



REGIONE SICILIA
 PROVINCIA DI CALTANISSETTA
 COMUNE DI GELA



PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI GELA (CL)
 IN LOCALITÀ TIMPAZZO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE
 NEI COMUNI DI GELA (CL) E BUTERA (CL)

DI POTENZA PARI A **29.877,12 kWp**
 DENOMINATO "**GELA TIMPAZZO**"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE AGRONOMICA DESCRITTIVA



**IMPIANTO
 AGRIVOLTAICO
 AVANZATO**

**LAOR
 (Land Area
 Occupation Ratio)
 19%**

LIV. PROG.	COD. PRATICA TERNA	CODICE ELABORATO	TAVOLA	DATA	SCALA
PD	202202363	RS09REL0022A1	-	31/10/2023	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

HF SOLAR 14 S.r.l.

Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

ENTE

 FIRMA RESPONSABILE

PROGETTAZIONE

HORIZONFIRM

Ing. D. Siracusa
 Ing. A. Costantino
 Ing. C. Chiaruzzi
 Ing. G. Schillaci
 Ing. G. Buffa
 Ing. M.C. Musca

Arch. M. Gullo
 Arch. S. Martorana
 Arch. F. G. Mazzola
 Arch. A. Calandrino
 Arch. G. Vella
 Dott. Agr. B. Miciluzzo

PROFESSIONISTA INCARICATO

 FIRMA DIGITALE PROGETTISTA

 FIRMA OLOGRAFA E TIMBRO
 PROGETTISTA

HORIZONFIRM S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

IL PROGETTO.....	2
SCELTA DELLE SPECIE VEGETALI	5
CARDO.....	6
CANNUCCIA	12
RICINO	18
SOMMACCO	23
APICOLTURA.....	27
CONCLUSIONI.....	35

IL PROGETTO

Dopo attente analisi delle caratteristiche pedoclimatiche e della vocazione agricola della zona, sarà attuato un progetto integrato con il posizionamento delle strutture fotovoltaiche al di sopra delle colture esistenti.

Tali misure nello specifico riguardano:

- Realizzazione di un impianto di **Cardo** da insilato all'interno del parco agrivoltaico e di **Cannuccia di palude** all'esterno, nelle aree relitte, a scopi energetici;
- l'utilizzo di micorrizze e rizobatteri e relative tecniche di propagazione in sito, al fine di azzerare gli input chimici esterni;
- l'allevamento di api stanziali per incrementare la sostenibilità ambientale;
- l'inserimento sulle recinzioni di essenze arbustive autoctone (**Ricino** e **Sommacco**).

In fase esecutiva, si potranno eventualmente fare scelte migliorative, qualora le filiere locali per la destinazione del prodotto richiedessero alcune variazioni.

Impianto di colture fitodepurative

Il sito in oggetto è collocato a ridosso della discarica Timpazzo, attualmente in attività; pertanto, nel tempo, si è verificato un accumulo di metalli pesanti nei terreni. Per tale motivo, la volontà di riprendere la vocazione agricola dell'area deve combinarsi con la volontà di introdurre coltivazioni per uso non alimentare, nonché coltivazioni con abilità di fitorimediazione, in modo da ripulire il suolo da elementi contaminanti.

Gli obiettivi da raggiungere sono:

- Stabilità del suolo attraverso una copertura permanente e continua della vegetazione erbacea;
- Miglioramento della fertilità del suolo;
- Tipologia di attività agricola che non crea problemi per la gestione e manutenzione dell'impianto agrivoltaico;
- Operazioni colturali agricole semplificate e ridotte di numero;
- Favorire la biodiversità creando anche un ambiente idoneo per lo sviluppo e la diffusione di insetti pronubi.

1. Le fitotecnologie

Le fitotecnologie sono strumenti di ripristino ambientale che si servono di piante erbacee o alberi per il trattamento di contaminanti come metalli pesanti, elementi radioattivi e composti organici nel suolo, nelle acque di falda, nelle acque superficiali ed in scarichi di origine agricola, civile o industriale (Baker et al., 1991; Raskin et al., 1997; Wenzel et al., 1999). Alcune di queste tecnologie sono diventate interessanti alternative dei sistemi di depurazione e bonifica convenzionali, grazie ai costi relativamente bassi e alle caratteristiche estetiche dei siti trattati.

Alla base delle fitotecnologie vi è l'insieme dei processi biologici, chimici e fisici che permettono l'assorbimento, il sequestro, la biodegradazione e la metabolizzazione dei contaminanti, sia ad opera delle piante, che dei microrganismi della rizosfera.

La scelta della specifica fitotecnologia da usare nei confronti di un certo contaminante non dipende solo dalla forma chimica e dal tipo di substrato su cui si interviene, ma è anche condizionata dagli obiettivi dell'intervento: contenimento, stabilizzazione, sequestro o degradazione del contaminante. Quando l'obiettivo è la degradazione del contaminante in composti meno pericolosi, o la sua totale eliminazione, si parla di fitorimedio.

1.1 VANTAGGI DELLE FITOTECNOLOGIE

Costi limitati – Si è stimato che le fitotecnologie siano meno costose degli altri interventi di bonifica (ITRC, 2001).

Applicabilità – si applicano in contesti ove le altre tecnologie di bonifica non sarebbero ugualmente efficienti : nella rimozione di basse concentrazioni di contaminante su aree estese e su siti contaminati da più inquinanti, spesso mescolati tra loro.

Percezione positiva da parte degli utenti – Aumento del valore estetico dell'area e riduzione di rumori e cattivi odori.

Limitazione dell'effetto serra – Assorbimento di anidride carbonica.

Produzione di energia rinnovabile – Potenziale recupero di energia dalle biomasse.

1.2 LIMITI DELLE FITOTECNOLOGIE

Profondità delle radici – Il range di azione sul contaminante dipende dall'estensione del sistema radicale di ogni pianta.

Applicabilità – L'applicazione delle fitotecnologie è spesso limitata a siti con livelli di contaminazione medio-bassa.

Durata del trattamento – L'applicazione delle fitotecnologie è relativamente lenta, in confronto ad altri processi di bonifica.

Stagionalità – L'efficienza delle piante decidue viene drasticamente ridotta durante il periodo non vegetativo.

1.3 Rizorimedia

Il rizorimedia è una tecnica specifica di fitorimedia, nella quale il trattamento della contaminazione si svolge a livello radicale, grazie all'associazione simbiotica di piante e microrganismi. Complesse interazioni che coinvolgono radici, essudati radicali, suolo della rizosfera e microrganismi, portano alla degradazione del contaminante in una forma non tossica, o a tossicità ridotta.

I microrganismi degradano l'inquinante (i batteri ed i funghi sono microrganismi molto versatili, capaci di degradare diverse sostanze organiche), mentre le radici forniscono il substrato ed i nutrienti che supportano la crescita della comunità microbica. In questo modo la presenza della rizosfera permette la degradazione del contaminante nel suolo (ITRC, 1999).

Sebbene il rizorimedia possa avvenire spontaneamente per conseguenza dell'attività delle popolazioni microbiche (natural attenuation), nel caso specifico, per ottimizzarne gli effetti saranno introdotti specifici ceppi batterici e fungini (bioaugmentation) (Kuiper et al, 2004).

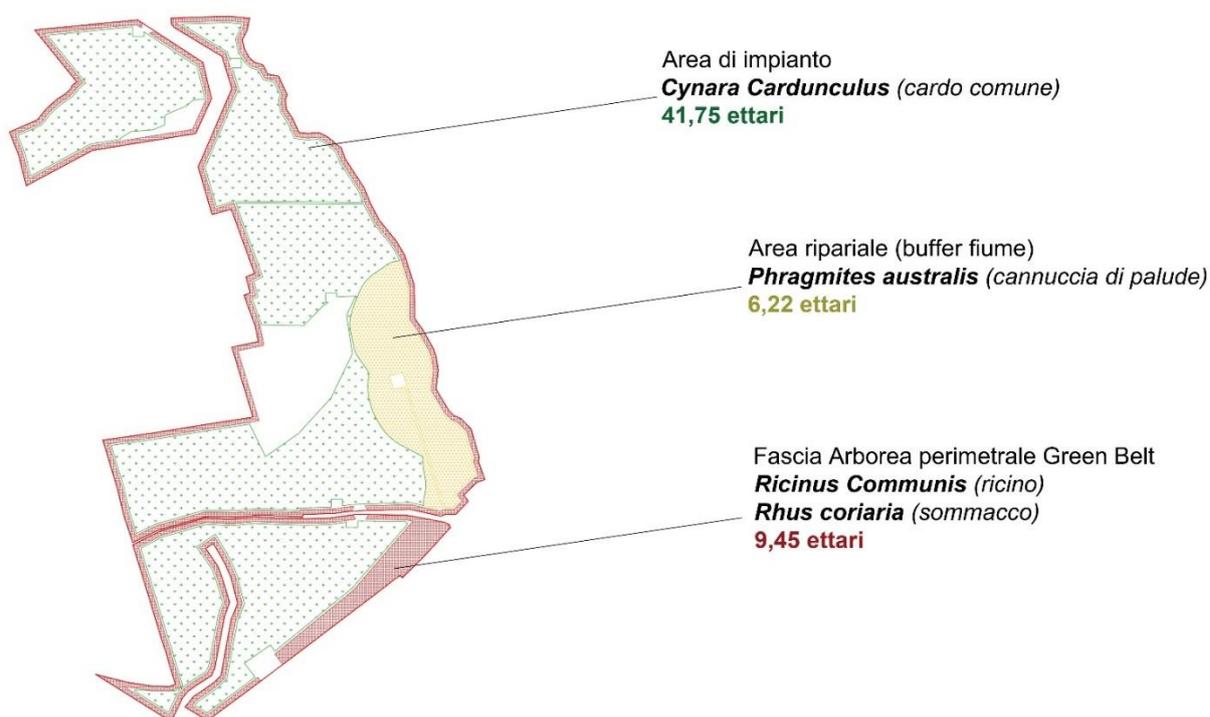
La rizosfera è stata descritta come il volume di suolo influenzato dalle radici. Si estende approssimativamente per 1-3 mm intorno alla superficie radicale (Shimp, et al., 1993; Schnook, 1998; McNear Jr., 2013). Dal momento che le piante, attraverso gli essudati radicali, forniscono una fonte di energia per la comunità microbica del terreno, la proliferazione dei microrganismi all'interno della rizosfera può essere di 3 o 4 volte maggiore rispetto ad un suolo non vegetato (ITRC, 2001).

Il consorzio microbico della rizosfera comprende funghi e batteri. I batteri sono il tipo di microrganismi più abbondante e agiscono incrementando la crescita della pianta, producendo molecole chelanti per diffondere i principali nutrienti e degradare i contaminanti. Un'altra specifica ed importante associazione pianta-microrganismo è la micorrizzazione. I funghi micorrizici, associati alle radici della pianta, ne incrementano l'estensione e l'assorbimento dei nutrienti. Tale associazione è spesso mutualistica: i funghi utilizzano gli zuccheri contenuti negli essudati radicali ed in cambio incrementano l'efficienza

della pianta nell'assorbire nutrienti grazie all'aumento della superficie di assorbimento radicale, e proteggono la pianta contro i patogeni.

1.4 Scelta delle specie vegetali

Per le caratteristiche pedoclimatiche della superficie di progetto si ritiene opportuno edificare, all'interno delle recinzioni dell'impianto agrivoltaico, una coltivazione di Cardo comune, da destinare ad impianti di biometano; nell'area ripariale la Cannuccia di palude; all'esterno delle recinzioni e nelle aeree libere il Ricino e il Sommacco.



2 Cynara cardunculus (*cardo comune*)

2.1 Coltivazione

2.1 Cardo da industria

La produzione di biomassa agricola e il suo sfruttamento a fini energetici possono contribuire a ridurre diversi problemi, come la dipendenza dalle importazioni di prodotti energetici, gli sprechi alimentari, inquinamento provocato dall'uso di combustibili fossili, abbandono di terreni agricoli da parte degli agricoltori.

Il cardo è una coltura multiuso che può essere utilizzato come materia prima nell'industria della pasta di carta, ma, soprattutto, come biocarburante nel settore della bioenergia.

Il cardo può essere coltivato in ambienti marginali, assumendo un ruolo di elevata importanza permettendo il rientro in produzione di terreni agricoli abbandonati e/o contaminati, con vari benefici ambientali.

2.2 Esigenze ambientali

Il cardo manifesta piena sintonia con il clima mediterraneo-subarido, caratterizzato da temperature miti e piovosità nelle stagioni autunnali e invernali, ed estati aride e calde. Grazie alle peculiarità del clima mediterraneo, la pianta adotta una efficace strategia di "sfuggenza", dato che in questi due archi temporali rispettivamente la fase di svolgimento delle funzioni vegeto-riproduttive, e quella di stasi vegetativa, per cui la pianta riesce a sopravvivere a lunghi periodi di deficit idrici. La peculiare conformazione biologica del cardo, fa sì che le esigenze idriche vengano soddisfatte nei periodi di normale piovosità del periodo autunnale-primaverile (circa 400-500 mm).

A livelli termici sotto 10-15°C si ha un rallentamento del ritmo di accumulo della biomassa epigea mentre la temperatura ottimale di crescita è compresa tra i 15-22°C, mentre, secondo Raccuia & Melilli (2009) la temperatura media ottimale per la crescita oscilla tra i 10 °C e i 15 °C (Raccuia & Melilli 2009; Mauro & Mauromicale, 2008).

Il cardo da industria dimostra il massimo delle potenzialità produttive in terreni di medio impasto, profondi, privi di scheletro, con pH vicino alla neutralità, e con buone capacità di ritenzione idrica. La pianta mostra una certa sensibilità

ai ristagni idrici, ma ha una buona tolleranza alle variazioni di pH ed alla salinità. (Mauro & Mauromicale, 2011).

Il carattere perennante di questa specie permette la sua messa in coltura o con ciclo poliennale lungo (10-12 anni o più). Il cardo può essere coltivato in ambienti marginali, da destinare esclusivamente alla produzione di colture da biomassa per energia (Raccuia & Melilli, 2009).

Essendo una coltura di durata poliennale, è fondamentale che il terreno venga preparato prima dell'impianto, in modo tale che le piante emergano in modo rapido ed uniforme, e per avere un buon approfondimento delle radici, prerequisiti per garantire una buona riuscita della coltura. Durante la preparazione del terreno, per creare le condizioni migliori ad ospitare il seme, risulta utile un'aratura profonda 20-30 cm, seguita da un buon amminutamento del terreno. In base al livello di umidità del terreno la semina può essere effettuata da settembre ad ottobre nelle zone meridionali. Per la semina si possono utilizzare seminatrici meccaniche o di precisione, interrando gli acheni ad una profondità di circa 4 cm e considerando un investimento unitario fino a 2,5 piante/m², utile per avere una produzione di biomassa nell'anno di impianto. Per la semina occorrono quantità di seme che possono variare da 2 fino a 4 kg/ha. Le piante emergono in circa 10-12 giorni.

Per quanto riguarda le esigenze nutritive, i genotipi più produttivi del cardo da industria, con una produzione di circa 30 t/ha di sostanza secca, esprimono una buona capacità di produzione di biomassa ligno-cellulosica già a livelli di concimazione di bassa o media entità (100kg/ha N, 150 kg/ha P₂ O₅ e 150 kg/ha K₂ O) con positive ripercussioni sul bilancio energetico della coltura. L'intera concimazione fosco-potassica può essere somministrata alla preparazione del letto di semina, mentre, riguardo alla concimazione azotata è più opportuno concimare con due interventi in periodi diversi, il primo alla semina ed il secondo non prima della emissione della 12-15 foglia.

Il fabbisogno idrico è generalmente soddisfatto dalle piogge, dato che il cardo possiede una spiccata adattabilità al regime pluviometrico tipico del clima subarido-mediterraneo.

Per via del ciclo colturale abbastanza lungo (circa 9 mesi), il cardo, nell'intero periodo colturale si trova a competere con un spettro potenzialmente molto ampio di infestanti. Nel primo anno di impianto le piante, non avendo a disposizione riserve accumulate e prontamente traslocabili dalla frazione ipogea, non sono in grado di esprimere elevati ritmi di crescita, per cui tendono

a soffrire per la competizione interspecifica. In questi casi è buona prassi il controllo della flora infestante, da realizzarsi mediante 1 o 2 sarchiature, oppure, se si vogliono minimizzare gli input energetici e avere un controllo più prolungato nel tempo, mediante l'utilizzo di erbicidi ad azione residuale. In questo caso gli erbicidi utilizzabili più efficaci sono i trattamenti in post-emergenza con Chlorpropham (1.6 kg/ha di sostanza attiva) da solo o con miscela con Diquat (1.3 kg/ha di sostanza attiva) nel caso di infestanti già emerse. A partire dal secondo anno, la lotta agli infestanti diventa meno onerosa, grazie alla capacità rinettante: grazie al proprio sviluppo rapido e vigoroso, il cardo consente una notevole diminuzione delle infestanti con ripercussioni positive sulle coltivazioni successive. In semina primaverile, non vengono richiesti particolari interventi,



per via dell'elevata capacità competitiva acquisita dalla cultura, specialmente ai più alti investimenti unitari.

Figura 3 *Impianto di cardo al 1° anno di età*

Al momento della raccolta (da fine aprile a metà settembre), il cardo presenta generalmente un valore di umidità intorno al 55%. Il prodotto finale della coltura sarà un insilato da avviare agli impianti di gestione anaerobica.

Per la raccolta della biomassa avviene mediante l'utilizzo di falciatrinciacaricatrici.



Figura 3 *Trinciacaricatrice semovente*

La produzione areica risulta variabile in base a diversi fattori, i più importanti dei quali sono il genotipo, il livello di input colturali, ed il regime termopluviometrico delle zone di coltivazione. Le varie coltivazioni hanno evidenziato valori di produzione molto variabili tra di loro, compresi tra 50 - 70 t/ha di trinciato. Nelle zone di coltivazione dell'Italia meridionale, e a basse altitudini, si ha una produzione con valori più alti (fino a 70 t/ha) grazie ad un periodo autunno-vernino con temperature favorevoli. Nel primo anno di impianto, come avviene per molte altre colture perenni da biomassa, si ha una produzione più bassa che poi tende a crescere e si stabilizza negli anni successivi. Questo comportamento della pianta è dovuto, in una prima fase, dalla tendenza a massimizzare l'accrescimento radicale e l'accumulo di sostanze di riserva, poi in un secondo momento la produzione di biomassa epigea. Si ha una massima produzione di biomassa tra il secondo ed il quinto anno, poi decrescente tra il sesto e l'undicesimo anno.

2.3 Quadro economico

La messa in coltura di impianto di cardo comune, nel contesto nel quale si opera, ha l'obiettivo principale di protezione/stabilità del suolo e decremento del contenuto di metalli pesanti, data la capacità di questa essenza di fitoestrazione e di bioaccumulo nei tessuti. Nonostante ciò, al fine di consentire una gestione economicamente sostenibile è necessario considerare la coltura in chiave produttiva secondo due tipi di valutazione:

- Produttiva legata prettamente alla quantità di biomassa ottenibile durante l'annata agraria;
- Produttiva legata, non solo alla produzione di insilati da destinare agli impianti di digestione anaerobica, ma anche alla *produttività mellifera* delle singole piante (apicoltura) valorizzando in tal senso anche l'aspetto legato alla tutela della biodiversità.

2.4 Analisi dei fattori di sostenibilità economica dell'erbaio permanente

Da quanto riportato nei paragrafi precedenti risulta evidente come l'attività economica sia sostenibile dal punto di vista agro-ambientale.

La convenienza economica da parte della proprietà del parco agrivoltaico nell'attuare l'attività di produzione di colture non alimentari può essere configurata come illustrato di seguito.

L'investimento iniziale è riferibile solo alla realizzazione dell'impianto di cardo.

2.5 ANALISI DEI COSTI DI MESSA A COLTURA DEL CARDO AD ETTARO

VOCE DI COSTO	QUANTITA'	COSTO UNITARIO MEDIO	COSTO AD ETTARO (€/Ha)	RIEPILOGO COSTI AD ETTARO (€)
SEME (miscuglio)	5 kg	5,0 €/Kg	25,0	25,0
N.2 Aratura terreno di medio impasto fino a 30 cm di profondità + N. 1 fresatura	1	350,0 €/Ha	350,0	350,0
CONCIMAZIONE DI FONDO	3	100,0 €/q.le	300,0	300,0
SEMINA	1	80,0 €/Ha	80,0	80,0
			TOTALE COSTI	€ 755,00
Superficie (Ha)	41,75			
TOTALE				€ 31.251,25

Bisogna considerare che le operazioni colturale, negli anni successivi al primo (anno dell'impianto), saranno ridotte poiché trattasi di una pianta poliennale.

Dal secondo anno sarà necessario effettuare delle *rotture* del cotico erboso per favorire la propagazione ed eventuali semine per colmare le *fallanze*. Di conseguenza dal secondo al sesto anno in poi è ipotizzabile una riduzione dei costi del 60%. Al settimo anno si interverrà con una semina più cospicua in copertura, con costi stimati di € 350,00/ha, per continuare a ripetere il ciclo colturale. L'analisi economica è stata fatta in modo molto prudentiale (valori minimi di produzione) per quanto riguarda la produzione di insilati, proprio perché la finalità della coltura permanente non è prettamente legata alla produzione agricola.

La coltura sarà raccolta attraverso operazioni di sfalcio, trinciatura e raccolta. Successivamente gli insilati saranno trasportati agli impianti di digestione anaerobica.

Costi di gestione

Difesa	€ 150,00
Concimi	€ 250,00
Raccolta/trasporto/insilaggio	€ 900,00
Spese varie	€ 150,00
Ammortamento impianto	€ 107,86
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE IPOTIZZATI/Ha	€ 1.557,86
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE	€ 65.040,54

Prodotto	Quantità (q.li/Ha)	Ha	Totale (q.li)	Prezzo (€/q.le)	Totale ricavi (€)
Insilato	600	41,8	25.050,00	4,00	100.200,00

3 *Phragmites australis*

Famiglia: Poaceae

Genere: *Phragmites*

Specie: *Phragmites australis* (Cav.) Trin

Nome comune: cannuccia di palude



Figura 4 – *Cannuccia di palude*

Comunemente detta cannuccia di palude è una pianta erbacea perenne che può raggiungere anche oltre i 4 m di altezza. La specie nativa dell'Eurasia è diffusa in ogni parte del mondo.

Le foglie, opposte, sono ampie e laminari, lunghe da 15 a 60 cm, larghe 1 - 6 cm, glabre, verdi o glauche. All'apice del fusto è presente una pannocchia di colore bruno o violaceo, lunga fino a 40 cm. I culmi sono eretti e ha robusti rizomi sotterranei che possono raggiungere anche diversi metri di lunghezza. Fiorisce tra luglio e ottobre. Si sviluppa in densi canneti in prossimità di paludi e aree umide, sulle sponde di laghi, stagni, fossati e in terreni incolti bagnati; tollera un moderato livello di salinità.

La *Phragmites Australis* o canna palustre è una pianta che appartiene alla famiglia delle graminacee e si sviluppa spontaneamente nelle aree paludose e lungo i corsi d'acqua quali fiumi e laghi. Questa pianta vive prevalentemente in acqua dolce ma anche in acque caratterizzate da una bassa percentuale di

salinità e costituisce una presenza fondamentale per l'equilibrio dell'ecosistema del proprio habitat contribuendo alla biodiversità. Le differenti parti che costituiscono la pianta svolgono un importante ruolo di regolazione dell'ecosistema. Le componenti del fusto che sono sommerse e il rizoma rappresentano un supporto per il biofilm ovvero l'insieme solido di organismi viventi come batteri, alghe e funghi, da cui è possibile generare biomasse e sostanze solubili. I fusti permettono di aumentare la turbolenza dell'acqua favorendo processi di aggregazione che permettono di trattenere le particelle inquinanti sospese. Le radici e il rizoma forniscono inoltre l'ossigeno necessario per la trasformazione chimica delle sostanze inquinanti in particolare l'azoto e il fosforo che derivano dall'utilizzo di fertilizzanti durante le lavorazioni agricole. Le parti sommerse permettono anche di generare processi di depurazione in quanto costituiscono un ostacolo fisico che blocca gli agenti inquinanti derivati dal deflusso dell'acqua. Il fusto che emerge risulta essere flessibile e si sviluppa in altezza per alcuni metri raggiungendo un valore massimo intorno ai 6 metri. Le foglie e il ciuffo finale offrono protezione dal vento e dal sole garantendo una protezione dall'erosione e permettono di abbassare la temperatura diminuendo così la crescita delle alghe. Grazie alla presenza delle canne e di altre tipologie di vegetazione si creano aree ombreggiate che permettono di ottenere condizioni ambientali favorevoli a varie specie animali che trovano cibo, riparo e la possibilità di nidificare.

Questa elofita è considerata praticamente cosmopolita, essendo presente in tutti i continenti tranne l'Antartide (Harrington, 1964), dalle regioni temperate fino ai tropici (Karunaratne et., 2003). La *Phragmites australis* sviluppa dei germogli densi fino a 200 unità/mq e mediamente riescono a raggiungere i 2-4 metri di altezza, arrivano addirittura a 6 metri nelle regioni più calde. Il culmo presenta un diametro tra 1 e 1,5 cm, ma possono arrivare ad avere valori intorno ai 2,5 e 3 cm. Le foglie sono alternate e lisce, con una superficie piatta larga tra 1-5 cm arrivando in alcuni casi fino ai 50 cm. Essendo le radici dei rizomi, sono potenzialmente piantumabili in terreni simili da dove sono stati estratti. Il fitto sistema radicale (che mediamente raggiunge profondità di 1 m) e l'elevata densità dei culmi rendono questa specie molto competitiva, tant'è che la sua gestione può essere un problema. "In assenza di asportazione, la biomassa necrotica lignificata che si accumula nei canneti al termine della stagione vegetativa costituisce la quota maggioritaria della biomassa totale. Ciò può comportare processi di successione naturale (Graneli 1989) in grado di creare condizioni sfavorevoli per le specie ornitiche palustri."

Sia la canna comune che quella palustre hanno proprietà botanico fisiche molto simili facendo parte della stessa famiglia vegetale, se non fosse che la prima ha la capacità di radicarsi anche lì dove non vi è naturalmente presente l'acqua.

3.1 Fitodepurazione

Diverse ricerche hanno evidenziato la capacità di questa pianta di sequestrare il selenio, il cadmio e altri metalli pesanti, soprattutto nelle radici e nei rizomi (Shardendu et al., 2003; Iannelli et al., 2002; Weis et al., 2004).

Potenziando l'attività dei microrganismi presenti nella rizosfera, questa pianta favorisce la degradazione dei idrocarburi nei sedimenti e attraverso il suo esteso apparato radicale può ridurre la lisciviazione degli inquinanti (Tischer et al., 2002).

P. australis è una delle specie più ampiamente utilizzate in Europa per il trattamento delle acque reflue scopi (Vjmazal, 2001). La ragione del suo ampio utilizzo è la forte adattabilità ai diversi tipologie di acque reflue e alle diverse condizioni climatiche, e la sua resistenza alla siccità e al stress da trapianto.

Funziona come una "pompa di ossigeno" convogliando l'aria dall'atmosfera alla rizosfera, in tal senso modo favorisce la degradazione aerobica dei composti organici e la nitrificazione dell'ammonio nel suolo e nell'acqua.

Le fragmite possono accumulare erbicidi nei suoi tessuti e possono inattivarli attraverso la disintossicazione processi; per questi motivi è considerato un utile componente delle fasce tampone vegetate che, posti lungo i canali di drenaggio agricoli, contribuiscono a limitare l'accesso dei diserbanti all'interno corsi d'acqua (Schröder et al., 2005, 2008).

3.2 Preparazione del terreno trapianto e cura del primo anno

I rizomi vengono piantati con una macchina di trapianto modificata che li deposita a una profondità di 10 cm in modo tale da essere completamente coperti dal terreno. Sarà prevista un'area di contenimento intorno al campo di circa 3 m, che sarà pulita con un erpice a dischi almeno una volta all'anno. Dopo aver trapiantato i rizomi è necessario applicare un diserbante pre-emergenza (anti-germinazione). Gli erbicidi ammessi nella fase di post-impianto sono Oxadiazon, Pendimethalin e Oxifluorfen nelle concentrazioni indicate sull'etichetta. Questi trattamenti devono in ogni caso essere applicati prima dell'emergenza dei germogli. Tra la fine di aprile e l'inizio di maggio i germogli cominciano ad emergere dal suolo. A fine maggio il rizoma mostra 2-3 gemme

sviluppare mentre la parte epigea raggiunge un'altezza variabile tra 40 - 60 cm. All'inizio di giugno della prima stagione vegetativa le piante raggiungono un'altezza di circa 1 metro. Solo nel primo anno è possibile limitare le infestanti utilizzando un erpice a molla tra le linee. Entro la fine di giugno la copertura del suolo è praticamente completa. In questa fase le strutture della radice raggiungono una profondità di 1,3 metri. Per consentire una germinazione rapida ed efficace, è consigliabile trapiantare i rizomi. È necessario utilizzare porzioni di rizomi lunghi almeno 8 cm, contenenti uno o più boccioli, anche se dormienti. Per questo scopo sono i propaguli prodotti in speciali letti di rizomi che, un anno dopo la semina, fitti gruppi di rizomi vengono sradicati, tagliati in frammenti di circa 8 x 4 cm e utilizzati nelle piantagioni attuali. Preparare il letto di semina è un'importante operazione preliminare. Il sottosuolo è indispensabile per rompere qualsiasi terreno duro o più compatto che possono essere causa dal ripetuto passaggio di macchine agricole o da sedimenti alluvionali mai rimossi negli anni precedenti. L'aratura deve essere eseguita a una profondità di 30 cm. Dopo l'aratura il terreno sarà accuratamente levigato lavorandolo due o più volte con un erpice trainato o rotante. Questo processo di levigatura evita la formazione di grumi eccessivamente grandi di terra e di conseguenza l'accumulo di aria nei pressi dei rizomi, che ostacolerebbe l'emissione delle radici, ostacolando potenzialmente la germinazione e lo sviluppo della parte epigea.

3.3 Cure colturali nei 2 anni successivi

Dopo la riduzione invernale la ricrescita delle canne è molto vigorosa e dalla seconda stagione vegetativa il numero di germogli per stelo aumenta significativamente. Da questo stadio in poi, la gestione del sito non richiede più un'attenzione particolare in quanto la densità dei germogli risultante da una rapida crescita (caratteristica presa in considerazione nella selezione dei genotipi) e l'assenza virtuale di parassiti rendono un tipo di coltura molto rustico. A luglio del secondo anno la struttura della radice del moncone ha raggiunto una profondità di 2,2 m. Penetrando il terreno fino a tale profondità, la struttura della radice della canna comune è in grado di raggiungere la falda freatica e i nitrati disponibili al suo interno. Per questo motivo l'irrigazione e l'uso aggiuntivo di fertilizzanti chimici non sono necessari, con conseguenti benefici ambientali significativi e una sostanziale riduzione dei costi di gestione. Alla fine della seconda stagione vegetativa, se gestita correttamente, le canne dovrebbero raggiungere un'altezza di 3 - 4 metri con una produzione media variabile, secondo i fenotipi e le condizioni prevalenti, da 30 a 50 tonnellate / ettaro / anno.

3.4 LA BIOMASSA E LE SUE POTENZIALITA'

“Biomassa” è un termine che riunisce una grande quantità di materiali, di natura estremamente eterogenea. In forma generale, si definisce biomassa tutto ciò che possiede matrice organica e che deriva dal processo di organicazione fotosintetica della CO₂, con esclusione delle plastiche e dei materiali fossili (Foti e Cosentino, 2001). La biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili, ovvero trasformati in altre sostanze (solide, liquide o gassose) di più facile utilizzo, negli impianti di conversione. Altre forme di biomassa possono, inoltre, essere costituite dai residui delle coltivazioni destinate all'alimentazione umana o animale (paglia), o piante espressamente coltivate per scopi energetici. Le più importate tipologie di biomassa sono residui forestali, scarti dell'industria di trasformazione del legno (trucioli, segatura, ecc.), scarti delle aziende zootecniche, scarti mercatali e rifiuti solidi urbani (Foti e Cosentino, 2001). La biomassa è ampiamente disponibile ovunque e rappresenta una risorsa locale, pulita e rinnovabile. Fra le fonti rinnovabili, le biomasse rappresentano una delle soluzioni più interessanti nella ricerca di nuove risorse energetiche rinnovabili, nel breve-medio periodo, per almeno tre ragioni: • possibilità di produrre energia con investimenti relativamente modesti; • costituire un'alternativa alle colture tradizionali non in grado di reggere la concorrenza di un mercato ormai globalizzato; • immagazzinare quantità rilevanti di carbonio nel suolo (e quindi usufruire dei certificati verdi, cioè bonus economici scaturiti dal Protocollo di Kyoto).

La canna palustre e la canna comune possono essere utilizzate come bio-carburanti, per la produzione di bio-etanolo. Queste piante hanno caratteristiche peculiari per il contesto in cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico:

- non sono colture alimentari;
- hanno scarso bisogno di acqua e di concimi;
- sono disponibili tutto l'anno;
- possono crescere su terreni marginali poveri e non utilizzati dalle coltivazioni intensive;
- sono autoctone, ampiamente diffuse e con un'alta resa.

La canna palustre, come la canna comune, ha tutte le caratteristiche necessarie e inoltre fornisce 80 tonnellate per ettaro di sostanza fresca da insilato.

Le biomasse, prodotte e utilizzate in maniera ciclica, costituiscono una risorsa energetica rinnovabile. In Italia esse contribuiscono già alla produzione di energia elettrica e di energia termica. Dal 2002 tutti i produttori e importatori di energia elettrica hanno l'obbligo di immettere in rete, ogni anno, elettricità prodotta da fonti rinnovabili pari almeno al 2% della quantità eccedente i 100 GWh. A causa dell'alta incidenza delle accise sui prodotti petroliferi e sul gas naturale, le biomasse ligno-cellulosiche si pongono in posizione di grande competitività nei confronti dei combustibili fossili. Per preservare in modo efficace gli equilibri dell'ecosistema si deve man, mano promuovere la sostituzione dell'attuale modello energetico, basato sullo sfruttamento delle fonti fossili di energia con un modello di sviluppo sostenibile basato sull'uso di fonti di energia rinnovabile. Infatti, negli ultimi anni è andato crescendo l'interesse, nelle politiche comunitarie e nazionali, sul ruolo dell'agricoltura come "serbatoio" di fonti rinnovabili di energia e sull'opportunità di valorizzare le biomasse a fini energetici. Ciò rappresenta una rilevante opportunità sia per il settore agricolo e sia per quello forestale in quanto il punto di forza risulta essere la disponibilità di prodotti e sottoprodotti dai quali ottenere energia, ovvero colture specifiche, materie prime non alimentari derivanti da foreste e coltivazioni, residui agro-zootecnici ed agro-industriali. Nel complesso, tali risorse possono rappresentare, a livello nazionale, un'importante fonte di approvvigionamento energetico, mentre a livello locale, consentono di utilizzare in maniera vantaggiosa aree agricole abbandonate integrando il reddito agricolo e fornendo nuove opportunità di lavoro e di sviluppo economico.

Attualmente nelle regioni temperate si assiste al progressivo abbandono delle wetland bonificate, dopo anni di sfruttamento. Il motivo può coincidere con il graduale degrado del suolo, la riduzione della produttività, la perdita di qualità dei foraggi, ecc. La produzione di biomassa per scopi energetici in wetland riesondate consente invece di integrare la conservazione del sito con il suo sfruttamento agro-silvicolo, secondo una gestione ambientale sostenibile.

3.5 ANALISI DEI COSTI DI MESSA A COLTURA DELLA CANNUCCIA

		COSTO UNITARIO		Costo
Descrizione	Quantità (Kg)	MEDIO (€)	Ha	ETTARO (€)
Rizomi	400	7		2.800,00
N.2 Aratura terreno di medio impasto fino a 30 cm di profondità + N. 1 + Fresatura	1	350		350,00
CONCIMAZIONE DI FONDO	1	300		300,00

Trapianto	1	500		500,00
Costo/ettaro				€ 3.950,00
Superficie Totale			6,22	€ 24.569,00

Bisogna considerare che le operazioni colturale, negli anni successivi al primo (anno dell'impianto), saranno ridotte poiché trattasi di una pianta poliennale.

La coltura sarà raccolta attraverso operazioni di sfalcio, trinciatura e raccolta. Successivamente gli insilati saranno trasportati agli impianti di digestione anaerobica.

4 Ricino (*Ricinus communis* L.)



Figura 5 – Pianta di Ricino

All'esterno delle recinzioni e su parte di aree libere esterne sarà realizzato un impianto di Ricino.

Il Ricino (*Ricinus communis* L.), è una specie oleaginosa afferente alla Famiglia delle Euphorbiaceae, originaria dell'Africa Tropicale.

Il Ricino, vanta molteplici utilizzi da quello ornamentale, a quello cosmetico, farmaceutico ed industriale; il suo possibile impiego quale "bio-combustibile" è da attribuire all'olio contenuto nei semi (dal 40 al 60%), caratterizzato da un'elevata percentuale di acido ricinoleico che lo rende molto viscoso e pertanto di difficile impiego nel settore motoristico allo stato puro; ridotta o addirittura eliminata tale componente nell'olio, questo diventa di possibile impiego come surrogato del diesel di origine fossile.

Nella seconda metà dell'ottocento viene isolata la ricinina e la ricinoleina e nel novecento si comincia a trarne olio per utilizzo industriale.

4.1 Descrizione botanica

Il ricino è una pianta perenne semi-tropicale (Weiss, 1983); il suo ciclo tende alla poliannualità.

Nelle zone costiere della Sardegna e della Sicilia, dove la coltura cresce allo stato spontaneo, è presente una forma perennante; nei litorali mediterranei e nelle zone a clima mite, è talvolta considerato una pianta infestante.

L'altezza media è di 2-3 m, ma nei paesi di origine arriva a 8-10 m di altezza. L'apparato radicale è di tipo fittonante e può arrivare a notevole profondità, è formato da un grosso fittone che si sviluppa in profondità e da radici laterali superficiali.

Il fusto principale è eretto e cavo al suo interno, di lunghezza variabile tra 60 cm ad oltre 5 metri; si presenta liscio o pruinoso, più o meno ramificato e termina con una infiorescenza a pannocchia dal cui nodo immediatamente sottostante si origina una ramificazione. La crescita è di tipo simpodiale (infiorescenza all'estremità del fusto e ramificazione sotto ogni infiorescenza); dopo la formazione dell'infiorescenza primaria nella parte apicale del fusto, segue la formazione di infiorescenze secondarie. Il numero dei nodi sotto la prima infiorescenza è influenzato dall'epoca di semina e, la resa potenziale della specie sembra essere in correlazione con la quantità di pruina presente sul fusto della pianta.

A seconda delle varietà e delle condizioni in cui la pianta cresce, anche i rami secondari danno origine a rami terziari dai nodi sottostanti i racemi. Questa emissione di rami e racemi può continuare per tutto il ciclo biologico della pianta.

Per ridurre l'altezza delle piante e quindi facilitare la raccolta, sono state selezionate varietà con internodo corto (varietà nane alte 60-120 cm), idonee negli ambienti aridi e particolarmente interessanti nell'ottica della raccolta meccanizzata, piuttosto difficoltosa nel ricino; queste, hanno consentito lo sviluppo della meccanizzazione su larga scala della coltura.



Figura 6 – *Capsule verdi di Ricinus communis*

La capsula a maturità si apre lungo la sutura dorsale ed i semi si disperdono; la maturazione dei frutti lungo l'asse del racemo non è regolare, perché frutti basali maturano prima di quelli apicali.

I semi, lunghi circa 1 cm, contengono dal 40 al 60% di olio e il 15% di fibra, presente principalmente nel guscio esterno; hanno una forma ovoidale compressa, con una delle estremità più arrotondata e con l'altra fornita di una protuberanza detta caruncola; presentano tegumento duro ma fragile, lucente, di colore dal grigio al giallastro e rossastro con strie e macchie di altro colore e internamente contengono una pellicina sottile, biancastra (nella quale si trova la ricina) e abbondante albume oleoso nel quale è immerso l'embrione.

Il rapporto tra guscio e seme può variare approssimativamente da 1:2 a 1:4 in peso; il peso di 1000 semi oscilla tra meno di 100 g a più di 1000 g, ma la maggior parte delle varietà commerciali ad internodo corto raggiunge approssimativamente la media di 300 g.

L'olio di ricino è composto interamente da trigliceridi; il gliceride principale è la ricinoleina, di cui il componente acido grasso principale è l'acido ricinoleico C17, a cui si devono le proprietà purgative conferite all'olio. Questo acido è, inoltre responsabile dell'alta viscosità dell'olio che ne rende difficoltosa la trasformazione in biodiesel per un suo utilizzo energetico.

Il principio anti-ossidante nell'olio di ricino è il tocoferolo, il cui contenuto totale si aggira tra 22 e 50 mg per 100 g nell'olio grezzo.

4.2 Esigenze rispetto al clima

Il ricino trova buone condizioni di crescita nelle regioni temperato-calde ed in quelle tropicali ma si adatta anche ad una vasta gamma di situazioni climatiche; in relazione a questa sua caratteristica la specie si è naturalizzata anche in Sicilia, dimostrando così la piena adattabilità negli areali caldo-aridi tipici dell'ambiente mediterraneo.

Il ricino richiede una temperatura moderatamente elevata in tutte le sue fasi di sviluppo; quella ottimale per la sua crescita è di 20-26°C (Weiss, 1983), temperature al di sopra di 38°C inibiscono la produzione di semi in quanto possono comportare il disseccamento del fiore.

Il seme germina in 7-14 giorni con temperature del suolo di 16-17°C (Zinnerman, 1958) mentre la fioritura richiede una temperatura compresa tra 24 e 26°C.

L'elevata temperatura favorisce una maggiore produttività della coltura ed un'elevata percentuale di olio nei semi che in condizioni favorevoli può arrivare ad una resa del 63%.

4.3 Esigenze pedologiche

In relazione alle esigenze pedologiche, il ricino presenta un'elevata adattabilità ai vari tipi di suolo, fatta eccezione per quelli troppo argillosi e quelli mal drenati poiché la pianta è sensibile all'eccesso di umidità, soprattutto nelle prime fasi di sviluppo. Pur adattandosi a diversi terreni, le migliori produzioni si ottengono in suoli limo-sabbiosi, ben drenati e ricchi di sostanza organica; la specie si adatta a pH compreso tra 5 ed 8, pur prediligendo pH neutro. Il ricino è in grado di valorizzare ambienti marginali e risulta inoltre mediamente resistente alla salinità.

4.4 Esigenze idriche

Grazie alla profondità del suo apparato radicale, il ricino è capace di esplorare strati profondi di suolo e attingere a falde acquifere sotterranee. Nonostante sia considerato una specie arido-resistente, assicura la migliore estrinsecazione delle sue potenzialità con una disponibilità idrica di 400-500 mm.

4.5 Esigenze nutritive

Il ricino non si adatta a terreni dotati di un eccessivo grado di fertilità, poiché in questi casi tende a produrre una grande massa vegetativa a scapito della

produzione di seme: la specie è infatti più spesso coltivata in terreni di moderata e bassa fertilità.

Le maggiori esigenze nutritive corrispondono al periodo di massima formazione di olio nel seme e cioè tra il ventesimo e il settantesimo giorno dopo la fioritura.

Nel caso specifico le condizioni pedo-climatiche risultano ideali per la coltivazione di questa pianta nei terreni in oggetto.

4.6 Tecnica colturale

Il ricino può essere allevato sia come pianta annuale per ricavarne il seme (da cui estrarre l'olio), sia come pianta perenne, come nel caso specifico.

La semina è effettuata "a postarelle" con deposizione di 2-3 semi per volta o in alternativa semina in vivaio e successivo; è eseguita in primavera, con una profondità di semina di circa 5-10 cm. L'investimento ottimale per allevamento in coltura poliennale per destinazione in impianto di digestione anaerobica è di 5000 piante/ettaro. Fondamentali prima della semina si rivelano una buona preparazione del terreno effettuata tramite aratura profonda (30 cm), fresatura e livellamento e l'estirpazione delle malerbe pre-esistenti. Nelle prime fasi del ciclo, il ricino è sensibile alle infestanti, le quali vengono controllate con un diserbo chimico effettuato in pre-emergenza e con successive sarchiature.

La raccolta sarà effettuata con una trincia-caricatrice, come nel caso del cardo e della cannuccia.

4.7 ANALISI DEI COSTI DI MESSA A CULTURA DEL RICINO

Descrizione	Prezzo unitario	Quantità		Costo
Lavorazioni di base:		Ha	Ha	
Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm. 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€ 300,00	1		€ 300,00
Concimazione di impianto	€ 300,00	1		€ 300,00
Acquisto seme	€ 0,10	5000		€ 500,00
Semina	€ 150,00		1	€ 150,00
Costo/Ha				€ 1.250,00
Superficie			5,45	€ 6.812,50

Costi di gestione

Concimi	€ 150,00
Raccolta/trasporto/insilaggio	€ 500,00
Spese varie	€ 150,00
Ammortamento impianto	€ 156,25

TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE IPOTIZZATI/Ha	€ 956,25
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE (su Ha 5,45)	€ 5.211,56

Prodotto	Quantità (q.li/Ha)	Ha	Totale (q.li)	Prezzo (€/q.le)	Totale ricavi (€)
Insilato	500	5,45	2.725,00	4,00	10.900,00

5 Sommacco siciliano *Rhus coriaria L.*



Figura 7 – Pianta di Sommacco

Su una parte esterna delle aree libere, su una superficie di circa 4 ettari, sarà realizzato un impianto di Sommacco.

5.1 Descrizione botanica

Rhus coriaria L., comunemente conosciuto come summac (sommacco siciliano), è un arbusto perenne o piccolo albero (1-4 metri di altezza), appartenente alla famiglia delle Anacardiaceae, che cresce nelle zone selvatiche di tutta l'area Mediterranea.

I frutti di questo albero si presentano in grappoli che variano nel colore da rosso mattone a rosa scuro, a seconda di dove l'arbusto è cresciuto, e contengono un solo seme. I frutti vengono raccolti appena prima della maturazione e poi lasciati seccare al sole. I frutti seccati sono usati nella

gastronomia di molti paesi per il loro sapore acidulo, simile al limone, specie nelle insalate o nella carne. Prima dell'introduzione del limone, i romani usavano il summac come acidificante. La dieta mediterranea è particolarmente ricca di spezie ed aromi e il summac ne è un esempio, infatti è ampiamente usato in Turchia, Grecia e Giordania.

A livello industriale dato che il summac contiene sostanze coloranti e tannini, può essere utilizzato per tingere e conciare le pelli. Anche le foglie vengono raccolte per gli stessi scopi. Infatti studi fitochimici precedenti riportano che le sue foglie contengono flavoni, tannini, antocianine ed acidi organici (acido malico, citrico e piruvico). Comunque, la parte tipicamente usata come spezia è il frutto della pianta, dopo essiccazione e frantumazione. I frutti contengono tannini, olio volatile, vari acidi organici (come acido malico, citrico e piruvico), antocianine e olio fisso.

Nel caso in oggetto, prevedendo un utilizzo non alimentare, la vegetazione potrà essere destinata all'estrazione dei tannini oppure l'impiego in impianti per la produzione di bioenergia.

5.2 Ecologia e distribuzione geografica in Italia

La pianta in Italia è presente dalla Liguria alle regioni centro-meridionali, fino alla Sicilia.



Il Sommacco in Sicilia è comune dappertutto; è stato estesamente coltivato in provincia di Palermo e Trapani, Agrigento e Ragusa. Si trova soprattutto sulle colline pietrose ed in pendio, salendo fino a 1000 metri sui monti calcarei. La pianta coltivata e poi abbandonata a se stessa, senza tagliarne il fusto per il raccolto ordinario del suo fogliame, se si trova in buone condizioni di clima e di terreno, può arrivare all'altezza di 3-4 metri. Il Sommacco si trova allo stato

spontaneo e selvaggio in diverse contrade dell'isola dove si propaga, come il coltivato, per mezzo dei germogli generati dalle proprie radici e solo raramente per la riproduzione naturale del proprio seme.

Il terreno che richiede e nel quale meglio si adatta e che meno si presta ad altre coltivazioni, è quello poco argilloso, nel quale prevale l'elemento calcareo pronto ad asciugarsi dopo le piogge. Inoltre il Sommacco, avverso all'umidità, vegeta meglio e ha vita più lunga nei terreni collinari piuttosto che in quelli del piano.

La pianta vegeta bene in un clima dove la temperatura atmosferica non oltrepassi i 5 gradi sotto zero in inverno e dove in primavera non dominino le brinate (non più di 10-12 giorni di brinata) (Storia Naturale del Sommacco in Sicilia, 1875).

5.2 *Tecnica di coltivazione*

Attualmente *Rhus coriaria* per essere coltivata necessita che i suoi semi siano sottoposti ad uno stress di temperatura: vengono posti in un telaio freddo e quindi in acqua fredda per 24 ore (partendo da una temperatura di 80-90°C e lasciando raffreddare), così da provocare l'inibizione degli inibitori della germinazione. Il seme conservato ha anche bisogno di trattamento con acqua calda e può essere seminato in primavera in una cornice di freddo. Quando le piantine sono abbastanza grandi, si fanno crescere in serra per il loro primo inverno, per piantarle in tarda primavera. In alternativa, si possono acquistare direttamente le piante o le talee in vivaio e metterle a dimora con un sesto d'impianto di circa 400 piante per ettaro.

In Sicilia si coltivavano due popolazioni di sommacco chiamate rispettivamente: sommacco 'Mascolino', il tipo più ricercato con piante più vigorose e contenuto in tannino in misura del 28%-34%, coltivato particolarmente nelle province della Sicilia occidentale e il sommacco chiamato 'Femminello', meno pregiato per un contenuto in sostanze tanniche inferiori e diffuso soprattutto allo stato spontaneo nella parte orientale dell'isola.

La pianta ha un apparato radicale esteso e pollonifero ed è in grado di crescere in terreni poveri. Le foglie sono ricche di tannino; in una piantagione controllata si è ottenuto fino al 48%. In utilizzo non alimentare, le foglie possono essere raccolte man mano che cadono in autunno e usate come colorante bruno o come mordente. Anche la corteccia, specialmente quella della radice, ed i frutti sono molto ricchi di tannino. Dalle radici si può ottenere un colorante giallo. Un

colorante arancione può essere ottenuto dalla corteccia interna e dal midollo centrale dello stelo, mescolati con *Sanguinaria canadensis*. Si può fare un inchiostro nero bollendo le foglie e il frutto. Un utilizzo alternativo è quello di destinare le parti aeree della pianta per destinarli ad impianto di biometano, attraverso operazioni di sfalcio, trinciatura ed insilamento.

5.3 ANALISI DEI COSTI DI MESSA A CULTURA DEL SOMMACCO

		COSTO UNITARIO		Costo
Descrizione	Quantità n.	MEDIO (€)	Ha	ETTARO (€)
Talee	400	3,5		1.400,00
N.2 Aratura terreno di medio impasto fino a 30 cm di profondità + N. 1 + Fresatura	1	400		400,00
CONCIMAZIONE DI FONDO	1	300		300,00
Trapianto	1	500		500,00
Costo/ettaro				2.600,00
Superficie			4	€ 10.400,00

	Costi di gestione
Concimi	€ 200,00
Raccolta/trasporto/insilaggio	€ 500,00
Spese varie	€ 250,00
Ammortamento impianto	€ 200,00
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE IPOTIZZATI/Ha	€ 1.150,00
TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE (su Ha 4)	€ 4.600,00

Attualmente, l'utilizzo dei tannini è caduto in disuso in quanto le concerie utilizzano più frequentemente coloranti di origine sintetica.

Nell'ipotesi di destinazione energetica si riporta lo schema dei ricavi:

Prodotto	Quantità (q.li/Ha)	Ha	Totale (q.li)	Prezzo (€/q.le)	Totale ricavi (€)
Insilato	500	4	2.000,00	4,00	8.000,00

Prodotto	Quantità (q.li/Ha)	Ha	Totale (q.li)	Prezzo (€/q.le)	Totale ricavi (€)
Insilato	500	4	2.000,00	4,00	8.000,00

APICOLTURA

Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell'area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e protezione dell'ambiente nonché all'implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, si intende avviare un *allevamento di api stanziale*.

La messa a coltura del prato stabile e le caratteristiche dell'areale in cui si colloca il parco agrivoltaico, crea le condizioni ambientali idonee affinché l'apicoltura possa essere considerata una attività "zootecnica" economicamente sostenibile.

L'ape è un insetto, appartenente alla famiglia degli imenotteri, al genere *Apis*, specie mellifera (*adamsonii*). Si prevede l'allevamento dell'ape italiana o ape ligustica (*Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806) che è una sottospecie dell'ape mellifera (*Apis mellifera*), molto apprezzata internazionalmente in quanto particolarmente prolifica, mansueta e produttiva.

Di seguito si analizzano i fattori ambientali ed economici per il dimensionamento dell'attività apistica, considerando nel calcolo della PLV (Produzione Lorda Vendibile) la sola produzione di miele. L'attività apistica ha come obiettivo primario quella della tutela della biodiversità e pertanto non si prevede lo sfruttamento massivo delle potenzialità tipico degli allevamenti *zootecnici intensivi*, facendo svolgere all'apicoltura una funzione principalmente di valenza ambientale ed ecologica.



Figura 8 - Apiario

Calcolo del potenziale mellifero

Si definisce *potenziale mellifero* di una pianta la quantità teorica di miele che è possibile ottenere in condizioni ideali da una determinata estensione di terreno occupata interamente dalla specie in questione.

Conoscendo il numero di fiori presenti in un ettaro e la quantità di nettare prodotto da un fiore nella sua vita, e considerando che gli zuccheri entrano a far parte della composizione media del miele in ragione dell'80% (cioè 0,8 Kg zuccheri = 1 Kg miele), si applica la seguente formula:

$$\text{Kg miele/Ha} = \text{Kg zucchero/Ha} \times 100/80$$

Il valore così calcolato non tiene conto di tutti quegli eventi negativi che tendono ad abbassarlo (condizioni climatiche sfavorevoli ecc...) né può ovviamente fornire previsioni dirette sulla quantità di miele che l'apicoltore può realmente ottenere: su questa incidono infatti vari fattori quali l'appetibilità della specie, la concorrenza di altri pronubi (diurni e notturni), il consumo di miele da parte della colonia stessa per la propria alimentazione, lo sfruttamento più o meno oculato della coltura (n. di arnie per ettaro e la loro disposizione), ecc... .

Tuttavia, sulla base dei dati riscontrati in letteratura, è possibile raggruppare le varie specie studiate secondo classi di produttività concepite così come riportato nella seguente tabella:

CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/Ha di miele)
I	meno di 25
II	da 26 a 50
III	da 51 a 100
IV	da 101 a 200
V	da 201 a 500
VI	oltre 500

Nello specifico, nel valutare e definire il potenziale mellifero per la vegetazione presente nell'area di progetto si è tenuto conto di diversi fattori quali:

- Specie vegetali utilizzate per la messa a coltura del prato stabile permanente di leguminose e loro proporzione nel miscuglio;
- Piante mellifere caratterizzanti la vegetazione spontanea;
- Caratterizzazione Agro-ambientale (clima, coltivazioni agrarie, ecc...).

Il potenziale mellifero è estremamente variabile rispetto ad alcuni parametri: condizioni meteo (vento, pioggia, ...), temperature (sotto i 10 gradi molte piante non producono nettare), umidità del suolo e dell'aria, caratteristiche del suolo (alcune piante pur crescendo in suoli non a loro congeniali, non producono nettare), posizione rispetto al sole e altitudine, ecc... . Naturalmente per avere un dato quanto più attendibile, sarebbe opportuno fare dei rilievi floristici di dettaglio per più anni di osservazione (calcolo del numero di fiori per specie e per unità di superficie, periodo di fioritura, ecc...). Pertanto, in base alle criticità individuate, si reputa opportuno considerare il potenziale mellifero minimo di quello indicato in letteratura. La sottostima del dato consente di fare valutazioni economiche prudenziali, abbassando notevolmente i fattori di rischio legati all'attività d'impresa.

Nella Tabella seguente si riporta il nome delle piante mellifere afferenti alle coltivazioni presenti nella zona dell'impianto ed alla vegetazione spontanea con il riferimento del periodo di fioritura, della classe e del potenziale mellifero.

Parametri di produzione di miele delle principali piante mellifere presenti nell'area di progetto.

FAMIGLIA	SPECIE	FIORITURA	CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/ha di miele)
Citrus	spp.	I	II	50
Prunus	spp.	II	I	25
Borragine, timo, salvia, robinia	spp.	II-III-IV	VI	300

Una volta definito il potenziale mellifero delle principali piante presenti nell'area di progetto e nell'areale circostante, si rapporta la produzione di miele potenziale.

Calcolo del numero di arnie

La quantità di miele prodotto da un'arnia è molto variabile: si possono ottenere dalla smielatura di un'arnia stanziale in media 15-20 Kg di miele all'anno, con punte che oltrepassano i 40 Kg. Come per il polline, anche per il nettare l'entità della raccolta per arnia è in linea di massima proporzionale alla robustezza e alla consistenza numerica della colonia e segue nel corso dell'anno un andamento che è correlato con la situazione climatica e floristica. Anzi in questo caso il fattore "clima" è di importanza ancora più rilevante, in quanto, come già detto, influisce direttamente sulla secrezione nettarifera. Se ad esempio i valori di umidità relativa si innalzano oltre un certo limite,

la produzione di nettare è elevata, ma esso è anche più diluito e per ottenere la stessa quantità di miele le api devono quindi svolgere un lavoro molto maggiore.

Per l'area di progetto è ipotizzabile, in base alla valutazione dei fattori considerati, installare un numero di arnie complessivo pari a 30.

Ubicazione delle arnie

Oltre al numero di alveari/arnie per ettaro acquista molta importanza anche la loro disposizione all'interno della coltura.

Il raggio di azione della bottinatrice di nettare è molto più ampio di quello della bottinatrice di polline: normalmente infatti può estendersi fino a 3 chilometri, e in condizioni particolari può essere largamente superato. Il raggio di volo degli altri apoidei, escluso i bombi che possono volare per distanze più rilevanti, è in genere limitato, circoscritto a poca distanza dal nido, da poche decine di metri a 200-300 metri.

Gli elementi che bisogna considerare per l'ubicazione e posizionamento degli alveari per l'apicoltura stanziale, possono essere così elencati:

1. Scegliere un luogo in cui sono disponibili sufficienti risorse nettariifere per lo sviluppo e la crescita delle colonie. Se possibile evitare campi coltivati con monocolture dove si pratica la coltura intensiva.
2. L'apiario deve essere installato lontano da strade trafficate, da fonti di rumore e vibrazioni troppo forti e da elettrodotti. Tutti questi elementi disturbano la vita e lo sviluppo della colonia.
3. Luoghi troppo ventosi o dove c'è un eccessivo ristagno di umidità sono vivamente sconsigliati. Troppo vento non solo disturba le api, contribuendo a innervosirle e ad aumentarne l'aggressività, ma riduce la produzione di nettare. Per contro, troppa umidità favorisce l'insorgenza di micosi e patologie.
4. Accertarsi della disponibilità di acqua corrente nelle vicinanze, altrimenti predisporre degli abbeveratoi con ricambio frequente dell'acqua. L'acqua serve in primavera per l'allevamento della covata, e in estate per la regolazione termica dell'alveare. In primavera le api abbandonano la raccolta d'acqua quando le fioriture sono massime.
5. Preferire postazioni che si trovano al di sotto della fonte nettariifera da cui attingono le api. In tal modo, saranno più leggere durante il volo in salita e agevolate nel volo di ritorno a casa, quando sono cariche di nettare e quindi più pesanti.
6. Posizionare le arnie preferibilmente dove vi è presenza di alberi caducifoglie. Questo tipo di vegetazione è davvero ottimale, in quanto permette di avere

ombra d'estate, evitando così eccessivi surriscaldamenti degli alveari, ma nel contempo in inverno i raggi del sole possono scaldare le famiglie senza essere ostacolati e schermati da fronde sempreverdi. Anche in questo caso, però, si può intervenire "artificialmente" creando tettoie o ripari per proteggere le api dalla calura estiva o sistemi di coibentazione per il freddo.

7. Una volta scelto il luogo è anche importante il posizionamento delle arnie. Sicuramente è importantissimo che le arnie siano rivolte a sud e che siano esposte al sole almeno nelle ore mattutine. Questo favorisce la ripresa dell'attività delle api. Ottimo sarebbe se ricevessero luce anche nel pomeriggio, soprattutto d'inverno.
8. Dopo aver scelto la direzione, bisogna considerare il posizionamento vero e proprio. Per poter limitare il fenomeno della "deriva" è utile posizionare le arnie lungo linee curve, a semicerchio, in cerchio, a ferro di cavallo, a L o a S. Inoltre, bisogna avere l'accortezza di disporre le cassette in modo da intercalarne i colori per non confondere ulteriormente le api.
9. Bisogna considerare la distanza da terra e fra le arnie stesse. Non bisogna posizionarle troppo vicino al suolo perché altrimenti si favorirebbe il ristagno di umidità. L'opzione migliore è quella di metterle su blocchi singoli perché se poggiassero su traversine lunghe le eventuali vibrazioni, indotte su un'arnia si propagherebbero alle arnie contigue. Generalmente, inoltre, le arnie devono essere posizionate a 35-40 cm l'una dall'altra e, se disposte in file, deve esserci una distanza di almeno 4 m.
10. E' necessario evitare ostacoli davanti alle porticine di volo delle arnie, siano essi erba alta, arbusti o elementi di altra natura. Questi ovviamente disturbano le api e il loro lavoro.

In base alle precauzioni sopra riportate e in funzione della morfologia e l'uso del suolo definitivo dell'area di progetto, si ritiene opportuno posizionare le arnie al centro, che consente alle api di "pascolare" tranquillamente nel raggio massimo di 600 m come indicato nella Figura.

11. Le postazioni per le arnie si ritiene opportuno posizionarle nelle aree dove è presente l'acqua nelle immediate vicinanze dei canali che caratterizzano la rete idrografica superficiale. In tali ambiti sono previste opere di mitigazione idraulica che prevedono la piantumazione di specie arbustive ed arboree che possono essere confacenti alle esigenze degli apiari.



Figura 9 - Ubicazione apiario

Analisi economica dell'attività apistica

La presente analisi economica si pone i seguenti obiettivi:

- stimare, dal confronto tra ricavi e costi relativi ad un ciclo produttivo, il reddito dell'imprenditore;
- determinare, attraverso l'individuazione delle singole voci di spesa, i costi relativi alla produzione del miele.

Per raggiungere entrambi gli obiettivi, è necessario predisporre un bilancio aziendale. Tale bilancio, che prende lo spunto da un bilancio normalmente utilizzato in aziende zootecniche, è stato tarato e modificato per rispondere alle esigenze peculiari di un'azienda apistica. Il ciclo produttivo dell'azienda agraria al quale, di norma, fa riferimento il bilancio è un anno che normalmente nel sud Italia ha inizio nel mese di settembre. Nel caso specifico, per le aziende apistiche si è optato per la durata convenzionale del periodo di riferimento (1anno), ma utilizzando come giorno di inizio il 1° marzo: questa scelta è dettata dal fatto che, a quella data, si è normalmente in grado di stimare il numero corretto di famiglie/nuclei che hanno superato il periodo invernale che costituirà il "capitale bestiame iniziale".

In questo caso viene redatto un *bilancio preventivo* considerando che non ci sia variazione della consistenza “zootecnica” tra l’inizio e la fine dell’annata agraria di riferimento. Non si considerano, poiché non valutabili preventivamente, le perdite di famiglie dovute alla sciamatura e a problemi sanitari (es. Varroa). Si considera che l’attività apistica venga svolta in modo stanziale da un singolo apicoltore e che per la definizione della Produzione Lorda Vendibile venga valutato solo il prodotto miele (non si considerano gli altri prodotti apistici vendibili quali: pappa reale, propoli, polline, cera, idromele, aceto di miele, veleno, ...).

Costo d’impianto dell’allevamento

Il costo d’impianto è definito dall’investimento iniziale necessario per la realizzazione delle arnie e l’acquisto degli animali (sciami). Di seguito si riporta il dettaglio.



Conto arnia iniziale gestito da apicoltore per allevamento di ape ligustica

Voce di costo	Numero	Costo Unitario (€/Pz o €/Kg)	Costo totale	Precisazioni	IVA	Costo totale + IVA
Famiglia	1	100,00 €	100,00 €		10%	110,00 €
Regina	1	20,00 €	20,00 €		10%	22,00 €
Arnia (12 telaini)	1	55,00 €	55,00 €		22%	67,10 €
Melari	5	9,00 €	45,00 €		22%	54,90 €
Telai	12	0,70 €	8,40 €		22%	10,25 €
Cera bio per telai nido	1,32	35,00 €	46,20 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 110 gr. Sono necessari 12 fogli per un peso complessivo di Kg. 1,32. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	50,82 €
Telaini per melario	55	0,70 €	38,50 €	Per ogni arnia si considerano n. 5 melari, e per ogni melario n. 11 telaini	22%	46,97 €
Cera bio per telaini melario	3,025	35,00 €	105,88 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 55 gr. Sono necessari 55 fogli per un peso complessivo di Kg. 3,025. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	116,46 €
Escludi regina	1	5,00 €	5,00 €		22%	6,10 €
Apiscampo	1	15,00 €	15,00 €		22%	18,30 €
			Costo totale arnia 438,98 €			502,90 €

Il calcolo viene fatto tenendo conto della gestione complessiva dell'allevamento effettuata da 1 solo operatore. Si considera il prezzo medio ordinario di mercato riferito alla singola voce di spesa dando il valore complessivo.

La voce di spesa riferita al candito (alimento di soccorso da dare alle api nel periodo invernale) è fortemente condizionato dall'andamento climatico stagionale e pertanto si considerano valori prudenziali alti di gestione. Per quanto riguarda le spese di trasformazione, non avendo a disposizione attrezzature e locali, ci si avvarrà della prestazione di contoterzisti.

PLV (Produzione Lorda Vendibile)

Come già detto l'unica produzione vendibile dell'attività apistica è il miele.

Si prevede una produzione di miele media per singola arnia di 25 Kg/anno.

Quadro economico riepilogativo e bilancio

Prodotto	Quantità (Kg)	Prezzo (€/Kg)	Importo totale (iva inclusa)
Miele bio - vaso da 1Kg	450	14,00 €	6.300,00 €
Miele bio - vaso da 0,5 kg	450	15,00 €	6.750,00 €
Totale PLV			13.050,00 €

VOCE CONTABILE	SPECIFICA VOCE DI BILANCIO	Importo	Precisazioni
INVESTIMENTO INIZIALE	CONTO ARNIE	13.169,40 €	importo IVA esclusa
RICAVI VENDITA MIELE	Produzione Lorda Vendibile (PLV)	13.050,00 €	
COSTI DI GESTIONE	SPESE GESTIONE	1.485,00 €	
	ASSICURAZIONE	600,00 €	
	MANUTENZIONE	197,54 €	1,5%
	REINTEGRAZIONE ARNIE	2.633,88 €	Durata di un'arnia= 5 anni. Tasso d'interesse applicato 5%
<i>Totale costi di gestione</i>		4.916,42 €	

Fatto salvo l'investimento iniziale definito dal conto arnia, l'utile o la perdita di esercizio dal primo anno di attività è definibile con la seguente formula:

utile/perdita di esercizio dal 1° anno



€ 13.050,00 – 4.916,42



Utile di esercizio dal 1° anno = € 8.133,58

Conclusioni

Il progetto proposto determinerà notevoli miglioramenti, sia da un punto di vista produttivo, che economico ed occupazionale. I miglioramenti proposti potranno essere di stimolo alle altre aziende della zona ad attuare azioni sinergiche a tutela dell'ambiente e della sostenibilità.