pieno campo

Le zampe di uno o due anni sono il materiale cui si ricorre nella tecnica tradizionale; sono messe a dimora sia in autunno che all’inizio della primavera, in fosse riempite dal fondo verso l’alto nella seguente sequenza: letame ben maturo, un sottile strato di terra (2-3 cm), zampe, ulteriore strato



di terra fine (3-4 cm). Nella tradizione asparagicola foggiana le zampe vengono messe a dimora in autunno.

Normalmente sono disposte su due file con un sesto di impianto di cm 40x40 (**25.000** piantine per ettaro). Questo schema subisce variazioni a seconda della qualità che si vuole ottenere dalle produzioni: per produzioni di pregio, l'investimento viene ridotto a **20.000** piantine per ettaro.

Con la messa a dimora delle zampe, nei primi due anni, l'asparagiaia non può essere sfruttata: le piante vengono lasciate crescere e in autunno vengono tagliati i fusti aerei disseccati. Al terzo anno comincia lo sfruttamento dell'impianto con la prima raccolta dei turioni che parte alla fine di febbraio e prosegue per tutto maggio.

## 12.2 Trapianto di piantine da seme in pieno campo

Il trapianto di giovani e robuste piantine, di 60-70 giorni, avviene in primavera (aprile-maggio) e consente lo sfruttamento parziale dell'asparagiaia già a partire dal primo anno. Nel foggiano il trapianto di piantine, tecnica molto più utilizzata rispetto al piantamento di zampe (c), avviene a fine aprile, seguendo il principio secondo cui prima si trapianta e più grande diventa l'asparagiaia durante il suo primo anno. Anticipando il trapianto si rischiano danni da freddo, mentre ritardandolo le piantine sono più soggette a crisi di trapianto per stress idrico e termico.

Il sesto d'impianto è di 100 cm tra le file e 30 cm sulla fila, con un investimento complessivo di 30.000 piantine; è consigliato il trapianto su fila unica, poiché facilita le frequenti lavorazioni



successive. L'investimento di piante può scendere a 22.000-25.000 piantine/ha per produzioni di 7-8 t/ha, ma di alto di pregio (sesto di impianto 150 cm tra le file e 30 cm sulla fila). Mentre, la densità di impianto in coltura forzata scende a 20.000 piantine /ha con produzioni medie di 10-12 t/ ha.

### **12.3 Scelta del metodo di propagazione**

Come già indicato, tradizionalmente nei nostri territori l'impianto ha origine trapiantando piantine da seme di 60-70 giorni.

Si esclude il metodo di propagazione attraverso le "zampe", per più di un motivo:

- perchè è una pratica consolidata soprattutto in altri ambienti (Nord Italia, Francia) e soprattutto per altre tipologie di prodotto (asparago bianco);
- perchè in generale i genotipi di asparago il cui materiale di propagazione è la piantina da seme raggiungono uno sviluppo in altezza (variabile tra 180 cm e 230 cm) più tardi (a partire dal IV anno) rispetto ai genotipi propagati da "zampe" (a partire dal III anno); e questo potrebbe andare a vantaggio della "consociazione". In premessa abbiamo sottolineato che l'asparago, rispetto ad altre colture orticole solitamente con sviluppo in altezza molto contenuto, ben si presta alla "consociazione", che prevedrà un ombreggiamento (seppur temporaneo) proprio grazie al suo sviluppo in altezza. Ma è bene che questa altezza si raggiunga in più tempo, più tardi possibile, in modo tale che l'interferenza con il pannello fotovoltaico sia ritardata. Pertanto, si consolida l'idea



che il materiale di propagazione ottimale in un parco agrivoltaico non è quello da “zampe”, ma da piantine da seme.

Tab 2 - Classificazione della vigoria della pianta di asparago valutata sulla base del numero, altezza media e diametro degli steli, in relazione al materiale di propagazione utilizzato o dell'anno dall'impianto.

MATERIALE DI PROPAGAZIONE	ANNO DALL'IMPIANTO	ALTA	MEDIA	BASSA
Piantine	1°	Steli n° 20; altezza media 120 cm; diametro tra 3 e 12 mm	steli n° 15; altezza media 80 cm; diametro tra 2 e 10 mm	steli n° 10; altezza media 80 cm; diametro tra 2 e 8 mm
	2°	steli n° 30; altezza media 200 cm; diametro tra 10 e 20 mm	steli n° 20; altezza media 180 cm; diametro tra 8 e 15 mm	steli n° 15; altezza media 160 cm; diametro tra 6 e 12 mm
	3°	steli n° 30; altezza media 200 cm; diametro tra 12 e 25 mm	steli n° 25; altezza media 180 cm; diametro tra 10 e 20 mm	steli n° 20; altezza media 150 cm; diametro tra 8 e 18 mm
	4° e seg.	steli n° 35; altezza media 230 cm; diametro tra 15 e 30 mm	steli n° 30; altezza media 200 cm; diametro tra 12 e 25 mm	steli n° 25; altezza media 180 cm; diametro tra 10 e 20 mm
Zampe	1°	steli n° 20; altezza media 150 cm; diametro tra 8 e 15 mm	steli n° 15; altezza media 120 cm; diametro tra 15 e 12 mm	steli n° 10; altezza media 100 cm; diametro tra 4 e 10 mm
	2°	steli n° 30; altezza media 220 cm; diametro tra 12 e 25 mm	steli n° 25; altezza media 200 cm; diametro tra 10 e 20 mm	steli n° 20; altezza media 170 cm; diametro tra 8 e 18 mm
	3° e seg.	steli n° 35; altezza media 230 cm; diametro tra 15 e 30 mm	steli n° 30; altezza media 200 cm; diametro tra 12 e 25 mm	steli n° 25; altezza media 180 cm; diametro tra 10 e 20 mm

- perché la piantina da seme è prodotta da vivai specializzati ed è certificata, ha i requisiti previsti dalle norme comunitarie e nazionali vigenti, quindi ha maggiori garanzie fitosanitarie.
- perché è possibile eseguire un trapianto meccanico con apposite trapiantatrice già collaudate e presenti nell'areale pugliese (di contro, le “zampe” vanno piantumate in manuale, con notevoli costi di manodopera). **Il costo di una piantina da seme di asparago, certificata da vivaio specializzato, è variabile a seconda del genotipo e a seconda che sia a**



radice nuda o con pane di terra (0,08-0,16 € + iva al 10%). Nel caso dell'ibrido maschile **Vegalim** che si intenderà trapiantare, il costo delle piantine certificate, commercializzate in contenitore, è pari a **0,16 €+ Iva al 10%** (da una indagine diretta e telefonica dei vivaisti locali).

### 12.4 Modalità e Densità di impianto

L'impiego di trapiantatrici specifiche è consigliabile, essendo collaudate da tempo nei nostri territori.

Il sesto d'impianto che si propone in questa idea progettuale è quello che meglio permetterà di ottenere crescita e sviluppo senza alcuna difficoltà nell'approvvigionamento luminoso; sarà seguito il principio che è bene puntare ad una produzione di pregio sia in termini di quantità (10-12 t/ha) che di qualità, quindi si ritiene opportuno adottare un sesto pari a **150 cm tra le file e 30 cm sulla fila**, con un investimento complessivo di **22.000 piantine/ha**.

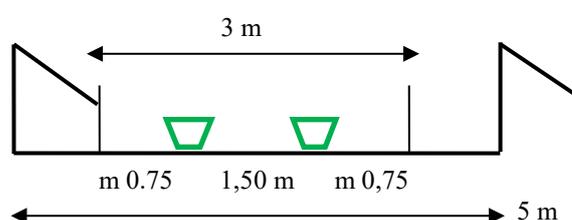
I due presupposti nella presente idea progettuale sono:

- a) la distanza tra i tracker, pari a 5 m;
- b) la riduzione dello spazio disponibile per le piante a 3 m allorquando il pannello è nella minima inclinazione, in modo tale che lo sviluppo delle piante non interferisca con i pannelli.

Quindi, si considerano due file di piante distanti 1,50 m tra le file e 0,30 m sulla fila (come da schema sotto riportato), in modo tale che le piante abbiano a disposizione uno spazio fuori-ombra di almeno 0.75 m. Con la presenza del fotovoltaico, il numero di piante per ettaro subisce una diminuzione in



favore della *performance* sia produttiva che qualitativa, per il migliore approvvigionamento, non solo luminoso ma anche idrico-nutritivo. Sarà seguito il principio che è bene puntare ad una produzione di pregio sia in termini di quantità (10-12 t/ha) che di qualità.



### 13. LAVORAZIONI DEL TERRENO PER IMPIANTO DI UNA ASPARAGIAIA

Allo scopo di avere produzioni di qualità, con turioni parzialmente imbiancati, è importante che le zampe (c) o le piantatine (b) vengano disposte a notevole profondità. In generale, la lavorazione del terreno prima dell'impianto per la coltura dell'asparago è abbastanza profonda (circa **60 cm**).

Essa si diversifica a seconda della tipologia di prodotto.

Per la particolare produzione di **asparago bianco** le esigenze per un ottimale sviluppo del turione sono diverse da quelle per la produzione di asparago verde e violetto: è necessario un ambiente privo di luce, pertanto occorre procedere al rinzalzamento delle file attraverso la **baulatura**.





Baulatura del terreno per la coltivazione di asparago e macchina per la baulatura (baulatrice)

Questa tecnica permetterà al turione di non vedere la luce fino alla raccolta garantendone l'imbiancamento completo; spesso abbinata alla tecnica della **pacciamatura** (copertura del terreno con del polietilene nero) utile a limitare la crescita di erbe infestanti.



Pacciamatura del terreno per la coltivazione di asparago

Successivamente alla raccolta (verso fine primavera), occorre eseguire la **spianatura dei colmi**, onde evitare l'innalzamento/fuoriuscita del rizoma e favorire le lavorazioni fra le file. La successiva copertura del terreno avverrà nuovamente l'anno successivo appena rispunteranno i primi asparagi. Per l'**asparago verde**, il terreno viene lasciato in pari e ciò rende più facili le operazioni di raccolta. Per la coltivazione dell'asparago verde in Puglia si operano delle lavorazioni a solchi (a porche).



Nel dettaglio e considerando la consecutività delle lavorazioni del terreno, dopo lo scasso profondo a circa 60-70 cm (in alternativa aratura ad una profondità di 30 - 40 cm accompagnata da ripuntatura a 70 cm) si opera un successivo amminutamento del terreno con fresatura; poi si procede con la concimazione di fondo. A seguire, si opera una ulteriore fresatura del terreno, successiva alla somministrazione dei concimi di fondo. Infine si effettua la sistemazione del terreno a solchi profondi 23-35 cm, per ospitare le “zampe” o le piantine da seme.



Scasso profondo a circa 60-70 cm con ripuntatore



Fresatura per amminutamento del terreno





Preparazione dei solchi



Piantamento di 'zampe' manuale nel solco



Piantamento meccanico di 'zampe' nel solco



Piante di asparago sistemate in solchi (30 giorni dopo trapianto)



### 13.1 Costo del Trapianto

Un investimento (massimo) di 22.000 piante/ha (Vegalim, il cui costo è di circa 0,20€), occorrerà sostenere un costo pari a  $(22.000 \times 0,20€) = 4.400 €/\text{ha}$ . A cui occorre aggiungere il costo della manodopera (100 h/ha; 13 €/h); **1.300 €/ha**

## 14. INNOVAZIONI NELLA TECNICA COLTURALE

### 14.1 Tecniche di forzatura

- a) In alcune regioni d'Italia vengono utilizzati tunnel di plastica, che hanno l'effetto d'innalzare il regime termico dell'aria a ridosso del terreno, favorendo l'anticipo della raccolta. Anche nelle nostre aree, di recente, si sta introducendo questa pratica per ottenere produzioni anticipate, come testimoniato dalla stampa locale. Nell'ottica di riduzione dell'impatto delle pratiche agricole sull'ambiente, si stanno sperimentando materiali biodegradabili e compostabili. Al fine di ottimizzare il regime termico sia del suolo che dell'atmosfera a ridosso del suolo, i tunnel sono applicati su terreno pacciamato con film plastici.
- b) Il riscaldamento del terreno come tecnica di forzatura per anticipare l'entrata in produzione dell'asparago coltivato in pieno campo sulla scorta di evidenze scientifiche in ambienti mediterranei simili alla Puglia, ha comportato un aumento della produzione precoce (periodo febbraio) dell'asparagiaia di più volte con un sistema di riscaldamento del terreno rispetto al controllo non riscaldato. L'abbinamento del riscaldamento basale con



apprestamenti protettivi sulla parte aerea della coltivazione (mediante piccoli tunnel di copertura) e con la pacciamatura con film nero (che riscaldano gli strati superficiali del terreno) è utile al fine di ottimizzare il regime termico sia del suolo che dell'atmosfera a ridosso del suolo. L'impianto di riscaldamento basale si realizza a mezzo di tubi radianti, posizionati al disotto del rizoma zampe, in cui scorre un flusso d'acqua calda a 30-40 °C.

## 14.2 Tecniche di micorizzazione

Un'innovazione agronomica introdotta di recente in diverse colture orticole, tra cui l'asparago, è la tecnica della **micorizzazione**.

La micorizzazione esogena/artificiale (operata dall'agricoltore) si basa nel fornire alla pianta funghi micorrizici, al fine di favorirne l'associazione simbiotica con le radici delle piante.

In seguito a micorizzazione delle radici, la pianta utilizza in modo efficiente le risorse naturali e quelle apportate dagli agricoltori, tollera stress idrici e salini, e migliora quantità e qualità del prodotto, come attestato da una vastissima letteratura scientifica.

L'applicazione di micorrize, biostimolanti microbici (*Il Nuovo Regolamento Europeo Fertilizzanti "Regolamento Ue 2019/1009" entrerà ufficialmente in vigore il 16 luglio 2022. La principale novità è che con la nuova norma finalmente si estende l'ambito di applicazione anche ai concimi organici e agli attesissimi biostimolanti, rappresentanti di una buona alternativa ai fertilizzanti di sintesi*), ben si presta alla conduzione di asparago sia in regime integrato che biologico. Poiché questa tecnica ha dato ottimi risultati in termini di miglioramento di efficienza d'uso dell'acqua e dei minerali, in termini di risposta a stress abiotici e



biotici, in termini quanti-qualitativi di numerose specie ortive e dell'asparago, come comprovato da letteratura scientifica, si propone di utilizzarla in questo progetto di parco agrovoltaico per massimizzare la sostenibilità della coltura.

È una tecnica di biofertilizzazione piuttosto versatile. Si potrebbe ipotizzare una distribuzione di funghi micorrizici:

- I. in *mini-tab* in modo localizzato in prossimità della parte ipogea della pianta, al momento dell'impianto della coltura, in contemporanea alla concimazione di fondo;
- II. in *formulati idrosolubili* attraverso fertirrigazione, alla luce del fatto che per questo progetto è previsto un impianto fisso di (fert)irrigazione;
- III. in *deeping* del materiale di propagazione ('zampe' o di piantine) utilizzando *formulati di sospensione in argille*. Da eseguire all'impianto.

Onde evitare occlusioni dell'impianto di irrigazione (II) o di notevole impiego e costo di manodopera (I), si consiglia l'adozione della tecnica del *deeping* del materiale di propagazione, nel nostro caso consiste nell'immersione delle radici delle piantine proveniente da vivaio, immerse manualmente ma ancora in contenitore in una sospensione di funghi micorrizici. Operazione piuttosto veloce e più economica (minore impiego minore di manodopera) rispetto alla (I) o minori inconvenienti rispetto alla (II).

- costo del prodotto = 50 €/L; **100 €/ha**
- costo della manodopera (10 h/ha; 13 €/h); **130 €/ha**

**Costo complessivo** dell'intervento biostimolante = **230 €/ha** (100 €/ha + 130 €/ha).



## **15. LAVORAZIONI DEL TERRENO PER LA PREPARAZIONE DELL'ASPARAGIAIA**

Durante l'intero ciclo colturale dell'asparago, le lavorazioni del terreno consistono in sarchiature a mano sulla fila ed in interventi meccanici tra le file (erpiculture).

Sintetizzando le lavorazioni del terreno necessarie all'impianto (I anno) di una asparagiaia per produzione di asparago verde in pieno campo, sono sotto riportate le fasi in ordine consecutivo con concimazione di fondo ed interrimento delle tubazioni dell'impianto fertirriguo:

- a) scasso profondo a circa 60-70 cm;
- b) fresatura successiva allo scasso per l'amminutamento del terreno;
- c) distribuzione della concimazione di fondo;
- d) fresatura ulteriore del terreno successiva alla somministrazione dei concimi di fondo;
- e) assolcatura, apertura dei solchi profondi 25-30 cm (o porche);
- f) posa interrata delle tubazioni di irrigazione (si propone in questa idea progettuale la sub-irrigazione);
- g) micorrizzazione;
- h) trapianto (poichè si propone in questa idea progettuale di partire da piantine da seme come materiale di propagazione).

Negli anni successivi al primo, le lavorazioni del terreno che si intendono eseguire, sono rappresentate da sarchiature a mano sulla fila e interventi meccanici tra le file (erpiculture).

In sintesi, i costi relativi alle lavorazioni del terreno di un'asparagiaia sono:



## I anno

- manodopera aratura profonda (4 h/ha; 13 €/h; 52 €/ha) + costo gasolio (25 L/ha; 1 €/L; 25 €/ha)
- manodopera fresatura (5 h/ha; 13 €/h; 65 €/ha) + costo gasolio (50 L/ha; 1 €/L; 50 €/ha)
- manodopera erpicatura (5h/ha; 13 €/ h; 65 €/ha) + costo gasolio (75 L/ha; 1 €/L; 75 €/ha)
- manodopera sarchiatura (5h/ha; 13 €/ h; 65 €/ha) + costo gasolio (75 L/ha; 1 €/L; 75 €/ha)

**Costo complessivo 447 € /ha = 247 € /ha (manodopera) + 200 € /ha (gasolio).**

## dal II anno

- manodopera erpicatura (5h/ha; 13 €/ h; 65 €/ha) + costo gasolio (75 L/ha; 1 €/L; 75 €/ha)
- manodopera sarchiatura (5 h/ha; 13 €/h; 65 €/ha) + costo gasolio (50 L/ha; 1 €/L; 50 €/ha)

**Costo complessivo 255 € /ha = 130 € /ha (manodopera) + 125 € /ha (gasolio).**

## 16. DISERBO

Il diserbo può essere manuale, meccanico o chimico a seconda dell'entità dell'impianto e dei sistemi di conduzione. È un'operazione estremamente importante, perché le infestanti possono compromettere la crescita delle piantine/zampe in post-trapianto/post-piantamento, la crescita e sviluppo di piante adulte e la emissione dei turioni, ad ogni anno del ciclo produttivo.

In una coltivazione di **asparago verde** nei nostri terreni:



**I anno** - Subito dopo la piantagione delle “zampe” o prima del trapianto di piantine, l'asparagiaia richiede un'accurata operazione di diserbo per contenere le erbe infestanti. Questa fase è la più sensibile alla competizione nell'assorbimento dei nutrienti e dell'acqua. Questo diserbo viene eseguito sul solco solitamente con mezzi meccanici.

**Dal II anno in poi** - il diserbo è richiesto anche in un'altra fase del ciclo colturale, prima della fuoriuscita dei turioni (fine inverno), e se non fosse operato, le infestanti ostacolerebbero la fuoriuscita dei turioni e le successive operazioni di raccolta.

In caso di coltivazione di asparago bianco, per il **terzo anno** il diserbo verrà eseguito **dopo lo spianamento dei cumuli**.

Gli apparecchi meccanici devono essere in grado di smuovere superficialmente il terreno sull'interfila, senza danneggiare l'apparato radicale dell'asparago.

Durante il periodo della raccolta, poiché non è ammesso alcun trattamento erbicida, è possibile effettuare il “**pirodiserbo**” (tecnica con la quale mediante la combustione di gas si bruciano le erbe infestanti e si devitalizzano numerosissimi semi). Tale pratica ha il vantaggio di riscaldare i primi strati di terreno con effetti positivi sulla precocità di emissione di turioni e di rispetto delle valenze ambientali.

Sarebbe interessante eseguire nel parco agrovoltaiico il diserbo fisico, più sostenibile poiché eviterebbe l'impiego di diserbanti chimici, e più economico poiché si risparmierebbe sul costo della manodopera; ma in questa fase, è consolidata l'idea di eseguire la pratica del diserbo meccanico e chimico, così come avviene nella coltura tradizionale. Quando la pratica del pirodiserbo sarà ben



collaudata nei nostri territori (è sperimentata da poco tempo e su poche superfici), si potrà pensare di introdurre questa innovazione anche nel parco agrovoltaiico.

In questa idea progettuale si procederà all'applicazione del diserbo chimico + meccanico, così come si procede nei nostri territori in coltura tradizionale, quindi con erpicature e trattamenti chimici in pre-trapianto, pre-ricaccio e post-raccolta.

Si ribadisce che per una corretta e sostenibile gestione delle infestanti saranno utilizzati principi attivi autorizzati in produzione integrata, elencati nei disciplinari di produzione integrata regionali (**Norme eco sostenibili per la difesa fitosanitaria e il controllo delle infestanti delle colture agrarie nella Regione Puglia - aggiornamento 2021**. Determinazione del Dirigente Sezione Osservatorio Fitosanitario 21 aprile 2021, n. 32. BURP- n. 60 del 29-4-2021).

Qui di seguito si riporta il costo del diserbo chimico e a seguire quello meccanico.

- **Diserbo chimico**

**I anno**

Costo dei prodotti diserbanti (70 €/ha)

Costo della manodopera (5 h/ha; 13 €/h; 65 €/ha)

Costo del gasolio (25 L/ha; 1 €/L; 25 €/ha)

**Costo complessivo del Diserbo chimico 160 €/ha = (70 + 65 + 25) €/ha**

(prodotti) + (manodopera) + (gasolio)



dal **II anno**

Costo dei prodotti diserbanti (90 €/ha)

Costo della manodopera (5 h/ha; 13 €/h; 65 €/ha)

Costo del gasolio (25 L/ha; 1 €/L; 25 €/ha)

**Costo complessivo** del diserbo chimico = **180 €/ha** = (90 + 65 + 25) €/ha

(prodotti) + (manodopera) + (gasolio)

- **Diserbo meccanico**

**I anno**

Costo della manodopera (6 h/ha; 13 €/h; 78 €/ha)

Costo del gasolio (75 L/ha; 1 €/L; 75 €/ha)

**Costo complessivo** del diserbo meccanico **153 €/ha** = (78 + 75) €/ha (manodopera) + (gasolio)

dal **II anno**

Costo della manodopera (12 h/ha; 13 €/h; 156 €/ha)

Costo del gasolio (50 L/ha; 1 €/L; 50 €/ha)

**Costo complessivo** del diserbo meccanico = **206 €/ha** = (156 + 50) + €/ha (manodopera) + (gasolio).



## **Costo totale diserbo**

### **I anno**

Diserbo chimico 160 €/ha + Diserbo meccanico 153 €/ha = a circa **313 €/ha**

### **dal II anno**

Diserbo chimico 180 €/ha + diserbo meccanico 206 €/ha = a circa **386 €/ha**.

## **17. CONCIMAZIONE**

La concimazione di fondo nel primo anno, prevede quantità più elevate di sostanza organica, apportabile solitamente con letame maturo (circa 500 q) oppure pollina.

In considerazione delle forti asportazioni di nutrienti a carico del terreno, al di là della concimazione di fondo del primo anno, occorre garantire annualmente buone concimazioni organiche e minerali con formulati che apportino composti assimilabili di azoto, di fosforo, di potassio, di calcio e di altri elementi come il magnesio e lo zolfo.

Quindi, trattandosi di coltura poliennale, risultano molto importanti oltre agli apporti nutritivi di inizio coltura, quelli annuali. La concimazione annuale va effettuata per metà prima della ripresa vegetativa, e per metà al termine della raccolta dei turioni (giugno/estate), dove sono previsti apporti differenziati a seconda dello sviluppo delle piante



La concimazione della coltura dell'asparago va eseguita seguendo le esigenze delle diverse fasi fenologiche di questa coltura, quindi sia all'impianto, sia ad ogni annata del ciclo produttivo, a) prima della ripresa vegetativa (inverno), b) al termine della raccolta dei turioni (estate).

Un corretto programma di concimazione dell'asparago deve basarsi sulle **asportazioni** degli elementi minerali effettuati dalla coltura e sulla loro concentrazione nel terreno, rilevata attraverso **analisi chimica**. Quest'analisi deve essere fatta prima dell'impianto per definire una corretta **concimazione di fondo** e va ripetuta almeno ogni tre anni al fine di apportare le eventuali correzioni dei quantitativi di elementi nutritivi apportati nell'ultimo triennio.

**Fertilizzazione di fondo.** L'asparago è una coltura poliennale con un apparato radicale che esplora il terreno fino a superare un metro di profondità. All'aratura è perciò necessario interrare quantità di fertilizzanti tali da assicurare un buon rifornimento per almeno tre anni di coltivazione.

Le dosi consigliate in base alla dotazione del terreno:

DOTAZIONE	$P_2O_5$ (kg/ha)	$K_2O$ (kg/ha)	LETAME (t/ha)
bassa	150	300	200
media	100	200	100
alta	50	100	50

La **concimazione di fondo** nei nostri terreni viene eseguita apportando letame maturo (50 t/ha) oppure pollina.

In considerazione delle forti asportazioni di nutrienti a carico del terreno, al di là della concimazione di fondo al primo anno, occorre garantire annualmente buone concimazioni organiche e minerali



con formulati che apportino composti assimilabili di azoto, di fosforo, di potassio, di calcio e di altri elementi come il magnesio e lo zolfo.

Allo scopo di evitare inutili perdite nel terreno e nell'aria dei concimi, di ridurre impatto ambientale e costi da sostenere, si segue il seguente principio:

- a) i concimi fosfo-potassici sono distribuiti durante il riposo invernale ed interrati con mezzi meccanici (motozappa o vangatrice);
- b) i concimi azotati a pronto o medio effetto (nitrici, ammoniacali, ureici) devono essere distribuiti durante la fase vegetativa (da fine raccolta-giugno a metà settembre).
- c) gli apporti sono differenziati a seconda dello sviluppo delle piante.

Si ribadisce che trattandosi di coltura poliennale, risultano molto importanti oltre agli apporti nutritivi di inizio coltura, quelli annuali.

**Fertilizzazione annuale.** Nel primo anno di vegetazione le **asportazioni** sono molto contenute; in seguito diventano proporzionali alla **biomassa prodotta, composta dalla produzione dei turioni, vegetazione aerea e apparato sotterraneo**. Tenendo conto della disponibilità di elementi fertilizzanti nel terreno e di una produzione annuale di 7-9 t/ha di turioni, il disciplinare di produzione integrata approvato dalla Regione Puglia (BURP n. 22 del 20.02.2022), prevede:

- la dose standard di azoto calibrata per una produzione standard di 7-9 t/ha (180 kg/ha) può subire decrementi nell'ordine di 20-25 kg/ha (in base ad una produzione prevista inferiore a 7 t/ha, apporto di ammendanti nell'anno precedente, elevata dotazione di sostanza organica del terreno), oppure incrementi nell'ordine di 15-20-25 kg/ha (in base ad una



produzione prevista superiore a 9 t/ha, scarsa dotazione di sostanza organica del terreno, elevata lisciviazione per eventi piovosi intensi nel periodo autunnale).

**ASPARAGO (in produzione) – CONCIMAZIONE AZOTO**

<b>Note decrementi</b>		<b>Note incrementi</b>
Quantitativo di <b>AZOTO</b> da sottrarre (-) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni:  (barrare le opzioni adottate)  <input type="checkbox"/> <b>25 kg:</b> se si prevedono produzioni inferiori 7 t/ha; <input type="checkbox"/> <b>20 kg:</b> in caso di elevata dotazione di sostanza organica; <input type="checkbox"/> <b>20 kg:</b> in caso di apporto di ammendante nell'anno precedente;	Apporto di <b>AZOTO</b> standard in situazione normale per una produzione di: <b>7-9 t/ha:</b>  <b>DOSE STANDARD: 180 kg/ha di N</b>	Quantitativo di <b>AZOTO</b> che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni. Il quantitativo massimo che l'agricoltore potrà aggiungere alla dose standard anche al verificarsi di tutte le situazioni è di: <b>40 kg/ha:</b>  (barrare le opzioni adottate)  <input type="checkbox"/> <b>25 kg:</b> se si prevedono produzioni superiori a 9 t/ha; <input type="checkbox"/> <b>20 kg:</b> in caso di scarsa dotazione di sostanza organica; <input type="checkbox"/> <b>15 kg:</b> in caso di forte lisciviazione dovuta a surplus pluviometrico in specifici periodi dell'anno (es. pioggia superiore a 300 mm nel periodo ottobre-febbraio).

Fonte: disciplinare di produzione integrata Regione Puglia (BURP n. 22 del 20.02.2022)

- La dose standard di **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** calibrata per una produzione standard di 7-9 t/ha è pari a **30-60-100 kg /ha** a seconda di una dotazione scarsa, normale ed elevata. Inoltre, la dose standard può subire decrementi nell'ordine di 15-10 kg/ha (in base ad una produzione prevista inferiore a 7 t/ha, apporto di ammendanti nell'anno precedente) oppure incrementi



nell'ordine di 10-15 kg /ha (in base ad una produzione prevista superiore a 9 t /ha, scarsa dotazione di sostanza organica del terreno).

**ASPARAGO (in produzione)– CONCIMAZIONE FOSFORO**

<p><b>Note decrementi</b></p> <p>Quantitativo di <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> da sottrarre (-) alla dose standard:</p> <p>(barrare le opzioni adottate)</p>	<p>Apporto di <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> standard in situazione normale per una produzione di: <b>7-9 t/ha:</b></p> <p><b>DOSE STANDARD</b></p>	<p><b>Note incrementi</b></p> <p>Quantitativo di <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard:</p> <p>(barrare le opzioni adottate)</p>
<p><input type="checkbox"/> <b>15 kg:</b> se si prevedono produzioni inferiori a 7 t/ha;</p> <p><input type="checkbox"/> <b>10 kg:</b> in caso di apporto di ammendante nell'anno precedente.</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>60 kg/ha:</b> in caso di terreni con dotazione normale;</p> <p><input type="checkbox"/> <b>100 kg/ha:</b> in caso di terreni con dotazione scarsa;</p> <p><input type="checkbox"/> <b>30 kg/ha:</b> in caso di terreni con dotazione elevata.</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>15 kg:</b> se si prevedono produzioni superiori a 9 t/ha;</p> <p><input type="checkbox"/> <b>10 kg:</b> in caso di basso tenore di sostanza organica nel suolo.</p>

Fonte: disciplinare di produzione integrata Regione Puglia (BURP n. 22 del 20.02.2022)

- La dose standard di **K<sub>2</sub>O** calibrata per una produzione standard di 7-9 t /ha è pari a **120-160-200 kg/ha** a seconda di una dotazione scarsa, normale ed elevata. Inoltre, la dose standard può subire decrementi nell'ordine di 15-10 kg /ha (in base ad una produzione prevista inferiore a 7 t/ha, apporto di ammendanti nell'anno precedente) oppure incrementi nell'ordine di 30 kg/ha (in base ad una produzione prevista superiore a 9 t/ha).



**ASPARAGO (in produzione)– CONCIMAZIONE POTASSIO**

<b>Note decrementi</b> Quantitativo di <b>K<sub>2</sub>O</b> da sottrarre (-) alla dose standard:  (barrare le opzioni adottate)	Apporto di <b>K<sub>2</sub>O</b> standard in situazione normale per una produzione di: <b>7-9 t/ha:</b>  <b>DOSE STANDARD</b>	<b>Note incrementi</b> Quantitativo di <b>K<sub>2</sub>O</b> che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard:  (barrare le opzioni adottate)
<input type="checkbox"/> <b>30 kg:</b> se si prevedono produzioni inferiori a 7 t/ha.  <input type="checkbox"/> <b>10 kg:</b> in caso di apporto di ammendante nell'anno precedente.	<input type="checkbox"/> <b>160 kg/ha:</b> in caso di terreni con dotazione normale;  <input type="checkbox"/> <b>200 kg/ha:</b> in caso di terreni con dotazione scarsa;  <input type="checkbox"/> <b>120 kg/ha:</b> in caso di terreni con dotazione elevata.	<input type="checkbox"/> <b>30 kg:</b> se si prevedono produzioni superiori a 9 t/ha.

Fonte: disciplinare di produzione integrata Regione Puglia (BURP n. 22 del 20.02.2022)

È fortemente consigliato apportare anche altri elementi oltre a quelli principali NPK (calcio, magnesio e ferro). Nei nostri territori di produzione di asparago verde, viene fornito ferro nel periodo estivo (a metà agosto).

Alla luce di quanto già esposto sopra, l'asparagiaia in agrovoltico riceverà:

- Concimazione di fondo con letame in contemporanea alle lavorazioni del terreno per l'impianto della coltura, quindi in modo meccanizzato;  
  
**costo del letame (10 €/t) x (50 t/ha) = 500 €/ha.**
- Concimazioni frazionate, estive e invernali, che saranno eseguite in fertirrigazione. È fortemente consigliato apportare anche altri elementi (calcio, magnesio e ferro) oltre a



quelli principali NPK. Nelle nostre aree di produzione di asparago verde, è pratica consolidata fornire ferro nel periodo estivo (a metà agosto).

Costo complessivo degli **interventi fertirrigui di circa 1.350 €/ha**, dato ottenuto da:

- Acqua -  $(350 \text{ m}^3/\text{ha}) \times (5 \text{ interventi irrigui})$  con costo dell'acqua di circa  $0,20\text{€/m}^3 = 350 \text{ €/ha}$
- Fertilizzanti solubili utili alla preparazione della soluzione fertirrigua = 1000 €/ha

## **IN SINTESI**

### **Costi Concimazione**

#### **I anno**

Concimazione di fondo 500 €/ha + Fertirrigazione 1.350 €/ha in totale circa **1.850 €/ha**;

#### **dal II anno in poi**

Fertirrigazione **1.350 €/ha**

Non sarà previsto costo di manodopera per la pratica della concimazione e della irrigazione annuale, in quanto in questa idea progettuale la coltura dell'asparago sarà fertirrigata (sarà previsto un impianto per subirrigazione) completamente automatizzato.

## **18. IRRIGAZIONE E FERTIRRIGAZIONE**

La coltura di asparago verde prevista nell'idea progettuale sarà una coltura irrigua e per il risparmio economico, dovuto alle minori perdite nel suolo e nell'aria di fertilizzanti, e per la maggiore sostenibilità ambientale della pratica della concimazione; sarà una coltura fertirrigata. Pertanto,



l'impianto agrovoltaico in sviluppo sulla scia delle tecnologie già testate nelle serre fotovoltaiche, sarà dotato di avanzate tecniche di irrigazione e di fertirrigazione, finalizzate al contenimento dei consumi idrici e dei fertilizzanti.

In merito al sistema di irrigazione, si propone di utilizzare quello per subirrigazione che presenta notevoli vantaggi rispetto al sistema tradizionale di micro-irrigazione. È sempre un sistema di micro-irrigazione, ma le ali gocciolanti lungo il solco sono interrate. Ulteriori vantaggi sono:

- a) economia di acqua: si evitano le perdite per ruscellamento superficiale e le perdite per evaporazione;
- b) presenza di erbe infestanti ridotta;
- c) l'umidità del suolo sino alla profondità desiderata crea condizioni idonee per le piante relative al processo di assorbimento dell'acqua e delle sostanze nutritive in esso contenute;
- d) si presta anche questo sistema alla solubilizzazione dei fertilizzanti solubili nell'acqua che arriva direttamente al sistema radicale della pianta;
- e) la parte aerea si mantiene asciutta e non si crea intorno alla piante l'ambiente umido che favorisce l'insorgenza di malattie.

Così come sintetizzato in precedenza, il sistema di irrigazione sarà implementato con il sistema di fertirrigazione, pertanto, le voci di costo sono definite in questo modo:



#### **ALL'IMPIANTO:**

- costo della stazione agrometeorologica + datalogger per gestione automatizzata degli interventi irrigui e fertirrigui (3.500-5.000 €);
- costo della stazione di filtrazione (posizionabile all'aperto o al chiuso), come descritto sopra (12.000-19.000 €);
- costo del sistema di fertirrigazione/iniezione (posizionabile in un locale coperto) (7.000 - 12.000 €);
- costo delle vasche di fertilizzanti solubili e acidi per la preparazione della soluzione fertirrigua (posizionabile in un locale coperto) (3.000-6.000 €);
- costo della interfaccia del fertirrigatore con le vasche dei fertilizzanti + stazione filtrazione e stazione meteorologica + software (1.000-2.000 €);
- costo delle elettrovalvole + pompe (2.000-4.000 €);
- costo della struttura (prefabbricato) che contenga e ripari dalle intemperie sia stazione di filtrazione sia il fertirrigatore che la batterie di vasche di concimi (12.000-15.000 €);
- costo delle tubazioni irrigue interrato di diametro variabile, a seconda che siano a monte o a valle della coltura (300-900 € /ha);
- costo della manodopera per la posa interrato delle tubazioni irrigui (60 h/ha; 13 €/h; 910 € /ha);

Inoltre,



- costo dell'analisi dell'acqua da fare ogni tre-quattro anni (la qualità dell'acqua varia a seconda se è da pozzo artesiano o da canali di consorzio di bonifica), utile alla definizione della ricetta della soluzione fertirrigua (100 €);
- costo dell'analisi del terreno (ogni tre-quattro anni), utile alla definizione della ricetta della soluzione fertirrigua (100 €);
- costo del servizio di controllo (annuale, dal II al IX anno) dell'efficienza del sistema fertirriguo (10 h/ha; 13 €/h; 130 €/ha)

Premesso che il costo dell'acqua per uso irriguo varia a seconda della fonte di approvvigionamento, se da consorzio di bonifica o da pozzo artesiano, 0.10 - 0.20 €/m<sup>3</sup>

- Costo complessivo degli interventi irrigui è di circa 1.500 €/ha all'anno, numero ricavato da 350 m<sup>3</sup>/ha x 22 interventi irrigui (costo acqua irrigua, 0.20 €/m<sup>3</sup>).

Se l'appezzamento non è servito dal Consorzio di Bonifica o non vi sono in loco pozzi artesiani, va preventivato **il costo per la realizzazione di pozzo artesiano** (costo di trivellazione più montaggio stazione di pompaggio) che è variabile tra 15.000 € e 50.000 €, in base alla profondità del pozzo, al dimensionamento della pompa e della geologia del profilo del suolo.

Subito dopo la piantagione, l'asparagiaia richiede frequenti ed accurate operazioni di irrigazione. Essenziali per il successo delle coltivazioni, le irrigazioni estive consentono all'apparato radicale e al rizoma di arricchirsi di sostanze di riserva ed emettere un buon numero di gemme che daranno origine ai turioni.



Il fabbisogno idrico dipende essenzialmente dalla evapotraspirazione, dallo stadio vegetativo della coltura e dalla quantità d'acqua disponibile nel terreno.

Durante il riposo invernale l'apparato radicale della pianta assimila acqua per svolgere le attività metaboliche indispensabili per la successiva produzione di turioni. Nella fase di raccolta, è necessario mantenere costantemente umido il terreno per garantire la massima espressione produttiva e qualitativa dei turioni prodotti.

La risposta della pianta a carenze idriche si manifesta con ingiallimento degli steli e con indesiderata emissione di turioni nel periodo autunnale.

In assenza di precipitazioni gli interventi irrigui devono proseguire fino al mese di ottobre.

Il volume d'acqua per ogni intervento è variabile a seconda del tipo di terreno tra 250 m<sup>3</sup>/ha (terreni sabbiosi) e 350 m<sup>3</sup>/ha (terreni argillosi), con una frequenza di 3-4 giorni e 5-6 giorni.

Il volume stagionale di acqua richiesto dalla coltura è di circa 5.000 - 7.000 m<sup>3</sup>/ha.

Le coltivazioni sotto tunnel, non essendo bagnate dalle piogge invernali, richiedono interventi irrigui a bassa dose (100-150 m<sup>3</sup> /ha) per evitare stress alla pianta che si manifesta con un notevole ritardo nell'emissione dei turioni.

La programmazione irrigua può essere gestita con l'ausilio di una adeguata **centralina agrometeorologica** corredata con la sensoristica utile al calcolo dell'ET<sub>o</sub> che sarà poi convertita in ET<sub>c</sub> applicando i kc dell'asparago opportunamente corretto in funzione della fase fenologica. Il coefficiente K<sub>c</sub> infatti è pari a 0.3 al risveglio vegetativo, mentre, 0.8 nel massimo sviluppo vegetativo.





Centralina agrometeorologica dotata di pluviometro, radiometro, termoigrometro, anemometro.

Tutti i calcoli fino al superamento della soglia di intervento irriguo possono essere eseguiti da un **datalogger** che viene posizionato in campo, collegato tramite specifiche interfacce ai sensori. Il datalogger può inviare al gestore dell'impianto un messaggio SMS come alert della necessità di intervenire con l'ausilio di personale esperto nell'individuare eventuali malfunzionamenti. Il datalogger può azionare direttamente delle elettrovalvole e dare avvio all'intervento irriguo, se dotato di PLC - Programmable Logic Controller (Controllore logico Programmabile).





Unità di gestione dell'irrigazione con PLC, datalogger, modulo GSM, e moduli attuatori di comando della elettrovalvole.

I metodi irrigui nella coltivazione classica in pieno campo che consentono la distribuzione localizzata dell'acqua sono da preferire rispetto a tutti gli altri in quanto consentono una maggiore economia d'acqua e limitano la diffusione di ruggini e stemfiliosi (provoca ingiallimento della pianta).

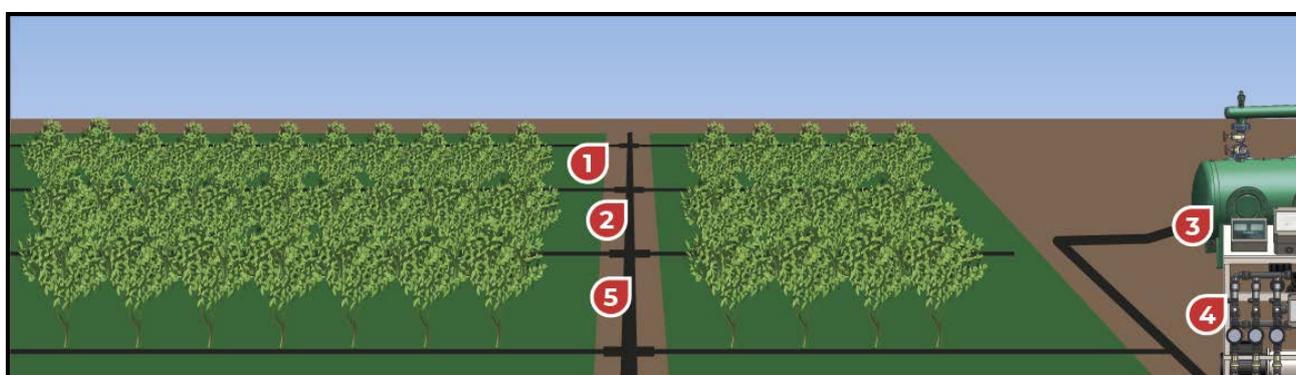
L'irrigazione dell'asparagiaia è realizzata grazie ad un impianto fisso, il cui costo viene ammortizzato durante gli anni di durata dell'impianto. La posa in opera delle tubazioni irrigue avviene all'impianto.

I sistemi irrigui hanno il vantaggio di poter implementare anche la tecnica della concimazione/apporto di fertilizzanti, da cui il termine "fertirrigazione".

Questa pratica consente noti vantaggi in termini di risparmio idrico, ma anche un aumento considerevole dei risultati produttivi con un anticipo al secondo anno del primo raccolto. Nel caso di asparagiaie di pregio è bene prevederla.



Di grande interesse è la tecnica fertirrigua per subirrigazione, che consente risparmi di acqua, elevate quantità e anticipi di produzioni, ma anche una maggiore resistenza alle fusariosi (funghi che attaccano le radici, le quali marciscono e si svuotano) e agli attacchi di stemfiliosi, oltre all'assenza di ingombre di tubazioni sulla fila.



Esempio di un sistema fertirriguo per subirrigazione in asparago. 1. gocciolatore autocompensante; 2. Tubazioni in PE, connettori e sfati; 3. Filtri in metallo. 4. Sistema di iniezione; 5. raccordi e derivati per ali gocciolanti. (fonte: <https://www.irritec.it/irrigare-a-goccia-lasparago/>).

Esso prevede l'utilizzo di:

1. gocciolatori autocompensanti idonei laddove sono richieste lunghezze delle linee molto elevate, portate costanti in ogni porzione dell'impianto; essi sono idonei anche per installazioni in aree con grandi dislivelli del terreno. Soprattutto sono idonei laddove è necessaria un' alta precisione di erogazione tipica delle colture pregiate.
2. linee di raccordi a compressione per il convogliamento di fluidi in pressione, dotate di semplicità di montaggio.



3. filtri in metallo solidi e resistenti nel tempo utili a una grande varietà di portate sia di acque di canale che di acque di pozzo.
4. sistemi d'iniezione utili ad iniettare i fertilizzanti (liquidi o diluiti in acqua) a tassi d'iniezione variabili.
5. raccordi e derivazioni per ala gocciolante di dimensioni variabili.

La subirrigazione può essere praticata nel caso dell'asparago sia che si utilizzino le "zampe" sia le piantine come materiale di propagazione. Le ali gocciolanti utilizzate prevedono gocciolatori da 2,1 litri/ora distanziati tra loro dai 30 ai 40 cm. Le ali interrate, una per filare, possono essere interrate sia al momento della messa a dimora delle "zampe" sia in fase di post-trapianto. La profondità di interrimento consigliata varia tra gli 10 e i 30 cm.

Il sistema irriguo per subirrigazione può essere implementato in un sistema fertirriguo, preventivando una adeguata stazione di filtrazione e un sistema di iniezione

La stazione di filtrazione (dotata di filtri a graniglia e filtri a rete) va dimensionata in funzione delle portate da filtrare e della qualità a monte dell'acqua (nello schema di subirrigazione con il punto 3).





Stazione di filtrazione con filtri a graniglia e filtri a rete in parallelo

L'impianto di iniezione/fertirrigazione inietta i fertilizzanti liquidi elementari richiesti in ciascuna fase fenologica, secondo il piano di concimazione, nel flusso dell'impianto irriguo (nello schema di impianto di subirrigazione punto 4).



Parte di un impianto di fertirrigazione: Tuniche in linea di fertilizzanti liquidi e acido



## 19. DIFESA DELLA COLTURA

In Italia, la difesa fitosanitaria dell'asparago si avvale, con sempre maggior frequenza, delle linee guida della produzione integrata e delle tecniche di difesa biologica.

Ad oggi è possibile condurre un'appropriata **difesa fitosanitaria** avvalendosi degli specifici prodotti fitosanitari: le sostanze attive autorizzate in produzione integrata sono elencate nei disciplinari di produzione integrata regionali, mentre quelle autorizzate in produzione biologica sono regolamentate a livello europeo.

Le principali avversità che colpiscono l'asparago sono: funghi (Ruggine, Fusariosi, Stemfiliosi, Malvinato, Muffa grigia o anche nota come Botrite), insetti (criocere, tripidi, afide dell'asparago), Nematodi. Ma nei nostri areali le principali problematiche fitosanitarie dell'asparago verde sono legate soprattutto ai danni da tripidi, da crociere e da ipopta.

Criocera (*Crioceris asparagi*) (*Crioceris duodecimpunctata*) è un **coleottero** che soprattutto nella forma adulta compie il maggior danno, a carico delle piante ancora giovani, che possono essere del tutto compromesse. In primavera **gli adulti danneggiano i turioni provocando piccole erosioni** che li fanno poi crescere deformi e ricurvi. Verso la metà di maggio gli adulti si accoppiano e depongono le uova. Le uova vengono deposte direttamente sulle foglie e **quando nascono le larve**, anche loro **si sviluppano a spese della vegetazione**. È possibile debellare l'insetto mediante trattamenti ripetuti con una certa cadenza regolare mediante **il piretro naturale o lo Spinosad** (al massimo 3 interventi all'anno, indipendentemente dall'avversità).



Un altro fitofago che comporta notevoli criticità è un lepidottero - l'Ipopta (*Hypoptya caestrum*). Esso può essere combattuto

- con mezzi AGRONOMICI: -Asportazione e distruzione dei foderi di incrisalidamento che emergono dal terreno; -Prosecuzione della raccolta dei turioni per almeno 20 giorni oltre il normale termine delle raccolte, al fine di ostacolare le ovideposizioni del Lepidottero al colletto delle piante.
- con mezzi CHIMICI: -interventi giustificati ove si siano verificati attacchi nell'annata precedente e in caso di accertata presenza.

La coltura dell'asparago è oggetto di attacchi da fitofagi, crittogame e nematodi, come sopra riportato. Pertanto, la difesa rappresenta un punto di notevole criticità nella gestione della asparagiaia.

Nell'idea progettuale, si intenderà preventivare una gestione con controllo sia agronomico che chimico, quest'ultimo in linea con **Norme eco sostenibili per la difesa fitosanitaria e il controllo delle infestanti delle colture agrarie nella Regione Puglia - aggiornamento 2021** (Determinazione del Dirigente Sezione Osservatorio Fitosanitario 21 aprile 2021, n. 32. BURP- n. 60 del 29-4-2021).

Nel conto colturale sarà previsto un costo del diserbo chimico calibrato sulla elevata probabilità che attacchi di muffe (fungo), tripidi, crociere (coleottero), ed ipoptya (lepidottero), si verifichino a partire dal II anno di ciclo produttivo, porgendo ascolto alle esperienze degli asparagicoltori locali.

Poiché non vi sono dati di risposta della pianta di asparago in termini di difesa/suscettibilità/tolleranza laddove sia in "consociazione" con pannelli fotovoltaici, è necessario



presumere di dover fare interventi ripetuti nel tempo con cadenza regolare; nulla impedisce però che ci siano condizioni di interazioni favorevoli (effetto positivo della presenza dei pannelli fotovoltaici sulla risposta fitosanitaria di asparago in parco agrovoltaiico).

### **Controllo chimico fitosanitario**

- **I anno**

Costo dei fitofarmaci (150 €/ha)

Costo della manodopera (10 h/ha; 13 €/h; 130 €/ha)

Costo del gasolio (100 L/ha; 1 €/L; 100 €/ha)

**Costo complessivo del Controllo chimico fitosanitario = 380 €/ha = (150 + 130 + 100) €/ha**  
(prodotti) + (manodopera) + (gasolio)

- **dal II anno**

Costo dei fitofarmaci (400 €/ha)

Costo della manodopera (18 h/ha; 13 €/h; 234 €/ha)

Costo del gasolio (100 L /ha; 1 €/L; 100 €/ha)

**Costo complessivo del Controllo chimico fitosanitario = 734 €/ha = (400 + 234 + 100) €/ha**  
(prodotti) + (manodopera) + (gasolio).



## **20. SFALCIO DELLA VEGETAZIONE**

Al termine di ciascuna stagione vegetativa, la fronda delle piante deve essere tagliata raso terra, allontanata dal campo e bruciata. In tal modo si riduce la propagazione delle malattie fungine (spore di ruggine e stemfiliosi), parassitarie di origine animale (uova dell'afide dell'asparago e di criocere); inoltre si determina la morte di numerosi semi di erbe infestanti.

L'opportunità di lasciare la vegetazione sul terreno al fine di un ritorno di sostanza organica nella terra, deve essere attentamente valutata. Si può affermare che è alquanto sconsigliata, per il notevole aumento del potenziale di inoculo delle malattie (ruggine e stemfiliosi).

L'asportazione della vegetazione ormai secca per ridurre il rischio di patologie anche gravi (ruggine e stemfiliosi) è piuttosto onerosa, dato che bisogna prima sfalciare la vegetazione, poi asportarla caricandola su rimorchi o utilizzando carri raccoglitori.

Tra le innovazioni vi è la messa a punto di una attrezzatura che consente la pulizia completa dell'asparagiaia in un solo passaggio, con un macchinario appositamente costruito da Officina Mingozzi di Argenta (Fe) specializzata nella costruzione di apparecchiature. La macchina è costituita da due elementi distinti, il trinciasarmenti e l'apparecchiatura per il pirodiserbo.



## 20.1 Costi per l'eliminazione parte aerea/pianta

Questa operazione colturale consiste in uno sfalcio della parte aerea, che è meno impegnativo al I anno, più impegnativo negli anni a seguire in seguito alla notevole biomassa della pianta, mentre all'ultimo anno (X), questa operazione consiste nella estirpatura totale pianta.

### Il I anno

manodopera (30 h/ha; 13 €/h; 390 €/ha) + costo gasolio (25 L /ha; 1 € /L; 25 €/ha) = 415 €/ha;

### Dal II anno al IX anno

manodopera (40 h/ha; 13 €/h; 520 €/ha) + costo gasolio (35 L /ha; 1 €/L; 35 €/ha) = 555 €/ha;

### Il X anno

manodopera estirpatura totale dell'impianto (50 h/ha; 13 €/h; 650 €/ha) + costo gasolio (40 L/ha; 1 €/L; 40 €/ha) = 690 €/ha;

Si rammenta che laddove fosse brevettata e disponibile la macchina per l'estirpazione meccanica (trinciasarmenti + pirodiserbo), il costo della estirpatura totale dell'impianto diminuirebbe notevolmente. Al momento, la macchina che garantisce lo sfalcio totale con l'utilizzo del principio fisico del fuoco si sta testando in altri territori e non è ad oggi presente e collaudata nei nostri terreni.





Macchina specializzata combinata (trinciasarmenti e pirodiserbo)

## 21. PANORAMA VARIETALE

Il turione, fuoriuscito dal terreno, si presenta con forma allungata e spessa, con foglioline a scaglie nella parte apicale. Quando non è ancora spuntato dal terreno, esso è bianco, tozzo, con l'apice tondeggiate, mentre quando esce dalla terra diventa sempre più rosato fino a diventare violaceo e poi verde per effetto della fotosintesi. Quindi, il termine asparago bianco, verde, viola non identifica varietà a diversa colorazione, bensì gruppi di cultivar, il cui colore è determinato sia da caratteristiche pigmentarie della varietà, sia da particolari sistemi di coltivazione.

L'asparago verde è costituito da un gruppo di varietà (tradizionali e non), i cui turioni emergono dal suolo e sono quindi ben esposti alla luce. Leggermente amarognolo rispetto all'asparago bianco, con un valore aggiunto di vitamina "C", questa tipologia rappresenta l'80% della produzione italiana, il 100% di quella pugliese (foggiana).

L'asparago viola comprende un gruppo di varietà con colorazione più o meno violetta. Come per l'asparago verde, i turioni emergono dal suolo, tranne nel tratto basale dove il gambo rimane



bianco. Questo gruppo di cultivar sta accompagnando sempre più spesso le coltivazioni dell'asparago verde, contribuendo ad una piccola diversificazione certamente utile a soddisfare gruppi diversi di consumatori.

L'asparago bianco, prodotto quasi esclusivamente nel Nord d'Italia e in particolare in Veneto, Friuli e Trentino, è infatti ottenuto mediante una particolare sistemazione del terreno, che impedisce ai turioni l'esposizione al sole. Questa categoria di asparagi, anticamente molto apprezzata, richiede particolari cure e, soprattutto, una raccolta esclusivamente manuale che causa una notevole incidenza sul prezzo. Prodotto meno fibroso, più delicato e dolce degli asparagi colorati, l'asparago bianco occupa oggi una fetta di mercato di nicchia e gode, in alcune aree, del marchio di Indicazione Geografica Protetta (IGP), come nel caso dell'Asparago Bianco di Cimadolmo in provincia di Treviso, e del marchio di Denominazione di Origine Protetta (DOP), come nel caso dell'Asparago Bianco di Bassano in provincia di Vicenza. La produzione sia verde che bianco dell'Asparago di Badoere (Padova, Treviso, Venezia), e dell'Asparago di Cantello (Varese), gode del marchio IGP (**Regolamento UE n. 1151/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 novembre 2012 – Aggiornamento 12 febbraio 2020 - Elenco delle denominazioni italiane, iscritte nel Registro delle denominazioni di origine protette, delle indicazioni geografiche protette e delle specialità tradizionali garantite**).

In generale, il panorama varietale dell'asparago è oggi piuttosto limitato. Sono note oltre 300 varietà di questo ortaggio, ma vengono coltivate solo quelle che danno buone garanzie in termini di calibro e pezzatura uniforme. Si tratta di nuove varietà che hanno soppiantato, nella provincia di produzione, cultivar più tradizionali. Dagli anni settanta si è verificata una progressiva sostituzione



delle varietà autoctone con varietà ibride; in particolare ibridi costituiti in Francia, Olanda, Germania, che hanno preso piede in particolare nel Nord, ed ibridi californiani, che si sono diffusi a Sud della Penisola.

L'intensa attività di miglioramento genetico nazionale ed internazionale ha mirato alla costituzione di ibridi "interamente maschili" al fine di ottenere alcuni punti fermi della coltivazione: adattamento alle condizioni pedoclimatiche delle diverse aree di coltivazione, l'elevata suscettibilità alle malattie della zona, l'aumento della produzione per ettaro, ed il miglioramento della qualità del turione.

Nel comprensorio pugliese (foggiano) dell'asparago verde si utilizzano principalmente le varietà Grande dioico, Atlas (dioico di costituzione californiana), Italo (dioico), ben adattate a climi caldi del centro-sud Italia, e idonei alla produzione a verde. Nei nostri terreni viene coltivata soprattutto una varietà ibrida di provenienza californiana, quale la varietà **UC 157 F1**. È un Ibrido di origine USA, ben conosciuto in tutti i mercati già da molti anni, con ciclo precocissimo, le cui caratteristiche di consistenza e la predisposizione alla raccolta meccanica, lo rendono idoneo per la produzione a verde per mercato fresco e industria. Il Turione è uniforme e liscio con apice ben chiuso, di buona pezzatura (sopra i 20 gr. di peso medio) e calibro medio. È una varietà resistente al *Fusarium*, una cultivar predominante in California, Perù, Messico e in altre zone con condizioni climatiche che variano da temperature moderate a temperature molto calde. Utilizzabile sia per la produzione di asparago verde che bianco.



## 21.1 Scelta varietale

Negli ultimi tempi, ha riscosso grande diffusione una varietà particolarmente indicata per la produzione di asparagi verdi in aree a clima caldo o mediterraneo. Ben adattata alle condizioni climatiche del Sud Italia (**Vegalim**, di costituzione olandese) essa si caratterizza per una buona percentuale di prodotto di calibro superiore a 12 mm, con turioni perfettamente lisci di forma cilindrica, con apice perfettamente serrato. La pianta si presenta molto vigorosa, rustica, di buona resistenza alle malattie delle foglie.

In sintesi poiché sono state abbondante le varietà locali e poiché l'asse si è spostato sull'impiego di ibridi dioici di nuova costituzione (sia americana che olandese), si ritiene opportuno scegliere un genotipo che sia un ibrido ma 100% maschile. In sintesi, gli ibridi maschili rispetto agli ibridi dioici sono più precoci nel risveglio vegetativo, più produttivi, più vigorosi, più resistenti alle malattie, e più longevi; inoltre, presentano una produzione di calibro più omogenea dalla base all'apice, sezione circolare del turione ed apice più compatto.

Tra gli ibridi 100% maschili, in questo contesto di "consociazione" con pannelli fotovoltaici, si propone l'impiego di un genotipo di costituzione olandese, **Vegalim**, porgendo ascolto agli asparagicoltori del nostro territorio che lo hanno già testato in coltivazione tradizionale nel territorio, per il quale riportano i pregi sopraelencati legati alla sua costituzione di base (ibrido maschile).

In questo contesto di "consociazione" con pannelli fotovoltaici, **Vegalim** potrebbe esprimere al meglio le sue caratteristiche produttive e qualitative, data la rusticità, la sua elevata capacità di



resistere a stress biotici e abiotici (temperatura, luminosità, etc), la sua buona resistenza alle avversità biotiche (crittogame, fitofagi) ed il suo essere ben adattato al clima caldo o mediterraneo, in generale alle condizioni climatiche del Sud Italia. Inoltre, l'altezza della pianta di questa varietà laddove si parta da piantine da seme, non supera i 200 cm.

È un genotipo particolarmente indicato per la produzione di asparagi verdi, si caratterizza per una buona percentuale di prodotto di calibro superiore a 12 mm, con turioni perfettamente lisci di forma cilindrica, con apice perfettamente serrato.

## **22. PRODUZIONE E RACCOLTA**

La raccolta è scalare e si effettua giornalmente o a giorni alterni, manualmente con apposito coltello a sgorbia, quando il turione è emerso per 10-12 cm nella coltivazione dell'asparago verde. Nel caso della coltivazione dell'asparago bianco, quindi in caso di imbianchimento con rinalzata del terreno, si raccoglie non appena il turione spunta dalla baulatura (sopracitata).

La raccolta dell'asparago verde si protrae per 15-20 settimane (febbraio-giugno) ma la massima performance si ha in 8-10 settimane (due mesi, marzo-maggio), con rese assai variabili a seconda della zona e delle condizioni di coltivazione, 5-10 t/ha.





La raccolta meccanica può essere effettuata con macchinari agevolatori, che hanno i raccoglitori in apposite postazioni, in modo da permettere a loro di lavorare restando seduti.



Per la destinazione dell'asparagiaia all'industria conserviera, vengono utilizzate macchine che possono operare automaticamente raccolta e una selezione. Sono macchine a "lavoro integrale",



tagliano il turione ad una certa profondità, sollevandolo e convogliandolo su dei nastri trasportatori, che a loro volta portano i turioni in appositi contenitori. Il prodotto raccolto con questi macchinari si addice all'industria conserviera, perché i turioni non si presentano con una forma ottimale.

L'idea consolidata è che la raccolta vada eseguita nel modo tradizionale, cioè a mano con l'impiego di macchine agevolatrici, poichè si punta a produzioni di pregio di asparago verde da consumo fresco. È noto che vi sono macchine a "lavoro integrale", ma il prodotto raccolto con questi macchinari si addice all'industria conserviera, perché i turioni non si presentano con una forma ottimale. Pertanto, saranno previsti i seguenti costi:

### **Costo della raccolta a partire dal II anno**

Costo della manodopera (600-800 h/ha; 13 €/h con un totale di circa **8.000-10.000 €/ha** (circa 80-100 giorni di raccolta annui)

#### **22.1 Gestione post-raccolta**

Nell'asparagiaia con destinazione mercato fresco, dopo la raccolta, i turioni sono selezionati, divisi in scarto e commerciabili. Quelli commerciabili a loro volta vengono suddivisi in classi commerciali, in funzione di calibro, lunghezza, presentazione. Una volta selezionati vengono suddivisi in mazzetti composti da 10-15 turioni omogenei per calibro.

**Categoria Extra.** I turioni devono essere diritti, con la punta ben serrata e completamente verdi. Nello stesso mazzo o imballaggio il diametro minimo misurato a metà della lunghezza è 3 mm con una differenza massima di 8 mm tra il turione più grosso e quello più sottile. **Categoria I.** I turioni



devono essere ben formati, verdi per almeno l'80% della lunghezza, con la punta serrata; possono essere leggermente incurvati. Sono ammesse leggere tracce di ruggine e un inizio di lignificazione alla base. Il diametro minimo è di 3 mm con una differenza massima di 8 mm tra il turione più grosso e quello più sottile.

**Categoria II.** I turioni possono avere una forma meno regolare, più curvi, verdi su almeno il 60% della lunghezza, con la punta meno serrata. Sono ammesse tracce di ruggine un po' più evidenti ed i turioni possono essere leggermente legnosi. Il diametro minimo è di 3 mm e non è prevista omogeneità di calibro.

Nei nostri territori queste operazioni che mirano alla definizione della qualità commerciale (cernita, divisione in calibro/lunghezza del turione, verifica della forma dell'apice, danni da fisiopatie, fitofadi, crittogame su turioni) oltre che il confezionamento in mazzetti, avvengono in centri specializzati (cooperative di produttori). Pertanto la produzione dell'asparago prodotto in questa idea progettuale di agrovoltaioco sarà affidata al *know-how* del territorio, consolidato da oltre venticinque anni.

La commercializzazione dei turioni viene fatta suddividendo in mazzetti composti da 10-15 turioni omogenei per calibro.

Entro poche ore dal taglio i turioni vanno conferiti al magazzino di lavorazione per evitare il rapido avvio dei processi metabolici che portano all'aumento della fibrosità ed alla disidratazione. Per lo stesso motivo, in attesa della lavorazione, i turioni devono essere conservati a 4-6 °C, sottoposti ad



idrorefrigerazione subito dopo e conservati a 2-4 °C fino al consumo che deve avvenire entro 8-10 giorni.

Pertanto, occorrerà prevedere I seguenti costi:

### a partire dal II anno

Costo del trasporto del materiale raccolto dal campo nei centri specializzati di cui sopra:

- costo del gasolio (1 L/ha; 1 €/L; 1 €/ha) x (100 giorni di raccolta all'anno) = **100 €/ha**

Costo di cernita, lavaggio e confezionamento, e condizionamento, non imputabili al produttore:

- costo della manodopera (300 h/ha; 13 €/h); **3.900 €/ha**
- costo del condizionamento (100 h/ha; 13 €/h); **1.300 €/ha**

## 23. LE PROPRIETÀ DELL'ASPARAGO

L'asparago aiuta a rendere il sangue più fluido, è uno stimolante intestinale ed ha notevoli proprietà diuretiche e lassative; facilita l'organismo ad espellere le scorie metaboliche tramite l'urina. È utile consumarlo quindi in caso di costipazione, ritenzione idrica e cellulite. L'asparago è antinfiammatorio e ipocalorico. 1 etto di asparagi fornisce solo 20 calorie, quindi sono adatti nelle diete dimagranti. Inoltre fanno bene all'umore perché ricchi di triptofano, un aminoacido che serve per sintetizzare la serotonina, cioè il neurotrasmettitore della felicità. Il prodotto delle tipologie "verdi" è di forma cilindrica con apice più appuntito, di colore verde, con sfumature rosso-violetto all'estremità apicale.



Nello specifico, si riportano i valori nutrizionali dell'asparago (100 g; 41 kcal): 87,5 g di acqua, 5,1 g di proteine, 0,3 g di grassi, 4,7 g di carboidrati (sito INRAN-tabelle nutrizionali).

Recentemente, il Centro Ricerche per la Nutrizione dell'Università di Bologna ha affermato che l'asparago, rispetto agli altri ortaggi è tra i più ricchi di fibra ed ha quantità di grassi, proteine e zuccheri molto ridotte, mentre è particolarmente ricco di minerali essenziali come il calcio, il fosforo, il magnesio e il potassio.

Da evidenziare anche l'alto contenuto di antiossidanti, di vitamina A, K, B6, C e acido folico.

## **24. QUALITÀ DEL PRODOTTO**

L'asparago verde è una delle verdure con il più alto contenuto di fenoli (Pellegrini et al., 2003) che sono i principali responsabili delle attività antiossidanti di questo prodotto (Rodríguez et al., 2005). Mostra la maggiore capacità antiossidante tra gli ortaggi più comunemente consumati in Italia (Pellegrini et al., 2003) e USA (Vinson et al., 1998).

Le forti proprietà antiossidanti dell'asparago verde (Lee et al., 2014; Solana et al., 2015) hanno potenziali benefici per la salute umana, inclusa la riduzione del rischio di cancro, malattie cardiovascolari, malattie cerebrovascolari e altre malattie (Hafizur et al. , 2012; Wang et al., 2013; Zhong et al., 2015).



## 25. TABELLA DEI COSTI IN FASE D'IMPIANTO

	<b>COSTI PER ETTARO DA SOSTENERE IL 1° ANNO</b>	<b>TOTALE NEI 27 ETTARI</b>
<b>Costo del Trapianto (piantine + manodopera)</b>	5.700,00 €	153.900,00 €
<b>Tecniche di micorizzazione (biostimolante + manodopera)</b>	230,00 €	6.210,00 €
<b>Lavorazione x preparazione terreno (rif. paragrafo n. 15 - Relazione Peda-Agronomica)</b>	447,00 €	12.069,00 €
<b>Diserbo chimico + Diserbo meccanico (rif. paragrafo n. 16 - Relazione Peda-Agronomica)</b>	313,00 €	8.451,00 €
<b>Concimazione (rif. paragrafo n. 17 - Relazione Peda-Agronomica)</b>	1.850,00 €	49.950,00 €
<b>Costo complessivo degli interventi irrigui (rif. paragrafo n. 18 - Relazione Peda-Agronomica)</b>	1.500,00 €	40.500,00 €
<b>Difesa della coltura (rif. paragrafo n. 19 - Relazione Peda-Agronomica)</b>	380,00 €	10.260,00 €
<b>Salficio della coltura (rif. paragrafo n. 20 - Relazione Peda-Agronomica)</b>	415,00 €	11.205,00 €
<b>TOTALE</b>	<b>10.835,00 €</b>	<b>292.545,00 €</b>
<b>COSTI FISSI</b>	<b>128.970,00 €</b>	<b>128.970,00 €</b>
stazione agrometereologica + datalogger	5.000 €	
stazione di filtrazione	16.000 €	
sistema di fertirrigazione	10.000 €	
vasche di fertilizzanti solubili e acidi	4.000 €	
interfaccia fertirrigatore, vasche fertilizzanti, filtrazione, stazione metereologica + software	1.000 €	
elettrovalvole+pompe	3.000 €	
Tubazioni+Manodopera posa	40.770 €	
struttura (prefabbricato)	14.000 €	
Analisi ACQUA + SUOLO	200,00 €	
Pozzo Artesiano	35.000 €	
<b>TOTALE COSTI FISSI + 1° ANNO NEI 27 HA</b>		<b>421.515,00 €</b>



## 26. TABELLA RIEPILOGATIVA DEI COSTI

	Anni	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	COSTI NEI 10 ANNI/ha
	<b>Costi fissi</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stazione agrometeorologica + datalogger	5.000 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stazione di filtrazione	16.000 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sistema di fertirrigazione	10.000 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Vasche di fertilizzanti solubili e acidi	4.000 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Interfaccia fertirrigatore, vasche fertilizzanti, filtrazione, stazione meteorologica + software	1.000 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Elettrovalvole + pompe	3.000 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Struttura (prefabbricato)	14.000 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tubazioni + Manodopera posa	40.770 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pozzo Artesiano	35.000 €	-	-	-	100 €	-	-	100 €	-	-	-	
Analisi acqua	100 €	-	-	-	100 €	-	-	100 €	-	-	-	
Analisi Terreno	100 €											
Controllo efficienza sistema	-	0 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	-	
Trapianto (materiale propagazione)	-	4.400 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trapianto (manodopera)	-	1.300 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Micorrizzazione	-	230 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Irrigazioni (costo consumo acqua)	-	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	
Concimazione di Fondo (inclusa manodopera)	-	500 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fertirrigazioni	-	1.350 €	1.350 €	1.350 €	1.350 €	1.350 €	1.350 €	1.350 €	1.350 €	1.350 €	1.350 €	
Lavorazioni (inclusa manodopera)	-	447 €	255 €	255 €	255 €	255 €	255 €	255 €	255 €	255 €	255 €	
Diserbo chimico (inclusa manodopera)	-	160 €	180 €	180 €	180 €	180 €	180 €	180 €	180 €	180 €	180 €	
Diserbo meccanico (inclusa manodopera)	-	153 €	206 €	206 €	206 €	206 €	206 €	206 €	206 €	206 €	206 €	
Difesa chimica (inclusa manodopera)	-	380 €	734 €	734 €	734 €	734 €	734 €	734 €	734 €	734 €	734 €	
Sfalcio coltura	-	415 €	755 €	755 €	755 €	755 €	755 €	755 €	755 €	755 €	0 €	
Estirpazione coltura	-	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	690 €	
Raccolta (manodopera + trasporto)	-	0 €	8.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	8.000 €	
<b>Totale</b>	<b>128.970 €</b>	<b>10.835 €</b>	<b>13.110 €</b>	<b>15.110 €</b>	<b>15.310 €</b>	<b>15.110 €</b>	<b>15.110 €</b>	<b>15.310 €</b>	<b>15.110 €</b>	<b>15.110 €</b>	<b>12.915 €</b>	<b>143.030 €</b>



## 26.1 Tabella dettaglio Costi Manodopera

ORE Manodopera	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	TOTALE ORE IN 10 ANNI
Anno	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Posa in opera tubazioni interrante	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Controllo efficienza servizio	-	10	10	10	10	10	10	10	10	-	
Trapianto	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aratura – Lavorazione Impianto	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fresatura - Lavorazione Impianto	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Erpicatura	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Sarchiatura	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Diserbo chimico	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Diserbo meccanico	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Difesa fitosanitaria – controllo chimico	10	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Sfalcio/Estirpatura	30	40	40	40	40	40	40	40	40	50	
Raccolta	-	700	700	700	700	700	700	700	700	600	
	<b>230</b>	<b>795</b>	<b>695</b>	<b>7285</b>							
<b>COSTO (13€/h) manodopera/anno/ettaro</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>TOTALE COSTO manoperara/anno/ettaro</b>
Posa in opera tubazioni interrante	780 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Controllo efficienza servizio	0 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	130 €	0 €	
Trapianto	1.300 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Aratura – Lavorazione Impianto	52 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Fresatura - Lavorazione Impianto	65 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	
Erpicatura	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	
Sarchiatura	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	
Diserbo chimico	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	65 €	
Diserbo meccanico	78 €	156 €	156 €	156 €	156 €	156 €	156 €	156 €	156 €	156 €	
Difesa fitosanitaria – controllo chimico	130 €	234 €	234 €	234 €	234 €	234 €	234 €	234 €	234 €	234 €	
Sfalcio/Estirpatura	390 €	520 €	520 €	520 €	520 €	520 €	520 €	520 €	520 €	650 €	
Raccolta	0 €	9.100 €	9.100 €	9.100 €	9.100 €	9.100 €	9.100 €	9.100 €	9.100 €	7.800 €	
	<b>2.990 €</b>	<b>10.335 €</b>	<b>9.035 €</b>	<b>94.705 €</b>							
Numero di giornate lavorative (da 7 ore)											Totale giornate nei 10 anni
cereali/ha	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
cereali nei 27 ettari	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	1080
asparago/ha	33	114	114	114	114	114	114	114	114	99	1041
asparago nei 27 ettari	887	3066	3066	3066	3066	3066	3066	3066	3066	2681	28099



## 27. TABELLA DEI RICAVI

Produzioni		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	RICAVO NEI 10 ANNI/ha
ton/ha		10	12	12	12	12	12	12	12	12	10	
euro/kg		2,5 €	2,5 €	2,5 €	2,5 €	2,5 €	2,5 €	2,5 €	2,5 €	2,5 €	2,5 €	
euro/q		250 €	250 €	250 €	250 €	250 €	250 €	250 €	250 €	250 €	250 €	
euro/ton		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	
		25.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	25.000 €	290.000 €
<b>GUADAGNO (Ricavi - Costi)</b>		14.165 €	16.890 €	14.890 €	14.690 €	14.890 €	14.890 €	14.690 €	14.890 €	14.890 €	12.085 €	146.970 €



## 28. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto riportato in precedenza, in relazione alle basi tecnico-scientifiche per la scelta della coltura in un parco agrovoltaico, si ipotizza una asparagiaia in “consociazione” con pannelli fotovoltaici su suolo. In particolare, si è presa in considerazione la coltivazione di asparago verde in pieno campo, poiché il parco agrovoltaico sarà realizzato in un territorio che presenta da oltre trent’anni una forte vocazionalità per questa coltura. Inoltre, la competenza in questo settore è altamente consolidata sul territorio per la presenza di operatori locali di elevata esperienza, che potrebbero fungere, in un certo senso, da “facilitatori” per rendere più agevole lo sviluppo dell’idea progettuale.

Si ribadisce che ad oggi non vi è letteratura scientifica che attesti le risposte di colture orticole, in particolare di quelle poliennali come l’asparago, alle condizioni di crescita in parco agrovoltaico.

Le scelte che si propongono in questa idea progettuale sono mirate alla realizzazione di una produzione di pregio, di asparago verde in pieno campo da destinare al mercato per il consumo fresco.

Si fa presente che la soluzione di “consociare” il fotovoltaico con la coltivazione dell’asparago non avrà alcun effetto negativo in quanto a sottrazione di suolo agricolo, anzi, la notevole portata economica dell’investimento (superiore ai 420.000 €) necessario all’impianto di questo tipo di ortaggio, difficilmente potrebbe essere sostenuta dagli operatori agricoli locali quindi rappresenta una grande opportunità economica e di crescita occupazionale per il territorio.



La domanda di energia da fonti rinnovabili cresce di giorno in giorno, anche nel mondo agricolo, alla ricerca di una sostituzione dell'energia ottenuta attualmente da fonti fossili (o dal nucleare). Alcune fonti rinnovabili necessitano di impiantistica che si sviluppa su superfici estremamente vaste, ed è questo il caso del fotovoltaico. Ad oggi esso si è sviluppato sugli edifici e sulle infrastrutture civili senza però poter garantire l'abbandono delle fonti fossili. Successivamente, il fotovoltaico si è sviluppato su suolo, soprattutto in aree rurali marginali (e non), sottraendo ampie superfici agrarie e partendo da un presupposto errato cioè che i terreni agrari fossero illimitati. Esso però ha contribuito, insieme a processi di urbanizzazione, cementificazione e infrastrutturazione, e insieme ai cambiamenti climatici, ad ampliare enormemente le problematiche legate all'erosione dei suoli, al processo di desertificazione, e in generale alla perdita del bene "suolo". L'espansione su suoli arabili del fotovoltaico quindi non appare una strategia sostenibile e percorribile.

I massimi sforzi oggi devono essere incanalati affinché il fotovoltaico sia "integrato/consociato" con l'attività agricola, mirando alla produzione di cibo, al preservare la risorsa suolo, e a generare ricadute occupazionali nel mondo dell'agricoltura sostenibile. Portando le colture nel parco solare si otterrebbe da un lato l'approvvigionamento di una importantissima fonte di energia rinnovabile e dall'altro l'impiego della risorsa suolo in modo più efficiente e sostenibile.

Per realizzare un sistema agrovoltaico, la coltura, le operazioni colturali e il relativo prodotto alimentare, sono un punto cardine al fine di ottenere un adeguato reddito agricolo dalla superficie del parco, che diversamente rappresenterebbe o un'area incolta o un'area dedita alla coltivazione



di un cereale, che non comporterebbe elevate ricadute occupazionali e non produrrebbe una elevata redditività.

Il presente progetto mira alla “consociazione” di asparago nel parco agrovoltaico, una coltura che di contro comporta enormi ricadute occupazionali. Si ricorda che per le operazioni colturali di una asparagiaia in piena produzione, il numero delle giornate lavorative è di oltre 120, e durante l'intero ciclo colturale (dieci anni al minimo), ci sarebbe una ricaduta occupazionale di oltre 1000 giornate, di gran lunga superiori alle 4 giornate annue (40 in un decennio) di una pari superficie di una coltura cerealicola standard dei nostri territori come il grano duro.

Nel caso del presente progetto di 27 ettari di parco agrovoltaico, l'asparagiaia garantirebbe una ricaduta occupazionale di quasi 3100 giornate annue, senza considerare l'indotto (post-produzione come cernita, lavaggio, confezionamento).



## 29. Bibliografia

**Orticultura.** V. Bianco, F. Pimpini. Patron Editore.

**Orticultura. Principi e Pratica.** Alberto Pardossi, Pietro Santamaria, Luca Incrocci, Giorgio Prosdocimi Cianquinto. Edagricole.

**Centro Servizi Ortofrutticoli – CSO.** <https://www.csoservizi.com/focus-prodotti/asparagi/> - consultato il 10.01.2022

**Istat, 2021.** [https://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP\\_COLTIVAZIONI#](https://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP_COLTIVAZIONI#)

**Faostat, 2017.** [www.fao.org](http://www.fao.org). - consultato il 10.10.2021

**Sistema di Informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica. Sinab.** [www.sinab.it](http://www.sinab.it). - consultato il 10.10.2021

**Wang, J., Liu, Y., Zhao, J., Zhang, W., Pang, X., 2013.** Saponins extracted from by-product of *Asparagus officinalis* L. suppresses tumour cell migration and invasion through targeting Rho GTPase signaling pathway. *J. Sci. Food Agric.* 93, 1492–1498.

**Hafizur, R.M., Kabir, N., Chishti, S., 2012.** *Asparagus officinalis* extract controls blood glucose by improving insulin secretion and  $\beta$ -cell function in streptozotocin-induced type 2 diabetic rats. *Br. J. Nutr.* 108, 1586–1595.

**Rodríguez, R., Jaramillo, S., Rodríguez, G., Espejo, J.A., Guillén, R., Fernández-Bolaños, J., Heredia, A., Jiménez, A., 2005.** Antioxidant activity of ethanolic extracts from several *Asparagus* cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 53, 5212–5217.

**Vinson, J.A., Hao, Y., Su, X., Zubik, L., 1998.** Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 46, 3630–3634.

**Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., Brighenti, F., 2003.** Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J. Nutr.* 133, 2812–2819.

**Lee, J.W., Lee, J.H., Yo, I.H., Gorinstein, S., Bae, J.H., Ku, Y.G., 2014.** Bioactive compounds, antioxidant and binding activities and spear yield of *Asparagus officinalis* L. *Plant Foods Hum. Nutr.* 69, 175–181. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0418-9>

**Solana, M., Boschiero, I., Dall'Acqua, S., Bertucco, A., 2015.** A comparison between supercritical fluid and pressurized liquid extraction methods for obtaining phenolic compounds from *Asparagus officinalis* L. *J. Supercrit. Fluids* 100, 201–208.

**Zhong, C., Jiang, C., Xia, X., Mu, T., Wei, L., Lou, Y., Bi, X., 2015.** Antihepatic fibrosis effect of active components isolated from green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) involves the inactivation of hepatic stellate cells. *J. Agric. Food Chem.* 63, 6027–6034. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01490>.

**Conversa et al, 2019.....**

