

Studio Tecnico Agronomico
Damiano Aresu Dottore Agronomo

Via Aldo Moro n° 16 – Pimentel (CA)

Tel. 328/8674761 Fax 070/9800170


E-mail : agr.aresu@gmail.com

Pec : d.aresu@epap.conafpec.it

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI DUE IMPIANTI INTEGRATI DI PRODUZIONE ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA E DI PRODUZIONE AGRICOLA BIOLOGICA, DELLE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DENOMINATI "PRIMMARIU EST" E "PRIMMARIU OVEST"

Comune di Villacidro

Provincia del Sud Sardegna

<i>Agosto 2022</i>	<i>Relazione tecnica</i>
<p>Il tecnico</p> 	

1. PREMESSA

Io sottoscritto Dottor Agronomo Damiano Aresu, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Cagliari al N° 429, a cui è stato dato l'incarico di redigere gli elaborati tecnici dalla società GRV Solar Sardegna 1 srl, al fine di individuare, descrivere e valutare le caratteristiche di suolo e soprassuolo del sito di progetto ricadente in agro di Villacidro in località Turighedda distinta all'Agenzia del Territorio di Cagliari al foglio 401 particella 348-353 per una superficie totale di Ha 29,85, dove è prevista la realizzazione di due impianti integrati di produzione elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e di produzione agricola biologica, denominati "*Primmariu Est*" e "*Primmariu Ovest*", con potenza totale di immissione pari a 12.000 KWn..

L'obiettivo del presente studio è quello di descrivere l'uso agricolo attuale e la sua produttività, la vegetazione e l'uso del suolo.

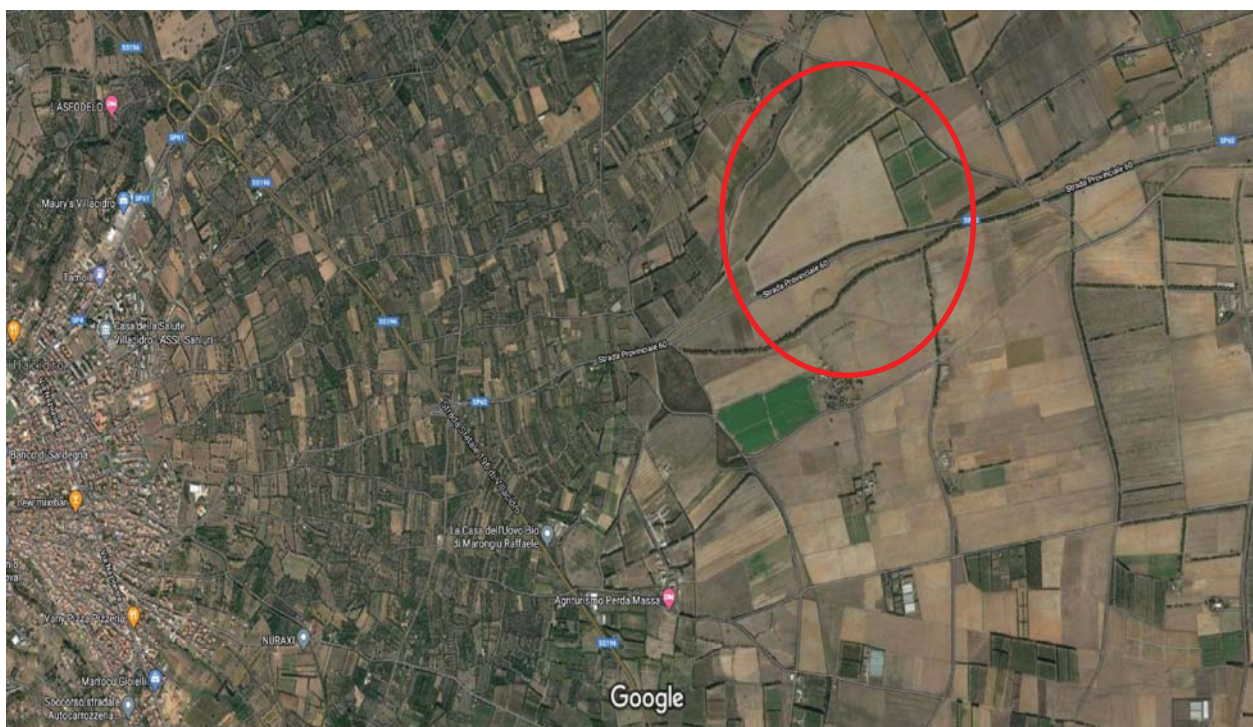
2. STATO ATTUALE DELL'UNITA' PRODUTTIVA

2.1 Ubicazione, strade di accesso e situazione infrastrutturale

L'azienda è localizzata nell'area geografica del medio Campidano, nel territorio del comune di Villacidro in località Turighedda, si estende per una superficie di ha 29,85 costituita da un unico corpo fondiario di forma irregolare. L'accesso al fondo risulta agevole in quanto risulta adiacente la sp 60. Sul terreno non è presente recinzione perimetrale ma su tre lati, fatta eccezione per il lato ovest vi è un frangivento di Eucaliptus costituito da due file di alberi che corrono paralleli sui tre lati del fondo. Sono presenti, inoltre, delle bocchelle del Consorzio di bonifica per l'irrigazione.

2.2 Stato attuale della superficie

Allo stato attuale il fondo risulta ricoperto da vegetazione spontanea l'intera superficie può essere ascrivibile alla classe colturale pascolo per l'intera superficie, durante il sopralluogo da me eseguito ho potuto notare che appare evidente la mancanza di lavorazioni da lungo tempo. Per quanto riguarda il frangivento presente sui tre lati del fondo sarebbero necessari degli interventi di potatura per il contenimento degli alberi per evitare la caduta di rami o branche sul futuro impianto o sulla adiacente strada provinciale con conseguenti danni a persone e/o cose.



Inquadramento area di interesse

3. CARATTERISTICHE AGROMETEREOLOGICHE

3.1 Fattori climatici

Il clima è dato dall'insieme dei fenomeni meteorologici che avvengono nell'atmosfera, considerati per un lungo periodo di tempo e per una regione piuttosto vasta. I componenti fondamentali del clima (precipitazioni, temperatura, venti, U.R) assumono caratteristiche proprie a livello locale in funzione del territorio (ubicazione, esposizione, orografia).

Il clima presente nell'area in esame, come nel resto dell'Isola, è quello tipico Mediterraneo, caratterizzato da un andamento nettamente bistagionale, con una stagione freddo - umida e un caldo – arida.

Le piogge sono concentrate nel periodo autunno - invernale, mentre i mesi estivi risultano particolarmente siccitosi con precipitazioni utili praticamente assenti.

La distribuzione stagionale fa attribuire la stazione al clima temperato - caldo, ad ampia siccità estiva che va da metà aprile alla prima decade di settembre.

L'andamento pluviometrico permette di evidenziare come certe piogge (le estive) non hanno alcun significato ecologico, in quanto oltre ad interessare solo lo strato superficiale del suolo sono disperse

per evaporazione per l'azione delle alte temperature e del vento. Occorre pertanto evidenziare come i valori modesti di piovosità possono assumere un certo significato se i terreni sono lavorati. Nel periodo invernale, invece, le piogge utili sono meglio distribuite in un tempo più lungo e questo permette alla vegetazione di poter esplicare la sua attività.

I **venti** di maggior frequenza, come nel resto dell'Isola, risultano quelli provenienti dal quarto quadrante (N - NW), che da soli raggiungono quasi la metà delle frequenze sul totale di tutti gli altri venti. Nella tabella e nel grafico seguente vengono riportati i valori delle frequenze percentuali dei venti rilevati in un periodo di osservazione di 52 in Sardegna:

N	NE	E	S	SE	SW	W	NW
27 %	6 %	10 %	6 %	7 %	7 %	10 %	21 %

L'**umidità relativa** nelle zone interessate risulta elevata durante i mesi invernali con punte massime del 85 – 100 %, mentre si riduce notevolmente nei mesi estivi fino a valori del 55% nelle ore più calde. In generale l'andamento dell'umidità relativa segue quello delle zone costiere con valori piuttosto alti (70-75%).

Per quanto riguarda l'Eliofania e la Nebulosità presenti rispecchiano quelli del resto della Sardegna, risultando una delle Regioni più soleggiate d'Italia.

I dati a disposizione permettono di inquadrare l'area nel Lauretum sottozona calda, le caratteristiche fitoclimatiche possono peraltro intuirsi dall'esame della flora che rivela un'impronta prettamente termoxerofila.

3.2 Geopedologia

La classificazione dei suoli oggetto d'intervento è stata eseguita secondo il sistema elaborato dal Servizio del Suolo degli Stati Uniti (Soil Taxonomy), riconosciuto a livello internazionale. Le caratteristiche pedologiche del territorio oggetto di studio sono state redatte attraverso l'uso della Carta dei Suoli della Sardegna. Nell'azienda in esame si rileva la presenza di substrati attribuibili all'unità 26 definita e caratterizzata come segue:

Paesaggi su alluvioni (a), (b), (c) e su arenarie eoliche cementate(d) del Pleistocene.

Per quanto riguarda la classificazione eco pedologica il substrato litologico è ascrivibile alle Alluvioni antiche (b) – b1 argille e sabbie di terrazzi Pleistocenici conglomerati e arenarie Pleistoceniche depositi di calcari o di acqua dolce pilo-pleistocenici, arenarie marnose, conglomerati pleistocenici.

Le regioni dei suoli sono ascrivibili a pianure alluvionali afferenti alla Soil Region dei Luvisols,

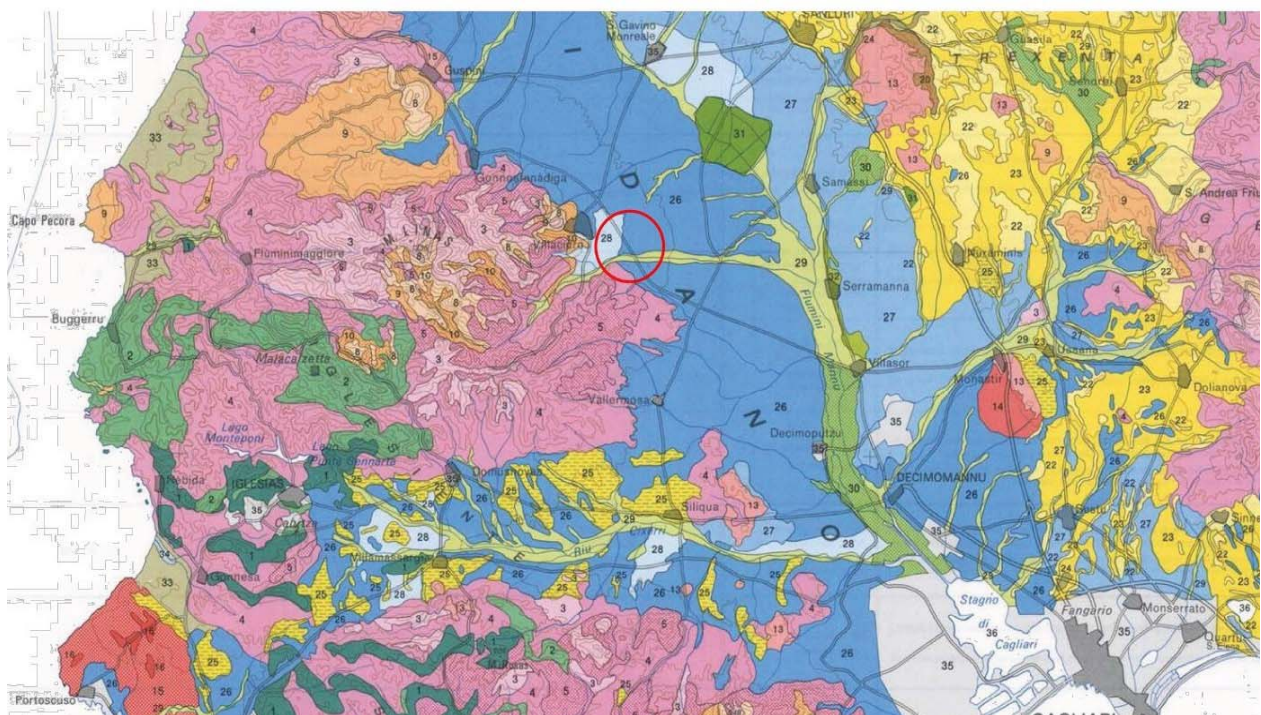
Cambisols, Gleysols, e Lixisols.

Le unità di paesaggio sono costituite da aree pianeggianti fluvio-alluvionali.

Per quanto riguarda la descrizione del paesaggio abbiamo aree da pianeggianti a terrazze con sedimenti alluvionali plio-pleistocenici o localmente di sabbie pleistoceniche, le forme del paesaggio sono da piane a debolmente ondulate con pendenza da 0 a 6%, le quote sono comprese tra 0 e 200 m. s.l.m.

L'uso del suolo è ascrivibile a colture permanenti, pascoli e terre arabili.

I suoli dominanti (WRB- 1998) Haplic Luvisols, Gleyic Luvisols, Haplic Acrisols, Haplic Calcisols, Petric Calcisols, Haplic Nitisols, Haplic Gleysols, Haplic Cambisols.



Stralcio Carta dei suoli

3.3 Inquadramento della vegetazione

Lo studio della vegetazione è uno degli aspetti fondamentali nella descrizione degli aspetti naturalistici ed ambientali in genere. La descrizione della vegetazione è la base per il riconoscimento degli habitat presenti, fondamentale per la fauna, per gli aspetti conservazionistici, per tutti gli aspetti riguardanti la valutazione degli impatti su quelle che sono le comunità di piante che vivono in un determinato territorio. L'utilizzo di queste informazioni consente di esprimere dei giudizi anche sull'uso del suolo, o meglio sulla differenza percettiva tra naturalità e conseguenze

dell'antropizzazione. La flora è il patrimonio di specie, generi e famiglie presenti nell'area in studio, la vegetazione è la descrizione del tipo di comunità di piante presenti nel territorio.

Queste informazioni sono utilizzate per effettuare delle scelte nella pianificazione ambientale e nella gestione del territorio, come per esempio:

- Definizione del grado di naturalità (inverso il grado di artificialità) del territorio;
- Valutazione della Biodiversità;
- Evoluzione del paesaggio vegetale.

L'area in studio è caratterizzata dalla totale assenza di spazi naturali o abbandonati all'evoluzione naturale. Qui le attività antropiche legate all'agricoltura e all'allevamento animale nella forma semibrada hanno cancellato ogni tipo di formazione vegetale naturale, sostituendola con aspetti artificiali, come le formazioni a frangivento di eucalitto, campi coltivati e pascolati.

Lo studio della zona da parte degli agronomi incaricati ha avuto l'obiettivo di individuare le comunità di piante che naturalmente crescono nell'area d'indagine, così da consentire l'identificazione degli aspetti riguardanti la vegetazione potenziale e caratterizzare le singole unità ecologiche a partire da quelle identificate nell'uso del suolo.

Nella zona in esame sono presenti ampie coltivazioni di leguminose e cereali ma anche colture arboree specializzate quali oliveti e agrumeti, inoltre vi sono delle coltivazioni orticole soprattutto carciofo, mentre spostandosi verso l'abitato del comune sul lato ovest inizia una zona montuosa costituita da essenze della macchia mediterranea di tipo sia arboreo che arbustivo.

In conclusione, la vegetazione presente è quella tipica di un'area coltivata, conservando pochi e limitati aspetti di naturalità, che si evidenziano in alberi isolati e nei tratti dove in qualche maniera si riconosce una vegetazione vicino a quella spontanea. La vegetazione mostra tutti i caratteri di artificialità e si può affermare che è sempre più condizionata dalla tendenza all'affermazione del pascolo e delle colture cerealicole.

4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come su indicato l'intervento consta nell'istallazione di due impianti agrovoltai a terra, i moduli verranno installati disposti in linea lungo il terreno alternati a superfici di terreno che verranno invece coltivate. Anche l'area al di sotto dei pannelli fotovoltaici sarà coltivata, al fine di creare una sinergia tra la produzione elettrica e agricola. L'intervento consta nella realizzazione di un impianto di agroenergia, infatti parte della superficie aziendale verrà ricoperta da moduli fotovoltaici mentre la restante porzione, circa 27 ha corrispondente al 90% dell'area totale di impianto, verrà previsto un

ordinamento colturale dello stesso periodo ipotizzando costi e benefici dell'intervento nell'arco dei trent'anni. La scelta di coltivare essenze foraggere e cereali è dettata sia dalla vocazione del territorio dove come è evidente dalle immagini presenti sul sito della regione Sardegna l'area è coltivata a essenze erbacee ormai da più di 60 anni e dal tipo di terreno caratterizzato da un franco di coltivazione di circa 30 centimetri seguite da uno starato sottostante molto compatto poco adatto alla coltivazione di essenze arboree.

4.1 Piano colturale

Il piano colturale prevede l'utilizzo di essenze foraggere in particolare verrà utilizzata l'erba medica (*Medicago Sativa*) che ben si adatta ai climi della Sardegna in alternanza alla medica verranno coltivate delle graminacee quali grano duro (*Triticum durum*) orzo (*Hordeum vulgare*) e/o avena (*Avena Sativa*). Il ciclo di produzione della medica sarà di cinque anni che verranno alternati ad un anno di cereali per poi riseminare la medica. Allo stato attuale la medica risulta una foraggiera molto appetita dal mercato, infatti, da un'indagine effettuata nel territorio è risultata una grande presenza di aziende agricole a vocazione zootecnica che devono integrare le loro produzioni foraggere spesso carenti con foraggi provenienti da altre aziende agricole l'iniziativa proposta si colloca perfettamente nel territorio in cui ci troviamo. Analogo discorso vale per i cereali e le paglie da essi derivanti. Entrambe le coltivazioni saranno estese al di sotto dei pannelli fotovoltaici.

Tabella piano colturale:

Anno	Coltura	Anno	Coltura	Anno	Coltura	Anno	Coltura
1	Erba Medica	9	Erba Medica	17	Erba Medica	25	Erba Medica
2	Erba Medica	10	Erba Medica	18	Grano duro	26	Erba Medica
3	Erba Medica	11	Erba Medica	19	Erba Medica	27	Erba Medica
4	Erba Medica	12	Orzo	20	Erba Medica	28	Erba Medica
5	Erba Medica	13	Erba Medica	21	Erba Medica	29	Erba Medica
6	Grano duro	14	Erba Medica	22	Erba Medica	30	Grano duro
7	Erba Medica	15	Erba Medica	23	Erba Medica		
8	Erba Medica	16	Erba Medica	24	Orzo		

4.2 Medicago Sativa

L'erba medica è stata chiamata la "regina delle foraggere", definizione certamente meritata. La pianta ha avuto origine in Asia Sudoccidentale mentre la sua coltivazione come pianta da foraggio può essere fatta risalire ad oltre 2000 anni fa. Essa era infatti conosciuta da Greci e Romani.

Si stima che l'area totale coltivata a medica sia approssimativamente di 15 milioni di ettari.

In Italia è coltivata in Emilia-Romagna, (più della metà della superficie totale italiana), segue la Lombardia, Marche, Lazio, Umbria, Abruzzo, Toscana, Veneto e Campania.

Caratteri botanici

Erba medica comune (*Medicago sativa*) è una specie originaria degli altopiani iraniani, cioè dall'antica Media; è una pianta erbacea vivace che potrebbe vivere fino a 10-15 anni in ambienti adatti, ma che in genere in coltura vive molto meno (3-4 anni) a causa di svariate avversità.

Il seme è piccolo (1000 semi pesano 2 g circa), reniforme, di colore giallo verdognolo; una certa percentuale di semi (8-10% e talvolta anche di più) sono duri ma vanno considerati come normalmente germinabili. Dal seme spunta una radice fittonante che penetra rapidamente nel terreno e giunge di solito a superare di molto il metro.

La pianta di erba medica è costituita da numerosi steli eretti alti 0,80-1 m, che si sviluppano dal cespo dopo la raccolta degli steli precedenti. Questa del rapido ributto che rigenera la vegetazione dopo ogni taglio è una delle più importanti e apprezzate caratteristiche di questa foraggera.

Le foglie sono trifogliate; le foglioline sono allungate e denticolate nel terzo superiore del loro margine; le foglioline costituiscono circa il 45% del peso dell'intera pianta e sono le parti più nutrienti.

I fiori dell'erba medica comune si formano in numero di 10-20 su piccoli racemi ascellari e sono di colore azzurro-violaceo.

Il frutto è un legume a spirale, che di solito contiene da 2 a 8 semi.

È una pianta molto resistente al freddo in quanto in autunno, sotto l'azione dei giorni corti, arresta ogni attività vegetativa: è questo "letargo" invernale che conferisce alle piante la loro resistenza al freddo.

Esigenze ambientali e tecnica colturale

La duplice origine geografica e genetica della medica fanno sì che questa pianta sia coltivata entro un'ampia fascia di latitudine.

Negli ambienti caldi e aridi del bacino del Mediterraneo le popolazioni coltivate di erba medica sono riferibili a *M. sativa* pura.

L'erba medica è una forte consumatrice d'acqua: ne consuma 700-800 litri per formare un

chilogrammo di sostanza secca; nonostante ciò, è la foraggera più resistente alla siccità grazie al suo apparato radicale capace di scendere a grande profondità, purché non trovi ostacoli.

L'erba medica teme moltissimo l'eccesso di umidità nel terreno, per la persistenza del medicaio è fondamentale la buona sistemazione idraulica dei terreni.

Il terreno più confacente alla medica è quello di medio impasto e quello argilloso di buona struttura, profondo, in modo da non ostacolare l'approfondimento delle radici. Nei confronti del pH l'erba medica non tollera l'acidità.

Posto nell'avvicendamento

In passato il medicaio era mantenuto per un numero non predeterminato di anni e tenuto fuori rotazione. Attualmente la norma è di utilizzare il prato per 3-4 anni, inserendolo in rotazione.

L'erba medica è stata sempre considerata una coltura grande miglioratrice che di norma segue e precede il frumento, entrando in rotazioni di durata e tipo diverso.

L'unica incompatibilità dell'erba medica quanto a successione colturale è verso se stessa.

Preparazione del terreno

Nel caso di semina in bucatatura, ossia di tra semina dell'erba medica nel frumento, nessuna speciale lavorazione preparatoria è richiesta.

Nel caso di semina specializzata è quanto mai opportuno un lavoro profondo, da rinnovo, per favorire l'approfondimento radicale. Questo lavoro va fatto presto nell'estate, per poter aver il tempo di realizzare quello stato di perfetto affinamento superficiale che la piccolezza del seme rende indispensabile perché le semine abbiano buon esito.

Nel caso di disponibilità di impianto d'irrigazione idoneo, una tecnica che dà buoni risultati è quella di seminare il medicaio in estate sulle stoppie del frumento sottoposte solo alla "lavorazione minima" cioè ad un'erpatura superficiale.

Concimazione

La concimazione di fondo per il medicaio si basa sul fosforo, del quale le leguminose sono oltremodo esigenti; l'azoto non è importante data l'azotofissazione; il potassio in genere è abbondante nei terreni e nelle regioni dove la medica è diffusa. È opportuno che il concime fosforico, e quello potassico eventuale, sia dato prima della semina o, meglio ancora, prima dell'aratura. In modo da arricchire di fosforo gli strati profondi nei quali opererà l'apparato radicale. Il letame sarebbe utilissimo al medicaio per il miglioramento delle proprietà fisiche del terreno, alle quali la medica è assai sensibile.

Semina

L'erba medica può essere seminata:

- 1 All'uscita dell'inverno dal momento in cui la temperatura raggiunge i 5-6 °C;
- 2 In fine estate perché le piantine possano raggiungere un buono sviluppo epigeo (4-5 foglie) e radicale /almeno 50 mm) all'arrivo dei freddi; infatti le piantine di erba medica quando sono molto giovani non resistono al freddo.

La semina di fine inverno (febbraio-marzo) è quella più praticata nel caso non si disponga di possibilità irrigue; potendo fare una o due irrigazioni ausiliarie, per assicurare l'emergenza, la semina estiva è senz'altro la più razionale.

La semina può essere fatta con diverse modalità:

- 1 In bucatura in mezzo a un cereale;
- 2 Semina in purezza su terreno nudo, per lo più primaverile;
- 3 Semina in purezza in estate dopo un cereale, con irrigazione ausiliaria.

La semina può farsi a spaglio, interrando il seme con una leggerissima erpicatura, o con la seminatrice del frumento, a file distanti 0,14-0,16 m. è della massima importanza curare che l'interramento dei semi non sia eccessiva: 20-30 mm è la profondità massima a cui si possono deporre i semi perché essi siano in condizioni di nascere.

Quantità di seme

Per avere le 350-400 piante a metro quadro che si considera il popolamento iniziale migliore di un medicaio è da ritenere che curando la perfezione del letto di semina e della semina risultati pienamente soddisfacenti possano essere conseguiti con quantità di seme non superiori a 15-20 Kg/ha.

In molti casi la rullatura può risultare utile per favorire le nascite.

Cure colturali

La concimazione fosfatica e fosfo-potassica in copertura del medicaio, anche se è una pratica corrente, non è molto razionale data la scarsa mobilità di questi elementi, come è stato detto P e K dovrebbero essere stati dati tutti prima della semina.

Controllo delle infestanti

Nell'anno d'impianto le infestazioni più comuni del prato di erba medica sono dicotiledoni annuali (Stellaria, Capsella, Sinapsi, chenopodium, Amaranthus ecc.), oppure monocotiledoni annuali (Digitaria, Setaria, Echinochloa). In seguito fanno la comparsa dicotiledoni poliennali come Taraxacum, Rumex, Plantago, o monocotiledoni come Alopecurus, avena selvatica, loiessa, Agropyron repens: anche se non prive di un certo valore foraggero, sono comunque da considerare infestanti della ben altrimenti pregiata erba medica. Molto temibile poi è la cuscuto che può causare estesi diradamenti a macchia d'olio. Il mantenimento in purezza del prato di erba medica è garanzia

sia di longevità del prato sia di qualità del foraggio, che è massima solo nel caso di medicaio puro.

Il diserbo dell'erba medica può essere articolato come segue:

all'impianto del medicaio gli interventi possibili sono:

- 1 Pre-semina
- 2 Pre-emergenza
- 3 Post-emergenza

Nel medicaio impiantato

- 1 Durante il riposo vegetativo.
- 2 Alla ripresa vegetativa.
- 3 Controllo della cuscuto. Questa fanerogama parassita determina gravi diradamenti a chiazze sui medicai fin dal primo anno. La lotta specifica è quella a base di Propizamide, da fare localizzata o a tutto campo subito dopo lo sfalcio.

Irrigazione

Solo nelle estreme regioni meridionali a clima eccessivamente asciutto e caldo, l'irrigazione è necessaria e costituisce condizione indispensabile per ottenere produzione costante ed elevata.

Produzioni

Dal 2000 il commercio di semi di erba medica è limitato alle varietà selezionate, con esclusione degli ecotipi.

Nell'anno di semina la produzione è scarsa. La piena produttività si raggiunge nell'anno successivo alla semina, al 3° anno la produzione comincia a declinare per progressivo diradamento. Al momento in cui si scende sotto le 100 piante a metro quadro il medicaio deve essere rotto perché la sua resa è compromessa.

Nel corso dell'anno il medicaio fornisce il suo prodotto, l'erba, in parecchi tagli: da un minimo di 2, nel caso di clima e terreno aridi, a 4-5 in condizione irrigua o di notevole freschezza; casi limite si hanno nelle colture irrigue delle zone subtropicali (oasi dei deserti) dove il medicaio, vegetando tutto l'anno, dà fino a 10-12 tagli di erba molto giovane. In Sardegna e in particolare nella zona di Villacidro si può arrivare anche a 7 tagli all'anno.

Lo stadio vegetativo ottimale per il taglio è a fioritura iniziata da qualche giorno.

La fienagione è piuttosto delicata, specialmente al primo taglio in cui l'erba è grossolana per la presenza delle infestanti, e la stagione poco propizia per piovosità, umidità dell'aria e del terreno e scarsa radiazione solare.

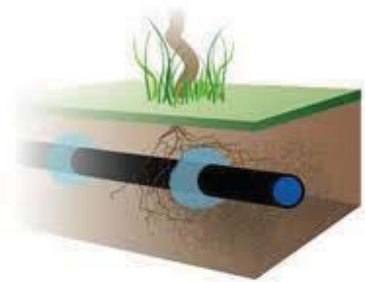
La resa media annua di fieno del prato di erba medica può giungere fino a 13 t/ha, in condizioni più normali le rese si aggirano su 8-10 t/ha. Un fieno di erba medica di ottima qualità ha un contenuto di

protidi grezzi del 18-22% (su s.s.); il valore nutritivo è di circa 0,6 U.F. per Kg di s.s.

La raccolta del fieno va fatta con moltissima cura per evitare che manipolando il foraggio troppo secco si perdano le foglie, che sono la parte più pregiata.

4.3 Impianto di irrigazione

Come su indicato l'impianto avrà una durata di trent'anni per cui si realizzerà un impianto di fertirrigazione che permetta di fornire alle piante sia la giusta quantità di acqua necessaria per la crescita e lo sviluppo ma anche gli elementi nutritivi di cui le piante necessitano in modo tempestivo. Vista l'importanza dell'iniziativa proposta, la volontà di rispettare l'ambiente e di gestire al meglio la risorsa idrica, in una regione povera di acqua, si è deciso di realizzare un impianto di sub irrigazione. Questo tipo di impianto consta nell'utilizzare delle particolari ali gocciolanti che vengono interrate nel terreno così da fornire alle piante l'acqua e gli elementi nutritivi direttamente alle radici. Questa tecnica consente di risparmiare acqua per via delle perdite inesistenti per via dell'evaporazione e allo stesso tempo evita lo sviluppo delle malerbe poiché l'acqua viene data in profondità evitando così la germinazione dei semi delle erbe infestanti.



Come sopra detto i vantaggi di questa tecnica sono evidenti di contro abbiamo un prezzo superiore rispetto agli impianti a goccia tradizionali, il maggiore costo di installazione è comunque giustificato dalla durata nel tempo dell'impianto, dal risparmio di acqua e mezzi tecnici e per il contenimento delle malerbe.

4.3.1 Fabbisogno irriguo

Nella zona in esame ovvero il medio Campidano tra i territori dei comuni di Villacidro e Samassi abbiamo secondo i dati SAR e ARPAS un consumo medio annuo di 7836 mc/ha annui. Naturalmente questo dipende sia dalla disponibilità idrica del terreno e della evapotraspirazione del periodo in cui ci troviamo inoltre sono da considerare

- I consumi giornalieri (m3/ha) in caso di turni relativamente lunghi si può considerare un

valore medio che tiene conto delle variazioni dei consumi (superficie fogliare) tra un taglio ed il successivo altrimenti si possono adottare i valori riferiti alle singole fasi

- moltiplicare tali consumi per il numero di giorni intercorsi dall'ultima irrigazione, così da calcolare i consumi idrici complessivi;
- considerare le eventuali piogge misurate nello stesso periodo i cui valori sono reperibili sugli appositi bollettini giornalieri;
- sottrarre le piogge (in m³/ha) ai consumi prima calcolati, determinando i fabbisogni idrici della coltura, cioè i volumi da distribuire al terreno per mantenere la coltura in condizioni di disponibilità idrica ottimale;
- considerare che ciascun tipo di suolo ha una capacità di trattenere l'acqua di cui occorre tener conto nel momento di stabilire il volume da distribuire. Pertanto, una volta determinati i fabbisogni, occorre raffrontarli con i volumi massimi
- determinare, infine, l'effettivo fabbisogno irriguo, cioè il volume da destinare a quel determinato appezzamento, che deve tener conto, oltre che dell'effettiva estensione del campo, anche dell'efficienza dell'impianto irriguo nella distribuzione dell'acqua.

Nel caso specifico dobbiamo valutare che l'efficienza nella distribuzione della risorsa idrica è massima in quanto parliamo di un impianto di irrigazione per sub-irrigazione per cui le perdite dovute alla evaporazione sono nulle.

Da quanto sopra esposto il dato di 7836 mc/ha annui per il territorio e per la coltura erba medica appare perfettamente congruo.

Per quando riguarda il metodo di irrigazione per sub irrigazione possiamo indicare un'efficienza del metodo di irrigazione del 95% per cui in base ai dati forniti dal SAR sull'area in esame inerenti l'evapotraspirazione, il tipo di terreno il tipo di coltura tenendo conto dei fabbisogni della coltivazione possiamo ipotizzare un calcolo come quello di sotto riportato

Zona di coltivazione: Medio Campidano; fase della coltura: levata (III); periodo: prima decade di luglio

A - consumo medio giornaliero = 54 m³/ha

B - periodo dall'ultima irrigazione: 5 giorni, quindi consumi complessivi = 270 m³/ha

C - piogge complessive degli ultimi 5 giorni = 10 mm corrispondenti a 100 m³/ha

D - fabbisogni idrici (consumi - piogge) = 270 - 100 = 170 m³/ha

E - il suolo è di tipo franco-argilloso che può immagazzinare indicativamente da 590 m³/ha circa pertanto il volume stabilito (170 m³/ha) può essere integralmente somministrato senza che vi siano perdite;

F - l'impianto è per sub irrigazione con un grado di efficienza del 95%; per apportare al suolo 150 m3/ha è necessario distribuire un volume maggiorato del 5% circa, ovvero 158 m3 per 1 ettaro; successivamente il valore va adattato alla estensione della superficie: es per 0.7 ha il volume sarà = $158 \times 0.7 = 159 \text{ m}^3$

Da quanto sopra per la zona in esame possiamo ipotizzare un turno irriguo di 5 giorni e un volume di adacquamento di circa 160mc/ha.

Anche le concimazioni verranno eseguite con il metodo della sub irrigazione

4.4 Schema dei costi

Per quanto riguarda lo schema dei costi si farà riferimento ai costi per l'impianto di un ettaro di superficie per poi moltiplicare gli stessi per l'intera superficie. Di seguito verrà riportata una tabella con i costi di impianto per la coltivazione della medica e/o dei cereali è da evidenziare che le lavorazioni preliminari sono le medesime sia per la medica che per i cereali; I prezzi per le singole voci di spesa scaturiscono da ricerche di mercato eseguite su aziende che vendono sementi, da contoterzisti presenti nella zona e soprattutto si prenderanno in considerazione i prezzi del prezzo regionale dell'agricoltura della Regione Autonoma della Sardegna.

Tab. 4 Conto culturale pianura irrigua

COSTI ANNUALI		1° anno		2° anno		3° anno		4° anno		5° anno		Media annua (€/ha)
Raccolta foraggio 1° taglio	€/big baler	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	
Irrigazione			49,5		49,5		49,5		49,5		49,5	49,5
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	7,5	56,3	10	75	10	75	8,8	65,6	8,8	65,6	67,5
Carico e trasporto	2,2	7,5	16,5	10	22	10	22	8,8	19,3	8,8	19,3	19,8
RACCOLTA FORAGGIO 2° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,2		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,2		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	6,3	46,9	6,25	46,9	6,3	46,9	6,3	46,9	6,3	46,9	46,9
Carico e trasporto	2,2	6,3	13,8	6,25	13,8	6,3	13,75	6,3	13,8	6,3	13,8	13,8
RACCOLTA FORAGGIO 3° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	6,3	46,9	5	37,5	5	37,5	5	37,5	5	37,5	9,4
Carico e trasporto	2,2	6,3	13,8	5	11	5	11	5	11	5	11	11,6
RACCOLTA FORAGGIO 4° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	5	37,5	3,8	28,1	3,8	28,1	2,5	18,8	2,5	18,8	26,3
Carico e trasporto	2,2	5	11	3,8	8,3	3,8	8,3	2,5	5,5	2,5	5,5	7,7
RACCOLTA FORAGGIO 5° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			0		40		40		40		40	32
Andanatura			0		25,5		25,5		25,5		25,5	20,4
Rivoltatura			0		25,5		25,5		25,5		25,5	20,4
Pressatura: big baler	7,5	0	0	2,5	18,8	2,5	18,75	2,5	18,8	2,5	18,8	15
Carico e trasporto	2,2	0	0	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	5,5	4,4
TOTALE			656		771,3		771,3		747		747	738,5
COSTI D'IMPIANTO												
Aratura			165,2									33
Estirpatura			40									8
Concimazione di fondo			45									9
Concime (Perfosfato triplo)			180									36
Erpicatura			30									6
Semina			43,4									8,7
Semente			168									33,6
Rullatura			31									6,2
TOTALE			702,6									140,5
RICAVI TOTALI			1.230		1.347,5		1.347,5		1.225		1.225	1.275
REDDITO LORDO			-128,6		576,3		576,3		478		478	396

Di seguito analizziamo i costi di produzione e i ricavi per le colture di grano e orzo che verranno coltivate dopo ogni ciclo di cinque anni come interruzione della coltivazione della medica i cereali ben si adattano alla zona in esame e forniscono allo stesso tempo granella e paglia che possono essere utilizzate sempre per l'alimentazione del bestiame oppure nel caso della granella venduti ad aziende di trasformazione presenti nella zona. Seguiranno due tabelle che indicano i costi di produzione dalla preparazione del terreno alla raccolta e i ricavi previsti:

Costi per la produzione del grano duro

Voce di costo	euro/ha	Incidenza %
Aratura preparazione terreno	170	16,19
Semina	50	4,76
Distribuzione concime	30	2,86
Distribuzione concime copertura	30	2,86
Trebbiatura	180	17,14
Trasporto	60	5,71
Totale lavorazioni	520	49,52
Concimazione di fondo	140	13,33
Concime di copertura	180	17,14
Semente	140	13,33
Diserbo post emergenza	70	6,67
Totale mezzi tecnici	530	50,48
Totale costo	1.050	100%

Ricavi riferiti ad un ettaro di grano duro

Produzione	Resa /ha q.li	€ q.le	Totale
Granella	50	23	1150
Paglia	40	8	320
Totale ricavo			1470

Da quanto sopra esposto abbiamo che ha fronte di € 1.050,00 di spese abbiamo un ricavo totale di € 1.470,00 per cui un guadagno netto ad ettaro di € 420,00 ad ettaro

Costi per la produzione dell'orzo

Voce di costo	euro/ha	Incidenza %
Aratura e preparazione terreno	170	18,28
Semina	50	5,38
Distribuzione concime	30	3,23
Distribuzione concime copertura	30	3,23
Trebbiatura	180	19,35
Trasporto	60	6,45
Totale lavorazioni	520	55,91
Concimazione di fondo	100	10,75
Concime di copertura	100	10,75
Semente	140	15,05
Diserbo post emergenza	70	7,53
Totale mezzi tecnici	410	44,09
Totale costo	930	100%

Ricavi riferiti ad un ettaro di orzo

Produzione	Resa /ha q.li	€ q.le	Totale
Granella	60	20	1200
Paglia	40	8	320
Totale ricavo			1520

Anche nel caso dell'orzo abbiamo che ha fronte di € 930,00 di spese abbiamo un ricavo totale di € 1.520,00 per cui un guadagno netto ad ettaro di € 590,00 ad ettaro

4.5 Produzione medie delle colture nella zona del Medio Campidano

Dalle ricerche effettuate nella zona oggetto di intervento ovvero il Medio Campidano sono scaturite nell'ultimo decennio delle produzioni medie per colture proposte rispettivamente di:

- Fieno essiccato di erba medica 200/250 q.li /ha annui;
- Granella di grano duro 40/50 q.li /ha annui;
- Paglia di grano duro 30/40 q.li /ha annui;
- Granella di orzo 50/60 q.li /ha annui;
- Paglia di grano duro 30/40 q.li /ha annui.

Considerando che la superficie coltivata al netto dell'impianto, delle strade, dei frangiventi e dei servizi è di circa 9 ettari avremo una superficie coltivabile di circa 27 ettari, dal momento che la

coltivazione è estesa anche al di sotto dei pannelli fotovoltaici, per cui avremo una produzione totale per le essenze coltivate come di seguito riportate:

- Fieno essiccato di erba medica 4.000/5.000 q.li /ha annui;
- Granella di grano duro 800/1.000 q.li /ha annui;
- Paglia di grano duro 600/800 q.li /ha annui;
- Granella di orzo 1.000/1.200 q.li /ha annui;
- Paglia di grano duro 600/800 q.li /ha annui.

4.5.1 Calcolo della PST

Come sopra riportato abbiamo ipotizzato di coltivare per la maggior parte del tempo erba medica intervallandola con cereali quali grano duro o orzo da quanto sopra avremo le seguenti PST:

Coltura	PST / Ha	Superficie totale	PST totale
Erba medica	€ 751,00	Ha 27,00	€ 20.277,00
Grano duro	€ 935,00	Ha 27,00	€ 25.245,00
Orzo	€ 698,00	Ha 27,00	€ 18.846,00

5. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE AGRONOMICO SULL'UTILIZZO DI UN IMPIANTO DI SUB IRRIGAZIONE E DI MODERNE ATTREZZATURE PER LA COLTIVAZIONE

Per lo sfalcio delle foraggere si utilizzano delle falciatrici o delle falciacondizionatrici attaccate posteriormente alla trattrice agricola che sbracciano parallelamente all'avanzare della macchina per una lunghezza di circa tre metri per cui una lunghezza di gran lunga superiore rispetto alla nostra larghezza di un metro e tredici centimetri al di sotto dei moduli.

Allo stesso tempo per ranghinare il fieno sfalcato si possono utilizzare dei ranghinatori a giostra che hanno un'altezza di circa 70 cm e che convogliano il fieno tagliato al di fuori dell'area occupata dai moduli per poi accumularlo in andane e garantire un'agevole raccolta da parte delle macchine imballatrici.

Queste soluzioni sono compatibili con il progetto proposto e possono essere utilizzate anche in campo agrivoltaico in modo agevole.

Le condizioni climatiche degli ultimi anni hanno generato una sempre crescente aridità del clima mondiale questo spinge gli addetti al settore primario a fare ricorso a sistemi che permettano loro di risparmiare la risorsa idrica. Già gli antichi egizi praticavano la subirrigazione interrando delle anfore di terracotta intorno agli alberi da frutto lasciando la bocca al di fuori del piano campagna in modo da poterle riempire. Così facendo l'acqua trasudava dalle pareti di argilla al terreno circostante rendendola disponibile per gli apparati radicali delle piante.

La subirrigazione è quella particolare pratica irrigua con la quale, mediante un impianto a goccia in pressione posizionato al di sotto del piano di campagna, viene somministrata l'acqua e i nutrienti in essa disciolti alle colture. L'attuale conoscenza dei vantaggi e dei meccanismi di funzionamento della microirrigazione, integrata con nuovi studi agronomici e tecnologici, ha reso possibile la grande diffusione della subirrigazione che si è dimostrata applicabile a un numero sempre maggiore di colture. Negli ultimi decenni del secolo scorso tutte le prove sperimentali hanno dimostrato la validità del sistema interrato in termini di maggiore produttività delle colture, come di risparmio idrico per effetto della mancata perdita per evaporazione e facilitazione della meccanizzazione delle varie operazioni colturali.

Rispetto ad altri metodi irrigui, la subirrigazione presenta in particolare i seguenti vantaggi:

- Il risparmio idrico è garantito per l'assenza di evaporazione e deriva a causa del vento.
- Una maggiore efficienza dell'acqua irrigua per effetto dell'erogazione in prossimità degli apparati radicali.
- Una maggiore efficienza della fertirrigazione e minor impatto ambientale grazie alla distribuzione dei fertilizzanti nella zona colonizzata dagli apparati radicali.
- L'interramento del sistema consente di effettuare in modo tempestivo la distribuzione dei nutrienti per correggere squilibri nutrizionali soprattutto con quegli elementi come il fosforo e il potassio che sono poco mobili nel terreno e richiedono anni per raggiungere gli strati più profondi.
- Viene facilitato l'impiego di concimi di origine naturale caratterizzate da concentrazione più blanda come i nuovi prodotti studiati per migliorare l'ambiente radicale e attivare l'assorbimento dei nutrienti.
- Il contenimento dell'umidità al di sotto della vegetazione consente una riduzione delle malattie fungine e soprattutto lo sviluppo delle erbe infestanti
- L'interramento del sistema irriguo consente di iniettare aria per ossigenare gli apparati radicali e combattere alcune fisiopatie come la clorosi ferrica nei terreni pesanti.

- Viene facilitata l'utilizzazione di acque reflue a scopo irriguo sia in agricoltura sia in paesaggistica consentendo di utilizzare una grande fonte idrica alternativa in una situazione in cui la risorsa idrica è sempre più carente;
- L'interramento pone il sistema d'irrigazione al riparo dai raggi ultravioletti e dalle escursioni termiche assicurandone una maggior durata.
- Si ha un miglioramento estetico dei terreni coltivati grazie alla non visibilità delle tubazioni.
- La mancata visibilità esterna dell'impianto lo rende meno soggetto agli atti vandalici.
- La subirrigazione permette, inoltre, la transitabilità degli appezzamenti e l'utilizzazione dei prati erbosi mentre è in atto l'irrigazione.
- La possibilità di meccanizzare al massimo le operazioni di installazione del sistema con notevole risparmio di manodopera.
- L'assenza di tubazioni aeree o appoggiate sul terreno permette la completa meccanizzazione delle operazioni colturali compresa la potatura e la raccolta e, la possibilità di lavorare il terreno in tutte le direzioni.
- Il mancato diretto contatto con l'aria fa sì che le ali gocciolanti non si asciugano completamente evitando così la formazione di patine biancastre tipiche dei carbonati che a lungo andare potrebbe otturare gli erogatori.

6. CONCLUSIONI

Gli interventi proposti sono in linea con quanto previsto negli elaborati di progetto in modo particolare per quanto riguarda il report pedologico infatti visto il sistema di irrigazione per sub-irrigazione proposto e il tipo di terreno a disposizione e le colture che verranno praticate difficilmente si avranno dei ristagni idrici salvo eventuali eventi eccezionali di difficile previsione ma per quanto riguarda l'ordinarietà il problema dei ristagni non sussiste.

Per quanto riguarda la concimazione sia di impianto che di copertura si consiglia un'analisi adatta alla prima coltura che verrà praticata tenendo conto delle caratteristiche del terreno e dei fabbisogni della coltura.

Il tecnico
Damiano Aresu Dottore Agronomo

ARESUDAMIANO
2022.08.01 09:02:00
CN=ARESUDAMIANO
O=CONAF
2.5.4.11=N-Scr. 429
DOTTORE AGRONOMO
DAMIANO
RSA/2046315

