



**IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO
"CASA DEL CORTO"**

**[ID: 3212 - 3214] Risposte alle
Richieste di Integrazioni**

Allegato 2: Relazione Agronomica

Preparato per:
Svolta Geotermica Srl

Dicembre 2016

Codice Progetto:
P16_CAE_021

Revisione: 0

STEAM
Sistemi Energetici Ambientali
Via Ponte a Piglieri, 8
I - 56122 Pisa
Telefono +39 050 9711664
Fax +39 050 3136505
Email : info@steam-group.net



STEAM



**COMUNE DI
PIANCASTAGNAIO**



**PROVINCIA
DI SIENA**

**Impianto pilota geotermico denominato "Casa del Corto"
nel Comune di Piancastagnaio (SI)**

RELAZIONE AGRONOMICA

Tirano, 24 Novembre 2016

Committente:

**SVOLTA GEOTERMICA S.R.L.
VIA DELL'INDUSTRIA 8
24126 BERGAMO**

Massimo Divitini – Dottore forestale
Piazza Marinoni, 15
23037 Tirano (SO)
Cell. 380/1878993 Fax 0342/1890118

e-mail: tiliafor@libero.it




RELAZIONE AGRONOMICA

1. Premessa

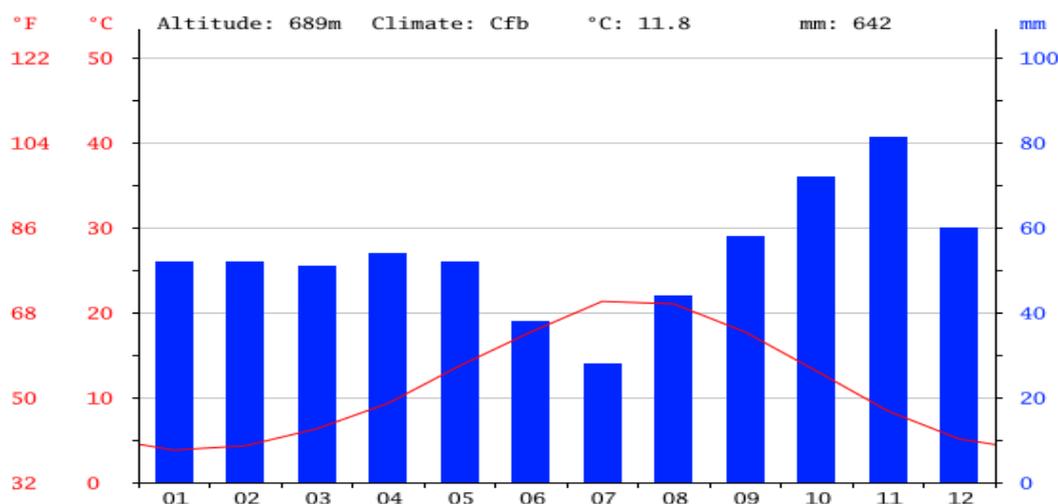
Il sottoscritto Dott. Massimo Divitini con studio in Tirano (SO), Piazza Marinoni n° 15, iscritto all'Albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali delle province di Como, Lecco e Sondrio al n° 135 ha ricevuto incarico dalla società SVOLTA GEOTERMICA S.r.l. con sede a Bergamo, Via Dell'industria 8, per fornire consulenza agronomica-ambientale nell'ambito della procedura di VIA per progetto di Impianto pilota geotermico denominato "Casa del Corto" nel Comune di Piancastagnaio (SI), con particolare riferimento all'utilizzo a fini agricoli del calore residuo del fluido organico di lavoro proveniente dall'impianto ORC.

A seguito di tale incarico, nel corso del mese di luglio 2016, è stato effettuato un sopralluogo nelle aree d'intervento per presa visione del contesto in cui si andrà ad operare.

2. Inquadramento climatico

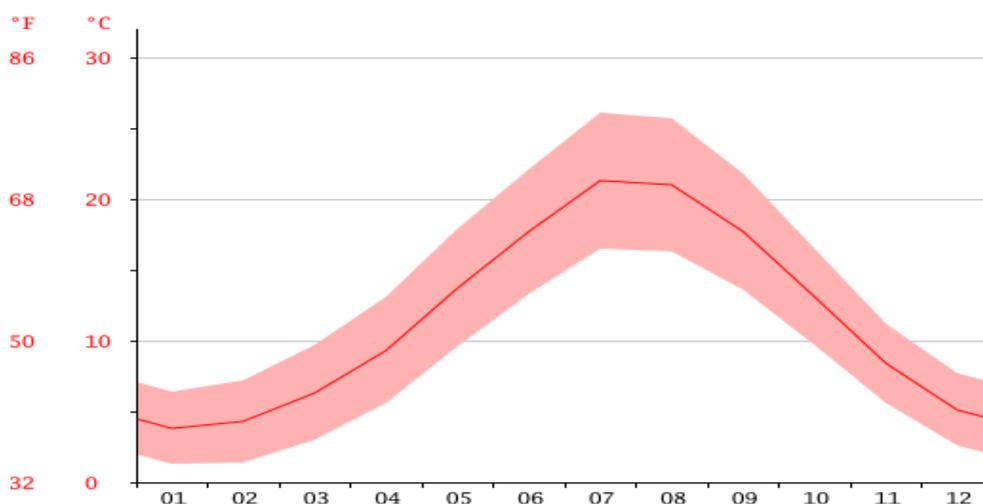
A Piancastagnaio il clima è caldo e temperato con una piovosità significativa durante l'anno. Anche nel mese più secco, quello di luglio vi è molta piovosità. In accordo con Köppen e Geiger la classificazione del clima è Cfb ovvero **Clima temperato umido con estate tiepida** *, Piancastagnaio ha una temperatura media di 11.8 °C. Piovosità media annuale di 642 mm.

GRAFICO CLIMATICO PIANCASTAGNAIO (SI) 689 m s.l.m.



Luglio è il mese più secco con 28 mm di pioggia. Novembre è il mese con maggiore piovosità, avendo una media di 81 mm.

GRAFICO DELLA TEMPERATURA PIANCASTAGNAIO (SI) 689 m s.l.m.



La temperatura media del mese di luglio, il mese più caldo dell'anno, è di 21.3 °C. Gennaio, con una temperatura media di 3.8 °C, è il mese con la più bassa temperatura di tutto l'anno.

TABELLA CLIMATICA PIANCASTAGNAIO (SI) 689 m s.l.m.

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	52	52	51	54	52	38	28	44	58	72	81	60
°C	3.8	4.3	6.3	9.3	13.7	17.7	21.3	21.0	17.7	13.1	8.4	5.1
°C (min)	1.3	1.4	3.0	5.6	9.6	13.3	16.5	16.3	13.6	9.7	5.6	2.6
°C (max)	6.4	7.2	9.7	13.1	17.9	22.1	26.1	25.7	21.8	16.5	11.2	7.7
°F	38.8	39.7	43.3	48.7	56.7	63.9	70.3	69.8	63.9	55.6	47.1	41.2
°F (min)	34.3	34.5	37.4	42.1	49.3	55.9	61.7	61.3	56.5	49.5	42.1	36.7
°F (max)	43.5	45.0	49.5	55.6	64.2	71.8	79.0	78.3	71.2	61.7	52.2	45.9

Luglio, che rappresenta il mese più secco con 28 mm di pioggia, ha una differenza di precipitazioni di 53 mm rispetto a novembre, che con i suoi 81 mm di pioggia rappresenta il mese più piovoso. Le temperature medie variano di 17.5 °C durante l'anno, con un massimo di 21,3 °C in luglio ed un minimo della temperatura media di 3,8 °C a gennaio.

* *ma a Casa del Corto opterei più per un clima di tipo Cfa ovvero **Clima temperato umido con estate calda (Cfa)**: "questo sottotipo rappresenta le zone dove la temperatura media del mese più caldo supera i 22°C. Si tratta quindi del sottotipo più "continentale". Le zone più tipiche sono gli Stati Uniti sudorientali, la Cina sudorientale, il Giappone meridionale, una fascia che comprende il Brasile meridionale e l'Argentina settentrionale, più alcune zone sparse in Eurasia (soprattutto in Pianura Padana e nelle regioni danubiane e balcaniche), in Africa meridionale ed in Australia orientale.". Fonte: <http://it.climate-data.org/location/110346/>*

3. Sperimentazione del ausiliario di utilizzo del calore di condensazione

Il sistema, che si intende sperimentare con il progetto "Casa del Corto" consiste nell'integrare il sistema di condensazione standard eseguito tramite Air Cooler con una soluzione alternativa che consenta uno sfruttamento a fini agricoli del calore residuo del fluido organico di lavoro dell'Impianto ORC che altrimenti sarebbe disperso in ambiente. In un impianto ORC la necessità di disperdere il calore di condensazione, infatti, è insita nel ciclo termodinamico impiegato per generare energia elettrica.

Questa scelta presenta innumerevoli vantaggi:

- *una migliore integrazione paesaggistica della centrale con l'ambiente rurale tramite l'impiego di una vegetazione sempreverde e rampicante;*
- *una riduzione dell'estensione nel tempo degli Air Cooler, qualora la sperimentazione evidenzi la fattibilità tecnica ed economica nello smaltire il calore residuo del fluido organico tramite questa soluzione;*
- *l'impiego a fini agricoli del calore, in modo tale da consentire la coltivazione durante tutto l'anno di colture tipicamente estive.*

In fase di integrazioni il proponente ha valutato la possibilità di apportare migliorie al sistema proposto e di alleggerirlo nelle sue componenti strutturali, posando le tubazioni fuori terra solo sui tre lati dell'area individuata per tale intervento, ed eliminando la copertura a pergola inizialmente ipotizzata.

A fini sperimentali il progetto prevede l'interessamento di una superficie massima di 2.500 m², volta ad una prima valutazione delle performance di questo sistema ausiliario. Come già detto, la soluzione tecnica non prevede la copertura dell'area, che sarà utilizzata per la piantumazione di alcune coltivazioni, scelte anche in base all'apporto termico del sistema.

Il funzionamento e l'organizzazione della struttura è così riassumibile: verrà interposto uno scambiatore di calore fluido refrigerante/acqua immediatamente a valle del rigeneratore dell'impianto ORC; l'acqua così riscaldata verrà fatta transitare in una griglia di condotte in alluminio del diametro di circa 2 pollici, che saranno in parte interrate ad una distanza di circa 1-2 m e ad una profondità tra i 0,60-0,85 m dal p.c., ed in parte fuori terra. Quelle fuori terra saranno poste lungo tre lati dell'area individuata per la realizzazione degli interventi a partire dai 20 cm da terra, ed a una distanza di circa 20 cm

l'una dall'altra, fino ad una altezza massima di circa 2,4 m. Le condotte saranno poggiate su pipe-rack in acciaio opportunamente colorato con RAL 1020, per armonizzarlo con il contesto agricolo in cui si inserisce e con le essenze che andranno a svilupparsi sulla rete a maglia larga. Infatti, esternamente alle tubazioni, è prevista l'installazione di una rete a maglia larga sulla quale sarà possibile la crescita di una pianta rampicante sempreverde (Figura 3.2.4.1b – n.2).

Figura 3.2.4.1b Particolari opere di mitigazione

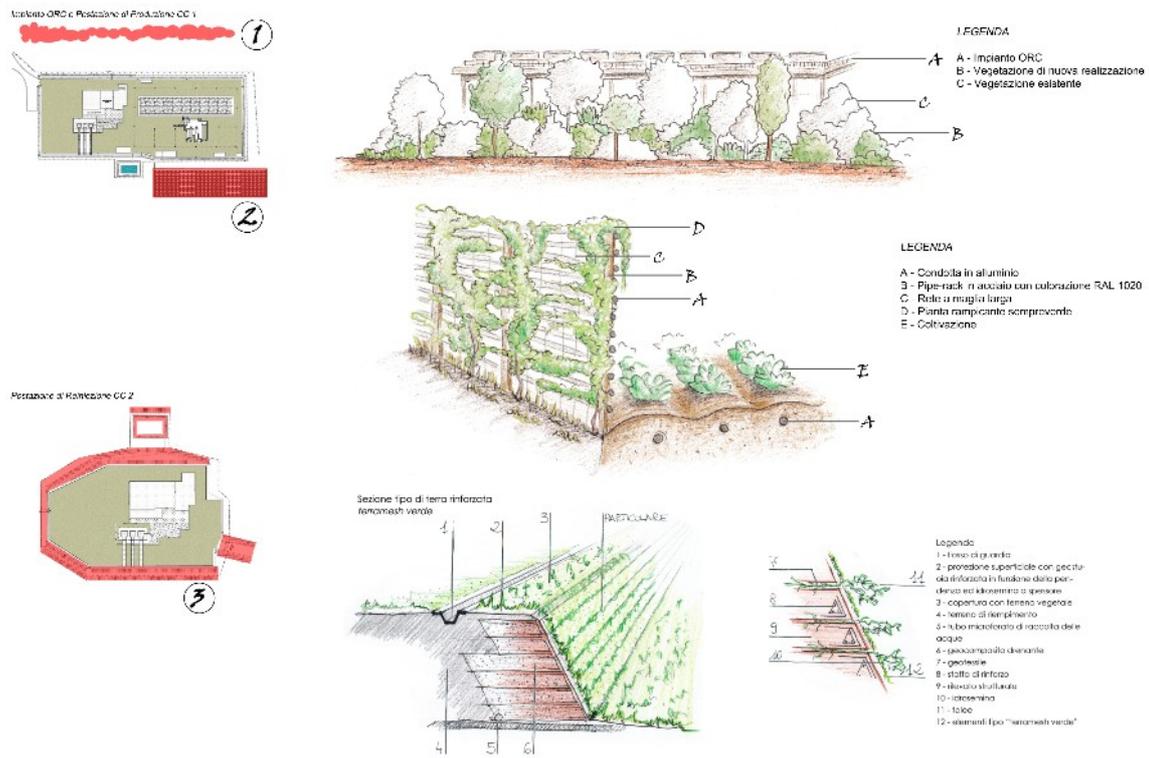


FIG.IND. 19.046.010 Rev.0
 STUDIO GEOTERMI CA S.R.L.
 Impianti Fluidi Geotermici Casa del Campo

System: il legno Ambiente

In Figura 3.2.4.1c è riportato un fotoinserimento del sistema dello sfruttamento del calore a fini agricoli da un punto di vista ravvicinato. La pianta rampicante sempreverde prevista è la *Passiflora caerulea*.

Figura 3.2.4.1c

Fotoinserimento



Stato Ante Operam



Stato Post Operam



Passiflora Cerulea

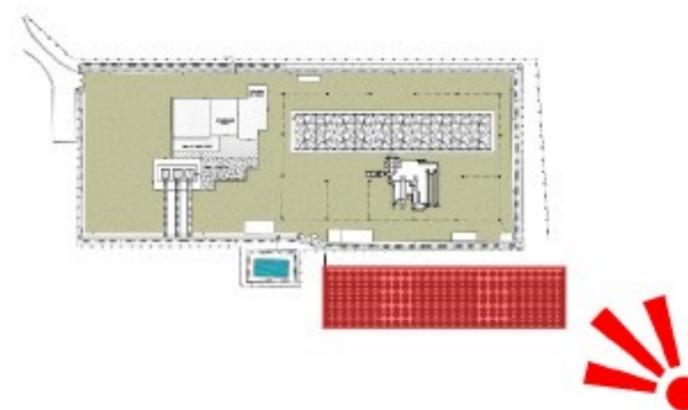


Figura 3.2.4.1c

Nella *Tabella 3.2.4.1a*, sono sintetizzati i caratteri principali della pianta scelta.

Tabella 3.2.4.1a Scheda *Passiflora caerulea*

Nome Botanico	<i>Passiflora caerulea</i>
Sinonimo:	Fiore della Passione
Categoria	Rampicanti sempreverdi
Famiglia:	Passifloraceae
Provenienza:	Brasile, Argentina
Crescita:	Rapida
Portamento:	Sempreverde fusti legnosi con viticci
Foglie:	A 5 e 7 lobi
Fiori:	Bianchi, tinte di rosa con la corona striata di blu e di porpora
Epoca Fioritura:	Da giugno a novembre
Esposizione:	Pieno sole
Terreno:	Fertile, ben drenato
Clima:	temperato
Temperatura:	-15/-10 °C

La *Passiflora caerulea* è una pianta perenne a portamento rampicante originaria del Brasile e appartenente alla vasta famiglia delle Passifloraceae.

È coltivata per la caratteristica fioritura, principalmente nelle regioni a clima mite, nei climi più freddi viene coltivata solamente in serra. Lasciata crescere può arrivare ad altezze variabili dai 6 ai 9 metri, le dimensioni possono essere tenute sotto controllo con interventi di potatura mirati. Per ultimare la sua crescita la pianta di *Passiflora caerulea* impiega dagli 8 ai 10 anni, prima di questo periodo il fusto e le ramificazioni principali rimangono quasi verdi, ultimata la crescita si lignificano.

Le foglie della *Passiflora caerulea* sono di colore verde, decidue o persistenti a seconda della sotto varietà, sono digitate (composte da più foglioline che si intersecano nello stesso punto) le foglioline sono cinque e sono di forma lanceolata.

I fiori sono di grande impatto estetico, hanno un diametro variabile dai 6 agli 8 cm, i petali e i sepali sono di colore verde chiaro/bianco, i filamenti della corolla sono di color porpora alla base, bianchi nella parte centrale e blu all'apice. I frutti sono di colore giallo/arancione e commestibili.

La messa a dimora della pianta di *Passiflora caerulea* viene effettuata nel mese di maggio. L'esposizione ideale è in pieno sole. La fioritura avviene nel periodo estivo, il colore varia dal bianco al bianco-porpora a seconda delle varietà. Segue la produzione di frutti commestibili simili a prugne.

In *Figura 3.2.4.1c* sono riportate anche alcune immagini della *Passiflora caerulea*.

3.1 Esigenze di clima e terreno

Le passiflore sono piante di origine tropicale (centro-sud America, Australia e sud est asiatico), però alcune di esse sono in grado di adattarsi anche in climi temperati-caldi come il bacino del Mediterraneo. Le passiflore dotate di un'elevata resistenza al freddo possono essere coltivate fino a 2.000 m di altitudine in Messico ed in Perù.

In linea generale, le specie di Passiflora che si adattano ai climi mediterranei, **vivono bene a temperature comprese tra 18-27°C d'estate e a 10 °C d'inverno** e tollerano abbastanza bene i valori termici vicino allo zero.

Le radici di tali specie vegetali sono sensibili alle basse temperature e all'umidità pertanto non possono essere allevate all'aperto nelle zone con inverni rigidi e molto piovosi. Le piante vanno annaffiate abbondantemente dalla primavera all'autunno (con circa 20 litri a pianta alla settimana) mentre devono restare solo appena umide d'inverno, evitando sempre i ristagni idrici. Le passiflore fioriscono quando il giorno è lungo, con meno di 12 ore di luce la differenziazione delle gemme a fiore diminuisce. Le piogge abbondanti in fase di fioritura disturbano l'attività di impollinazione degli insetti pronubi, queste piante temono inoltre i venti forti.

Le passiflore prediligono terreni sabbiosi, poveri di elementi nutritivi, profondi e subacidi, il terreno ideale è leggero e ricco di sostanza organica. Su suoli troppo calcarei si manifestano fenomeni di clorosi per il mancato assorbimento dei microelementi, mentre l'accumulo idrico nel terreno favorisce i marciumi del piede (fusariosi).

Da evitare i terreni pesanti ed argillosi che eventualmente devono essere corretti, mescolando anche della sabbia in misura del 30%, per migliorarne il drenaggio e assicurare che il terreno si scaldi più rapidamente in primavera.

Per la messa a dimora in piena terra (ossia non in vaso), la regola è intervenire nella fase della ripresa vegetativa, quindi in primavera. In questo periodo, infatti, la pianta si trova nel pieno vigore e l'apparato radicale ha la possibilità di espandersi e fortificarsi prima di affrontare il suo primo inverno. Per la messa a dimora è necessario preparare una bella buca alta e larga 50 cm (non meno di 30 cm), sostituendo il terriccio se fosse argilloso, e ponendo sul fondo ciottoli o ghiaia per creare un ottimo drenaggio, e dello stallatico per la fertilizzazione a lungo termine.

Prima di posizionare la pianta nello scavo, bisognerà coprire lo stallatico con uno strato di terriccio, per evitare che le radici entrino a diretto contatto con esso e ne causino irrimediabili bruciature.

In caso di inverni rigidi sarà da valutare la necessità d'intervenire coprendo la parte aerea con tessuto non tessuto, teli di protezione o Keep in Touch® system; in questo caso l'unica accortezza, sarà quella di arieggiare regolarmente il riparo per evitare che si formino muffe e ristagni di umidità.

3.2 Tecniche di coltivazione

La propagazione delle passiflore avviene prevalentemente per seme, può essere fatta per talea legnosa in modo da ottenere piante omogenee, però è un'operazione più costosa. **Queste colture, visto il portamento sarmentoso e rampicante, necessitano di strutture di sostegno che in questo caso sarà garantito dal sistema sopra descritto.** Durante il periodo di riposo vegetativo, dopo la eventuale raccolta dei frutti, può essere eseguita la potatura, che consiste nel raccorciamento a 10-20 cm delle formazioni fruttifere. La potatura provoca comunque una significativa riduzione della fruttificazione.

3.3 Cure colturali

Le asportazioni di azoto, fosforo e potassio dal suolo, per produzioni di 20 t/ha, sono rispettivamente 200 kg/ha, 20 kg/ha e 180 kg/ha; i concimi, soprattutto quelli azotati, devono essere distribuiti 3-4 volte nell'arco dell'anno. Le passiflore hanno una parte aerea che traspira molto, se le piogge non sono ben distribuite durante l'anno bisogna intervenire con l'irrigazione in quanto eventuali stress idrici rallentano lo sviluppo e, in prossimità della maturazione, provocano raggrinzimento dei frutti che cadono a terra. La maturazione di solito avviene due mesi dopo la fioritura; generalmente i frutti vengono consumati freschi aprendoli a metà e asportando con un cucchiaino la polpa acidula contenuta all'interno. Tra i parassiti vegetali il più pericoloso è il marciume del piede, mentre quelli animali più frequenti sono le cocciniglie e gli acari.

Particolare attenzione dovrà essere posta al reperimento del materiale vegetale che possibilmente dovrà essere fornito in n° 3 diverse cultivar da cui ottenere frutti di diversa dimensione, colorazione e caratteristiche organolettiche.

Le piante saranno allevate in modo da permettere la raccolta dei frutti a partire da 50 cm sino a 2 m da terra.

Considerata la facile deperibilità del frutto sarà opportuno cercare di ottenere una produzione il più possibile scalare nel tempo, puntando su tempistiche di maturazione diverse con la regolazione del calore forniti tramite il sistema ausiliario.

La facile deperibilità dei frutti potrebbe suggerire lo sbocco del prodotto ad un mercato industriale per la produzione di succhi di frutta, ma ciò comprometterebbe oltremodo la remuneratività pertanto sarebbe meglio orientarsi ad un mercato di nicchia per il consumo del frutto fresco.

4. Coltivazioni orticole su suolo riscaldato (soil heating)

Al fine di accelerare la crescita ed eventualmente anche la propagazione di alcune coltivazioni orticole in pieno campo è necessario disporre di un terreno riscaldato. Questo obiettivo potrà essere raggiunto, come anticipato, tramite la posa di una griglia di condotte in alluminio del diametro di circa 2 pollici, che saranno interrate ad una distanza di circa 1-2 m e ad una profondità tra i 0,60-0,85 m dal piano di campagna (*Figura 3.2.4.1b – n.2*). Si prevede che l'incremento della temperatura del suolo venga regolamentato tramite un sistema di valvole termostatiche che regolano l'afflusso di acqua calda a seconda delle esigenze termiche delle diverse colture orticole da impiantare. Il controllo sarà effettuato dai termostati che manterranno la temperatura del suolo ad un livello costante interrompendo il flusso di acqua calda nei periodi caldi della giornata.

Per accelerare la maturazione ma anche in caso di inverni rigidi, pioggia eccessiva o intemperie, sarà valutata la necessità d'intervenire coprendo le coltivazioni con tessuto non tessuto a riparo



Figura 1 - Esempio di protezione delle colture dalle intemperie e dalle malerbe. Fonte: *Geothermal Activities in Greece During 2005-2009 Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia*

della parte aeree e teli di protezione da posare sul terreno per contrastare anche la crescita delle malerbe. In questo caso l'unica accortezza, sarà quella di arieggiare regolarmente il riparo per evitare che si formino muffe e ristagni di umidità (*Figura 1*).

Ogni pianta ha una sua temperatura ideale. Alcune piante non necessitano di un terreno troppo caldo per germogliare, in modo che potranno essere piantate ad inizio stagione. Altre richiedono un terreno molto caldo, quindi non si potranno piantare i loro semi fino a quando il terreno non sarà sufficientemente riscaldato. Per monitorare la temperatura del suolo si farà uso di semplici termometri da

posizionare nel terreno più o meno in corrispondenza della profondità dei semi o delle radici a seconda del tipo di coltura da far germinare o vegetare.

Questi semi richiedono temperature del suolo di almeno 4-5 °C per germogliare: *ravanello, spinaci, patate, erbe aromatiche, cavolo, prezzemolo, rape, barbabietole e indivia*.

Altri richiedono temperature del suolo di almeno 7 °C per germogliare come: *piselli, senape e porro*.

Le verdure che richiedono terreno più caldo per ottenere la germinazione dei loro semi e più precisamente almeno 10 °C sono: *lattuga, carote, cavolfiore, cipolle e mais*.

Temperature del suolo ancora più calde (almeno 15-16 °C) sono necessarie per consentire la germinazione dei semi di: *cetrioli, fagioli, cavoli, zucche, melone e zucchine*.

Temperature del suolo di almeno 18 °C sono necessarie per il trapianto di *cicoria, okra (gombo) e mais*. Infine per *cocomero, melanzane e cavolo-rapa* bisogna avere una temperatura del suolo di almeno 21 °C.

Per alcuni ortaggi, più esigenti dal punto di vista termico, la germinazione deve avvenire in ambiente protetto (serra) per poi essere trapiantati in pieno campo. I loro semi germinano al meglio quando tale processo è iniziato in serra e producono anche i migliori raccolti se iniziano in questo modo il loro ciclo vegetativo. Ciò in quanto hanno bisogno di temperature più elevate e poi devono raggiungere una certa consistenza prima del trapianto in pieno campo.

Le verdure più popolari che devono germinare in ambiente protetto sono:

Peperoni. Richiedono temperature intorno ai 27 °C per iniziare al meglio la germinazione che dovrà durare circa 8 settimane prima del trapianto in pieno campo.

Pomodori. Sono i migliori ortaggi da avviare in ambienti chiusi. I semi richiedono temperature del suolo di circa 21 a 32 °C, il trapianto in pieno campo potrà avvenire quando le temperature esterne sono costantemente sopra i 10 °C.

Sedano. Richiede temperature di circa 25-30 °C, ed è meglio iniziare la germinazione in ambienti chiusi. I semi sono molto piccoli, quindi le giovani piantine andranno poi diradate per renderle più forti in seguito.

Broccoli. Avviare la germinazione dei semi circa 6 settimane prima che si desidera effettuare il trapianto in pieno campo. I semi germinano a temperature di circa 30 °C.

Cavolo rapa. Per un raccolto primaverile, va avviata la germinazione in ambiente protetto. Per un raccolto autunnale si può effettuare la semina in pieno campo, finché la temperatura è almeno di 20 °C.

La scelta del tipo di ortaggi è fondamentale, così come la tecnica che si utilizzerà per la loro messa a dimora e coltivazione. Esistono infatti degli ortaggi invernali che resistono alle basse temperature e alla diminuzione del periodo di luce solare (fotoperiodo).

Alcuni gruppi di orticole particolarmente adatte alla coltivazione anche nei mesi freddi sono:

ORTAGGI A BULBO: *aglio, porro, cipolla, carota, rapanelli e rape*, che sviluppano soprattutto sotto terra e quindi risentono meno del freddo.

ORTAGGI DELLA FAMIGLIA DELLE BRASSICACEE ED ASTERACEE: *carciofo, cardo e tutti i tipi di cavoli* possibili ed immaginabili, che hanno i tessuti duri e coriacei, particolarmente resistenti alle basse temperature.

ORTAGGI DA TAGLIO come: *cicoria, indivia, lattuga e spinaci*, sicuramente più sensibili delle piante precedentemente descritte ma che, con qualche protezione, vegetano anche nei mesi freddi e possono dare buoni risultati.

La maggior parte degli ortaggi da bulbo (*cipolle, porri, etc.*) può venire posta a dimora all'aperto fino alla fine dell'autunno in modo tale che, prima dell'arrivo del freddo intenso, si possano irrobustire nel terreno. Non appena arriveranno i primi tepori, presumibilmente attorno a marzo, la pianta si svilupperà velocemente e potrà essere fatta una prima raccolta di bulbi precocissimamente.

Broccoli, verze, cavoli cappucci, cavolfiori, cavoli neri e rape sono specie che devono essere piantate alla fine dell'estate affinché vegetino nel periodo freddo e siano pronte per la raccolta alle prime gelate invernali.

Tra la fine di novembre e i primi giorni di dicembre si potranno ancora seminare gli *spinaci* e la *cicoria*, scegliendo le varietà giuste. La *varietà invernale della lattuga* si semina da settembre in poi, la temperatura ideale di crescita è di 15 gradi.

Anche le *varietà precoci di pisello* possono essere seminate in questo periodo.

La necessità di privilegiare le varietà precoci e precocissime è importante, poiché questa caratteristica ci assicura che le piantine meglio si adatteranno alle giornate in cui la luce è scarsa ed il clima tendente al freddo.

5. Conclusione

Le ricadute sul settore agricolo derivanti dal successo di questo impianto sperimentale riguardano principalmente la possibilità di anticipare i tempi di maturazione degli ortaggi coltivati, in modo da permettere l'immissione sul mercato come primizie dei prodotti e di conseguenza poter ottenere una maggiore remuneratività. Dal punto di vista dell'impiego della manodopera necessaria alla conduzione dell'impianto sperimentale si ritiene possano essere impiegate da 0,5 ad 1 unità lavorativa/anno per una superficie di 2.500 mq. Questo dato è suscettibile di notevoli oscillazioni in relazione al tipo di ortaggi che si andranno a coltivare.

Tirano, 24 novembre 2016

Dott. Massimo DIVITINI

