



LIFE + Environment Policy and Governance



Progetto: SUSTGREENHOUSE “La serra sostenibile: azione dimostrativa per una serricoltura intensiva a zero emissioni” (LIFE+ 07 ENV/IT/000516)

## **IDROSERRA: un'emergenza ambientale**

**Rapporto sui risultati conseguiti dall'adozione di tecnologie migliorative presso il modello dimostrativo di serra sostenibile**

**“SUSTGREENHOUSE”**

**realizzato presso l'azienda agricola Nogarotto di Salto di Fondi (LT)**



**Un progetto europeo cofinanziato dal programma LIFE+**

## Indice

Premessa.....	2
Descrizione del sito dimostrativo .....	8
Analisi del modello di idroserra .....	22
Rendimento termico dell'idroserra .....	26
Analisi del rendimento termico dell'idroserra .....	26
Effetti collaterali provocati dall'idroserra .....	30
Influenza del clima sulle specie orticole coltivate nell'idroserra .....	31
L'andamento delle temperature nella piana di Fondi – periodo 2003 – 2010.....	33
Test idroserra condotti dal 2009 al 2011 .....	36
Test n.1 del 20-21 dicembre 2009.....	41
Test n. 2 del 23 gennaio 2010 .....	47
Considerazioni sui risultati conseguiti nel corso del primo ciclo dimostrativo .....	51
Test n. 3 del 16-17 dicembre 2010.....	53
Test n. 4 del 3-4 gennaio 2011 .....	57
Test n. 5 di gennaio – febbraio 2011.....	60
Gli schermi termici .....	62
Conto economico e confronto tra l'idroserra e lo schermo termico.....	68
Bilancio sintetico con allestimento a movimentazione assistita .....	74
Riepilogo finale a commento dei risultati ottenuti.....	75
Ringraziamenti.....	76
Autori .....	76

## **Premessa**

La definizione “ idroserra “ è riservata alla tipologia di serra che utilizza acqua fluente sulle falde delle serre per proteggere o prevenire, nei mesi invernali da possibili danni da gelo le coltivazioni che sono praticate al loro interno.

E' noto che la sostenibilità delle colture protette è indissolubilmente collegata alla gestione energetica della serra. Gestione energetica che implica diverse ricadute su più aspetti sia di ordine economico che ambientale e su più livelli quali quello aziendale, territoriale e sociale.

In merito all'innovazione in ambito serricolo, orientata al risparmio di risorse limitate (idrocarburi e acqua) negli ultimi anni, abbiamo assistito, a un forte divario a causa di aspetti socio-economici e di arretratezza strutturale e molte imprese agricole orticole perseverano nella reiterazione di pratiche agronomiche obsolete, fortemente impattanti sull'ambiente, portatrici di pericolosi fattori che minano i delicati equilibri ambientali che stanno alla base dell'agro- ecosistema, tra questi primeggia “ l'**idroserra** ”.

E' una tecnica di condizionamento climatico delle serre circoscritta all'area delle colture protette pontine, nel sud del Lazio; interessa alcune migliaia di ettari di colture e, dato i notevoli volumi di acqua di falda che occorrono per il suo funzionamento, provoca preoccupanti ricadute a livello ambientale in quanto tutta l'acqua che necessita viene prelevata dalla falda freatica e sversata nei canali di scolo.

Stiamo parlando di migliaia di metri cubi di acqua dolce prelevati dai pozzi artesiani già a partire dal tardo pomeriggio, o inizio serata, quando si prevede che, nel corso della notte, si abbia un sensibile calo delle temperature con valori prossimi o inferiori a zero gradi, in particolare in condizioni di cielo sereno e assenza di vento. In molti casi, l'avvio dell'apparato antibrina, avviene automaticamente grazie all'installazione di sensori di temperatura posizionati all'interno della serra tarati a + 4 °C, oppure l'azienda che non dispone del sensore procede all'avvio manuale previa consultazione del termometro di minima/massima installato all'interno.

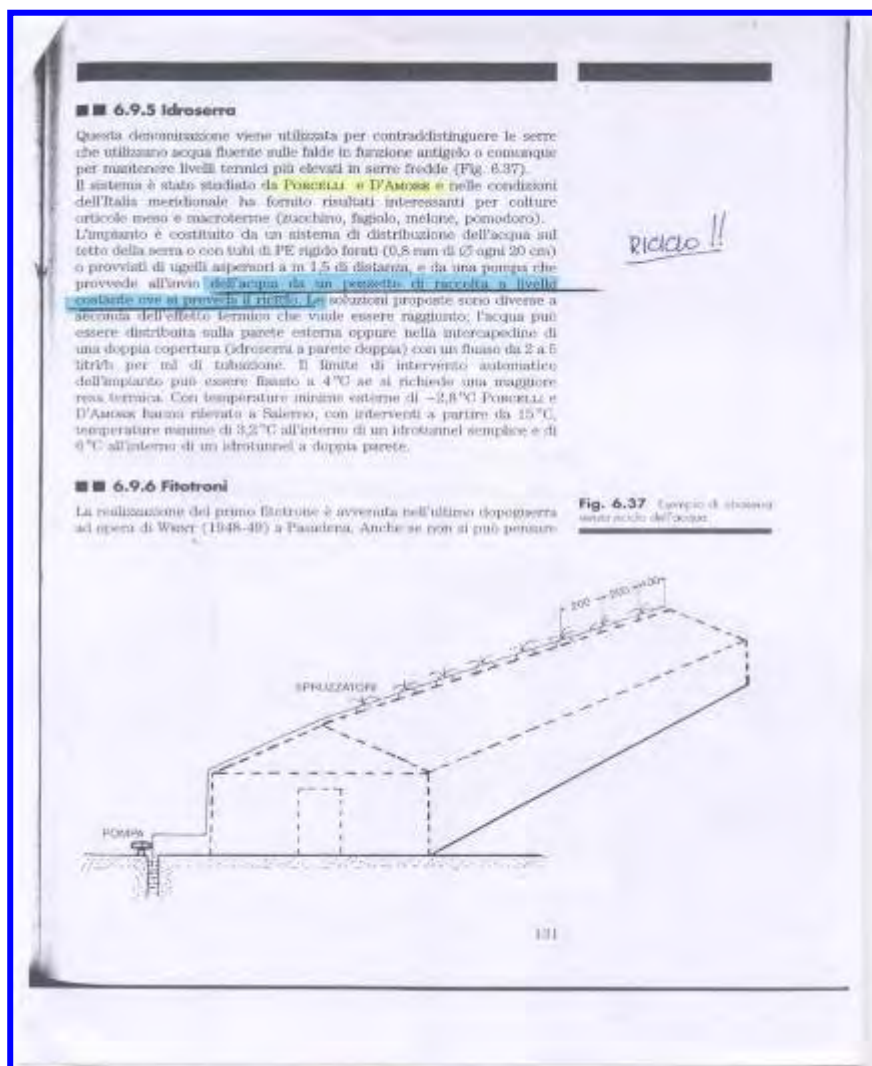


*Fondi 2011: idroserra in legno degli anni 70, ancora in attività , si noti la presenza del tubo antibrina sul colmo*

L'idroserra fece la sua comparsa negli anni 1973 – 74 quando, lo scoppio della prima guerra del golfo arabo, provocò una drastica impennata del prezzo del petrolio e una conseguente crisi energetica mondiale ( blocco del traffico nei fine settimana, targhe alterne etc..) con forti aumenti del prezzo del gasolio, che nel giro di pochi anni è più che quadruplicato così come riportato nella tabella che segue:

prezzo al litro in lire (euro) del gasolio per riscaldamento delle serre

anno di riferimento	1968	1978	1984
	33 (0,02 €)	156 (0,08 €)	598 ( 0,31 €)



*Copia del testo in cui si afferma la raccomandazione di recuperare e riciclare l'acqua utilizzata nell'idroserra*

Ancora oggi, così come iniziarono oltre 30 anni fa, i produttori sono portati a perseverare nell'uso dell'idroserra in quanto " costretti" dall'elevato costo del gasolio quale fonte energetica per fare funzionare i generatori di aria calda accesi a protezione dai danni da gelo per le coltivazioni presenti nelle serre nel corso dei mesi invernali.

Infatti agli attuali prezzi di mercato dei carburanti il costo di protezione antibrina per il riscaldamento di una serra di 1.500 mq (come nel caso della serra oggetto di studio) con una cubatura di 4300 m è di circa **80 - 120 euro a notte** contro i pochi euro del costo di esercizio complessivo dell'idroserra (**3-5 euro a notte**)

E' abbastanza frequente infatti vedere, nei magazzini delle aziende agricole, i generatori di aria calda, di diverse tipologie, dismessi da diversi anni utilizzate in passato per creare il microclima della serra idoneo per le produzioni anticipate (de-stagionalizzate) in modo ottimale per le piantine messe a dimora, in prevalenza solanacee e cucurbitacee.

Un elevato numero di orticoltori laziali (Sud Pontino e Piana di Fondi) perseverano nel continuare a depauperare la risorsa naturale più importante della terra: **il patrimonio idrico**, azione devastante in quanto vengono intaccate e impoverite le falde ospitanti le acqua profonde già fortemente compromesse nei loro delicati e fragili equilibri idrogeologici a causa delle mutate condizioni meteo-climatiche degli ultimi decenni.

E' ancora tollerabile ignorare le incontestabili conseguenze provocate dall'idroserra, quali appunto il depauperamento delle falde d'acqua dolce, diretta conseguenza dell'intrusione del cuneo salino e della subsidenza dei suoli?

Gli autori / ideatori della tecnica " idroserra" , così come ricordato e descritto dal Prof. Romano Tesi (Mezzi di protezione per l'ortoflorofrutticoltura ed il vivaismo – Ed Agricole, gennaio 99 – vedi figura a pag 4) raccomandavano ai produttori di " recuperare e riciclare l'acqua" tramite pozzetti e vasche di raccolta.



*Immagini di sistemi di riscaldamento alternativi all'idroserra esistenti nell'agro fondano: a sin. antiche stufe a gasolio in serre con struttura in legno (ormai desuete); a destra generatore ad aria calda a gasolio*

**Ancora oggi, nella regione Lazio, così come in tutte le regioni che non hanno predisposto il piano regionale delle risorse idriche, non è in vigore alcun regolamento che normi e sovrintenda tutta la**

**materia della gestione privata dei pozzi aziendali che attingono l'acqua dalle falde freatiche tramite il sollevamento elettromeccanico.**

Pertanto, al costo della sola energia elettrica, richiesta per il funzionamento delle elettropompe, i produttori non possono che perseverare in questa pratica anche se sono ben consapevoli dei rischi arrecati al territorio e di conseguenza a se stessi in quanto proprietari delle loro aziende agricole situate nell'area.

Dobbiamo anche richiamare l'attenzione sui processi di ruscellamento superficiale, di erosione dei suoli e rischi da infiltrazioni di inquinanti intercettati dalla enorme massa d'acqua che, nel giro di poche ore, viene prelevata e riversata nei fossi aziendali e canali interpoderali per essere poi smaltita a mare con sollevamento elettromeccanico tramite l'entrata in funzione delle idrovore gestite dai consorzi di bonifica operanti nel territorio pontino.

**Alcune di queste emergenze, in particolare la progressiva intrusione salina delle falde di acqua dolce e la subsidenza, manifestano gravi processi di deterioramento che dobbiamo considerare come irreversibile. Sono emergenze che, se sottovalutate in tutta la loro gravità, possono, nel breve arco di alcuni decenni, portare a situazioni estremamente devastanti sul piano ambientale con inevitabili ricadute economiche e sociali.**

Detto ciò, torna pertanto oltremodo importante poter affrontare, con le dovute attenzioni e approfondimenti, tutte le argomentazioni che afferiscono al tema dell'idroserra, in particolare gli aspetti inerenti le possibili e praticabili soluzioni alternative e migliorative all'attuale gestione dell'idroserra così come è stata condotta sin dalle sue origini.

Abbiamo già ricordato che il risparmio, in termini di costo, resi possibili dall'idroserra è quantificabile, ai prezzi correnti del gasolio agricolo, in circa 1000 - 1100 euro per ogni intervento a ettaro di serra. Considerando che, mediamente nell'arco dei mesi invernali, si rendono necessari anche 20 -30 accensioni si viene a creare una voce di costo colturale accessorio molto penalizzante per i già decurtati bilanci economici aziendali.

Le argomentazioni sopra richiamate non sono ispirate da politiche intrise di radicalismo ambientale ma traggono le loro motivazioni da una realtà che è sotto gli occhi di ogni persona che sa dare il giusto valore ai

dati di fatto pertanto i serricoltori, loro malgrado, per tutti le motivazioni prima ricordate, sono chiamati a rispondere del loro operato e di mettere in atto una radicale rivisitazione del loro modo di agire.

A fronte di queste premesse è doveroso dare delle risposte, il più argomentate possibile, ai tanti quesiti che si presentano a tutti le figure coinvolte nella filiera della orticoltura protette pontina. E' quanto si è cercato di fare nel corso della dimostrazione che è qui di seguito presentata, dimostrazione condotta all'interno del progetto LIFE "serra sostenibile" iniziata nell'autunno del 2009 e conclusa nella primavera del 2011.

## Descrizione del sito dimostrativo

La realtà aziendale ritenuta più idonea per la conduzione dei vari test che si sono via via succeduti è situata nel comprensorio agricolo del Salto di Fondi, presso l'azienda Agricola Nogarotto in via delle Sugarelle, Latitudine 41° 18' 51.94" N, Longitudine 13° 19' 07.24" E.



*Individuazione del sito dimostrativo*

Il sito dimostrativo comprende due blocchi di serre con caratteristiche strutturali esattamente identiche, coeve sia per la parte strutturale che per la copertura in polietilene, è costituito da:

- serra a monocamera con tre navate separate dalla strada podereale di servizio;
- i due blocchi sono orientati, per l'asse maggiore, in direzione nord-sud;
- le strutture fisse sono in ferro zincato del diametro di mm 50, montanti con passo a m 2;
- il lato della lunghezza è di m 66;
- il lato della larghezza è di metri 22,5 (tre arcate di m 7,5 ciascuna);
- altezza in gronda m 2,00;
- altezza in colmo m 3,60;
- superficie totale dell'area coperta m<sup>2</sup> 1484;
- superficie della struttura 2057,7 m<sup>2</sup>
  1. testate: 130,5 m<sup>2</sup>
  2. pareti laterali: 264,0 m<sup>2</sup>
  3. volte: 1663,2 m<sup>2</sup>
- volume totale serra: 4306,5 m<sup>3</sup>
- copertura in film plastico a tre strati dello spessore di 0,20 mm;
- presenza di finestra in colmo nell'arco centrale per ventilazione rinfrescante con ausilio elettromeccanico per le aperture / chiusure;
- presenza di finestrate in PE su tubi avvolgenti, azionati manualmente, presenti sui lati e nelle testate.



*Esterno della struttura dimostrativa (serra 1) il 17.09.09 prima dei lavori di adeguamento*



*L'interno della struttura dimostrativa il 17.09.09 prima dei lavori di adeguamento*

I due blocchi di serre sono stati denominati come

- **serra 1 = idroserra – serra test – serra sostenibile**
- **serra 2 = idroserra controllo – testimone - convenzionale**

Ai fini del programma dimostrativo le due serre sono state modificate con le seguenti sistemazioni tecnologiche. **Nella serra 1** ( idroserra test ) sono stati eseguiti lavori ed installate le seguenti strumentazioni:

All'esterno:

- scavo della vasca per il recupero e invaso dell'acqua (larg. m 4,90 lung. m 4,3 – profondità utile m 1,15 inclinazione delle pareti : 40° , capacità d'invaso m<sup>3</sup>: 19,5 (foto a pag 10);
- posizionamento del telo PE alta densità per la impermeabilizzazione della vasca;
- alloggiamento delle elettropompa p1 e relativo corredo: pescaggio con valvola di fondo, saracinesca per modulazione della portata, conta litri con lancia impulsi per rilevare le portate unitarie (litri/minuto) collegato alla centralina raccolta dati;
- montaggio delle grondaie ai lati della serra per permettere la captazione e recupero dell'acqua erogata;
- montaggio dei tubi di calata, pozzetti e tubi collettori con percorso verso: a) la vasca; b) il fosso di scolo. Montaggio del tubo scolmatore della vasca;
- montaggio del tubo di collegamento tra il collettore del recupero e il pozzo aziendale (per il test di re-immissione in falda);
- posizionamento dei tubi Sbrinex , uno in ogni colmo di serra. Lunghezza m 66 cadauno, diametro 32 mm, distanza fori cm 30 , diametro singolo foro mm 0,8, portata teorica metro lineare ad 1 atm di 71,04 l/h mentre la portata misurata risulta essere di 46 l/h per metro a 0,8 atm;
- posizionamento sonda per temperatura aria, posizionata ad h. cm 300;

- posizionamento sonda per monitorare temperatura dell'acqua della vasca di recupero.



*Idroserra: scavo della vasca per il recupero dell'acqua*



*Idroserra: allestimento vasca per recupero e riciclo dell'acqua, pompa pescaggio e tubo di colmo*



*Idroserra: la serra 1 (a sinistra) è stata dotata di grondaia per il recupero acqua, mentre la serra 2 (a destra) rimane nelle condizioni ordinarie*



*Idroserra: a sinistra il sensore temperatura aria esterna; a destra sensore temperatura aria centro serra*

All'interno della serra 1:

- posizionamento sonda termostato per comando start/stop della pompa vasca riciclo;
- posizionamento sonda temperatura aria centro serra , h cm 50
- posizionamento sonda temperatura aria lato serra , h cm 50;
- posizionamento sonda temperatura terreno serra , h - cm 20;
- alloggiamento della centralina reputata alla connessione cavi e apparecchiature di trasmissione dei dati:



*Idroserra: a sinistra in fondo la centralina trasmissione dati alimentata da pannello solare,  
in primo piano la centralina raccolta dati dei 36 sensori di umidità FDR eco probe  
a destra il sensore di temperatura pozzetto acqua di recupero*

Nella serra 2 sono stati eseguiti i seguenti lavori ed installate le apparecchiature:

All'esterno:

- montaggio dei tubi di calata, pozzetti e tubo collettore con percorso del deflusso dell'acqua verso il fosso aziendale;
- montaggio tubi sbrinex sul colmo delle tre arcate;
- posizionamento sonda temperatura acqua a perdere;

- conta litri con lancia impulsi per rilevare le portate unitarie (litri/minuto) collegato alla centralina raccolta dati;
- posizionamento sonda temperatura acqua del pozzo artesiano;
- la pompa sommersa (P2) era già presente in azienda.

All'interno della serra 2:

- posizionamento sonda termostato per comando start/stop della pompa pozzo artesiano;
- posizionamento sonda temperatura aria centro serra , h cm 50;
- posizionamento sonda temperatura aria lato serra , h cm 50;
- posizionamento sonda temperatura terreno serra , h - cm 20;

L'impianto antigelo della serra 1 può essere alimentato sia con acqua prelevata del pozzo aziendale tramite la pompa sommersa P2 , a servizio anche della serra 2, oppure dall'acqua prelevata dalla vasca di accumulo e riciclo tramite la pompa P1, elettropompa in asse.

Le caratteristiche delle due pompe sono:

P1: potenza di 1,5 KW , portata 100-400 l/min, H 20 - 14

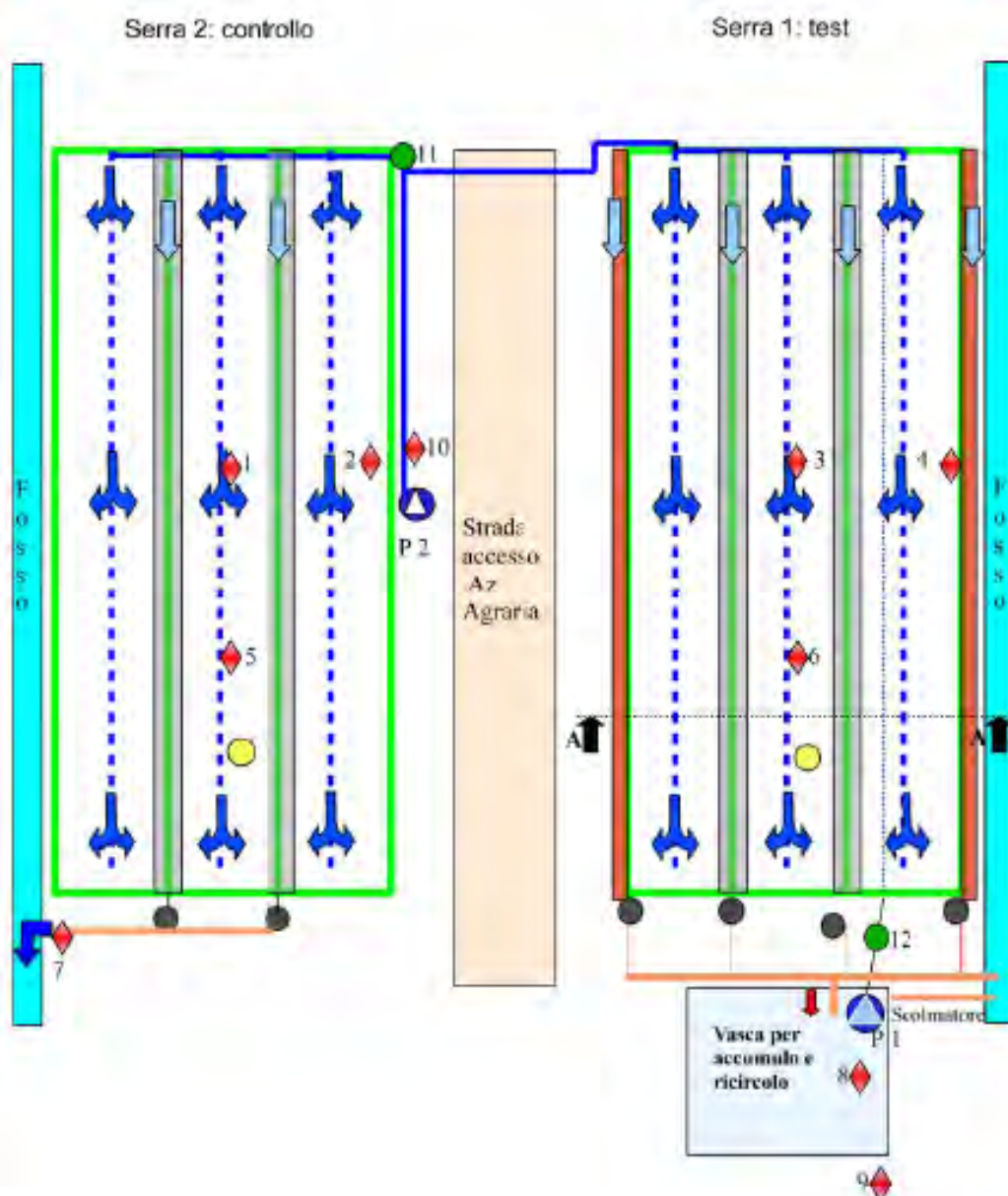
P2: potenza di 4 KW, portata 150 – 450 l / min , H 54,2 – 27,8

La serra n. 2 (controllo) può essere protetta solo con l'impiego della pompa P2.

Nel corso della prima stagione dimostrativa (autunno – inverno 2009 – gennaio 2010) si è provveduto all'allestimento e completamento degli accessori indispensabili alla conduzione dei test, sia all'esterno delle serre che all'interno sottoponendo poi i singoli componenti a verifiche di affidabilità, collaudi.

Particolare attenzione è stata rivolta alla taratura delle saracinesche che modulano la portata dei volumi idrici transitanti nell'unità di tempo (litri / minuto) al fine di uniformare i flussi monitorati dai contaltri posizionati a valle delle saracinesche. Tutte le strumentazioni sono state collegate on-line attraverso l'intervento del SIARL in internet e le letture dei dati sono state rese accessibili al pubblico attraverso il sito ([www.sustgreenhouse.eu](http://www.sustgreenhouse.eu) / la serra / on-line), sia a livello di dati istantanei che di database storico.


## Progetto idroserra : le serre dimostrative (in pianta)



◊: simbolo delle sonde temperatura:

- 1 T aria centro serra controllo
- 2 T aria lato serra controllo
- 3 T aria centro serra test
- 4 T aria lato serra test

- 5 T terreno serra controllo
- 6 T terreno serra test
- 7 T acqua scarico serra controllo
- 8 T acqua vasca di accumulo
- 9 T aria esterno
- 10 T acqua pozzo


 Contaltri lanciaimpulsi

- 11 contaltri acqua circuito serra controllo
- 12 contaltri acqua circuito serra test


 : Pompe impianti


P 1 : pompa vasca riciclo


P 2 : pompa sommersa del pozzo artesiano

 : sonde termostato per comando start/stop alla pompa

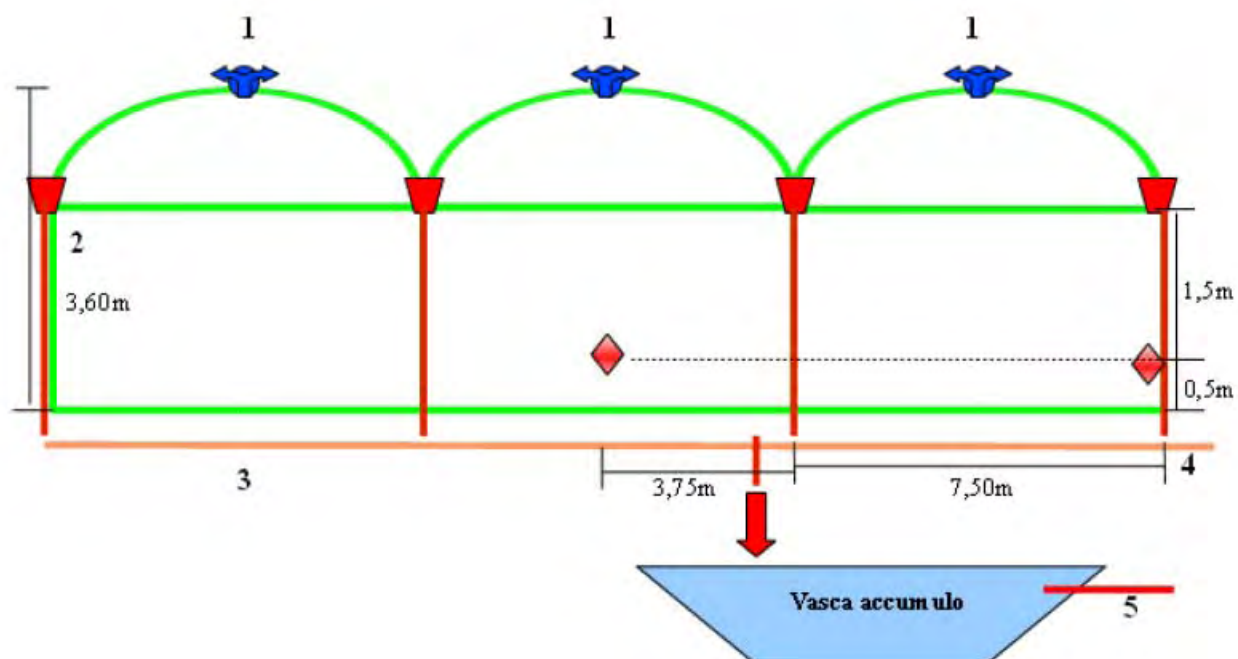
 : Tubi Sbrinex posizionati in colmo alle serre

 : Linee di adduzione per i tubi Sbrinex.

 : collettore delle calatoie

 andamento dei vari flussi idrici.

### Serra test : in sezione



legenda:

- 1) tubi sbrinex in sezione
  - 2) grondaie e calatoie
  - 3) collettore in direzione pozzo artesiano
  - 4) collettore delle calatoie
  - 5) scarico nel fosso poderale
  - 6) scolmatore della vasca di accumulo
- ◆ sonde temperatura aria : centro serra , lato serra

**Le dotazioni strumentali della serre S1 ( test )**



*Contaltri volumetrico*



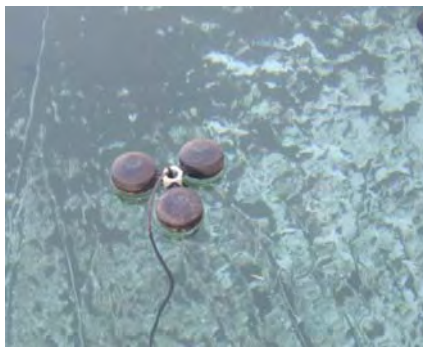
*Sonda temperatura aria centro serra*



*Sonda temperatura lato serra*



*Pompa per il riciclo*



*Sonda temperatura acqua vasca*



*Sonda temperatura terreno*

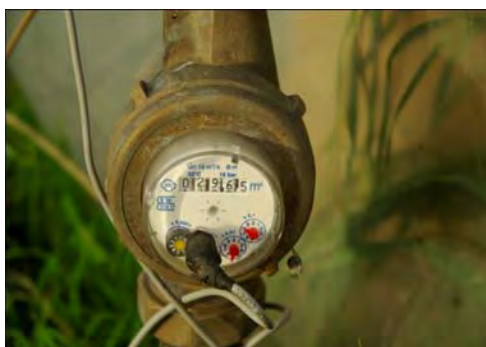


*Grondaie installate per il recupero dell'acqua*

## Le dotazioni strumentali della serre S2 ( controllo)



*Sonda temperatura  
acqua pozzo*



*Contalitri*



*Pozzo artesiano  
e tubo riimmissione*



*Sonda temperatura  
acqua a ciclo aperto*



*Sonda temperatura terreno*



*Sonda temperatura aria centro serra*

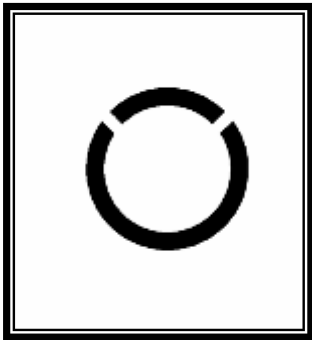


*Sonda temperatura lato*

## Il Tubo sbrinex : caratteristiche costruttive

Il tubo sbrinex è realizzato in polietilene, presenta un diametro di 40 mm ed è dotato di una doppia fila di fori distanti 30 cm con diametro di 0,8 mm.

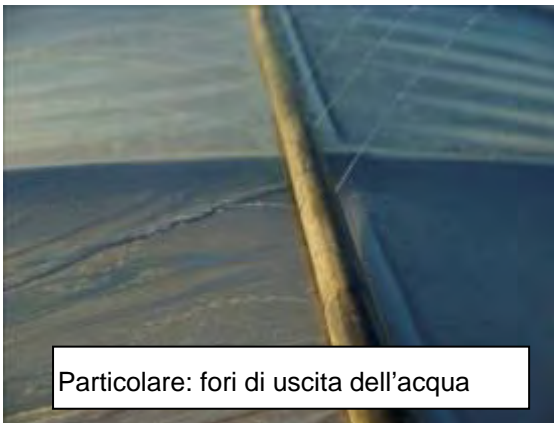
La portata teorica, a 0,6 – 0,7 atm è di litri 1 al metro x minuto, il che implica, a secondo della pressione adottate delle portate di acqua che vanno da un minimo di 600 ad un massimo di 1200 litri per minuto per ettaro.



*Sezione del tubo con i fori di uscita dell'acqua*



*particolare del tubo sbrinex*



Particolare: fori di uscita dell'acqua



Idroserra in attività

## **Analisi del modello di idroserra**

### **Le basi scientifiche dell'azione antigelo dell'idroserra**

In tema di ottimizzazione della gestione energetica dell'idroserra, nella consapevolezza dell'enorme impatto ambientale che questa " tecnologia" fa gravare sul territorio, erano due gli aspetti basilari da affrontare:

- 1) come massimizzare gli apporti energetici in termini di elevato indice di efficienza degli input
- 2) come massimizzare gli effetti dell'azione termoregolatrice del film d'acqua

In merito al punto 1) è stato importante indagare e acquisire la conoscenza dell'interazione dei fattori contestualmente presenti ed incidenti sulle modificazioni del bilancio energetico dell'idroserra orientando le ricerche sulle possibili migliorie apportate dall'adozione di:

- coperture ad elevata trasmittanza,
- allestimento di doppia camera
- schermi alluminizzati
- aumento della cubatura degli apprestamenti

Per il punto 2) è stato necessario verificare, con la doverosa attenzione, quali sono le migliori performance insite nelle possibili adozioni di metodiche alternative per la dispersione dell'acqua:

- tubo sbrinex
- diffusori statici
- diffusori dinamici

### **L'effetto serra**

E' noto che i gradienti termici che si stabiliscono all'interno della serra sono determinati dal bilancio tra gli apporti e le perdite di energia dalle protezioni isolanti che, nel nostro caso, trattasi di coperture con film plastico tristrato PE-EVA-PE dello spessore di 0,20 mm, con trattamento anticondensa.

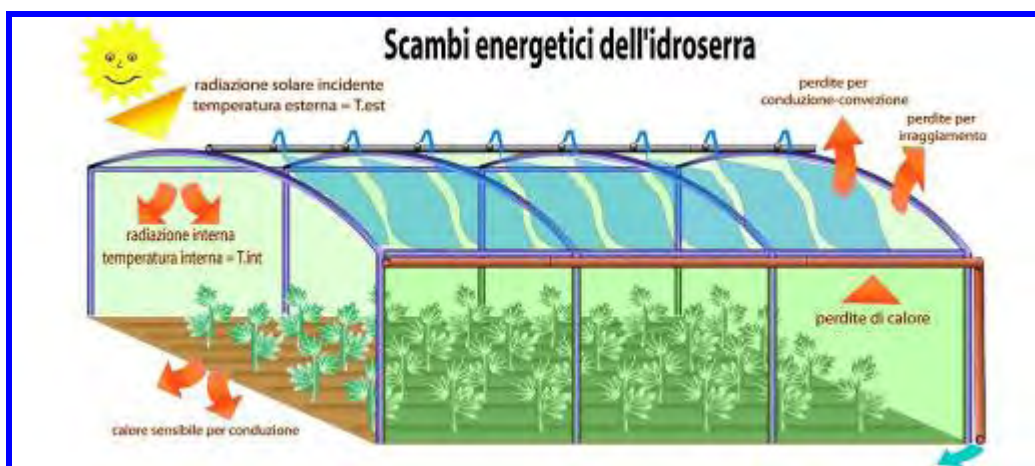
L'effetto serra, è la risultante finale di molti fattori tra i quali assumono particolare importanza la tipologia di serra (forma, orientamento, cubatura) ed i materiali di copertura.

Nella fattispecie dell'idroserra abbiamo un elemento aggiuntivo che è la presenza, nelle ore di attività, dello strato d'acqua fatto scorrere sulla superficie esterna delle coperture con le modalità che andremo di seguito ad analizzare nello specifico.

### **Bilancio energetico e Perdite di calore**

Durante le ore di insolazione gli apporti energetici delle radiazioni solari che permeano e penetrano all'interno della serra sono poi trasformati e dispersi per irraggiamento, per conduzione-convezione.

Con il perdurare di basse temperature è indispensabile provvedere ad apportare energia (calore) supplementare sì da preservare le coltivazioni presenti in serra in quanto l'energia accumulata nel corso della giornata (effetto serra) viene via via dissipata per :



*Schema degli scambi energetici in una serra*

#### **a) perdite di calore per irraggiamento**

La struttura serricola (struttura di protezione più struttura metallica) sottostà alle leggi generali fisiche di ogni corpo e cioè a temperature superiori allo 0 assoluto emettono radiazioni e l'intensità dell'irraggiamento

cresce con la quarta potenza ( $T^4$ ) della temperatura assoluta e le lunghezze d'onda sono inversamente proporzionali a T.

La stima delle perdite termiche ( $q_r$ ) per effetto dell'irradiazione notturno viene calcolato con la seguente formula:

$$q_r = 4,4 * 10^8 * A_g * P * (T_i^4 - T_e^4)$$

$A_g$  = superficie disperdente in  $m^2$

P = coefficiente di dispersione del materia, per il polietilene 0,8

$T_i$  e  $T_e$  = temperatura interna ed esterna in temperatura assoluta ( $t+273$ )

### **b) perdite per conduzione e convezione**

Abbiamo “conduzione” allorché si ha trasporto di calore nella materia ma in assenza di spostamento della materia stessa, per esempio ciò si verifica nella differenza di temperatura della superficie interna della copertura rispetto alla temperatura della superficie esterna, così come lo stesso fenomeno si ha tra la superficie del terreno e l'aria della serra.

Mentre la “convezione” implica lo spostamento del supporto sia esso di natura solida, liquida o gassosa. Pertanto all'interno della serra sono i movimenti dell'aria a trasportare il calore nei diversi punti.

Quindi tra l'ambiente interno della serra e l'ambiente esterno abbiamo scambi termici per:

- convezione , tra l'aria della serra e le pareti interne delle protezioni
- conduzione, nello spessore delle protezioni
- convezione, tra la superficie delle pareti esterne e l'aria dell'ambiente

Oltre a queste perdite per convezione/conduzione abbiamo anche perdite per la impossibilità pratica di ottenere la totale impermeabilizzazione della serra con perdite dovute quindi ai ricambi d'aria.

Le perdite ( $q$ ) dovute alla convezione/conduzione sono proporzionali alla differenza di temperatura interna ( $t_i$ ) e temperatura esterna ( $t_e$ ) e sono calcolate con la formula:

$$q = K * S * (t_i - t_e)$$

dove  $K$  (Kcal/h /m<sup>2</sup>/C°) è il coefficiente di trasmissione delle coperture e varia al variare di queste,  $S$  (m<sup>2</sup>) è la superficie delle coperture e  $(t_i)-(t_e)$  è il differenziale termico.

### **c ) perdite di calore per rinnovamento dell'aria**

Le perdite per rinnovamento dell'aria sono calcolate con la seguente formula:

$$q_1 = R * V * 0,3 (t_i-t_e)$$

$R$  = numero di rinnovamento dell'intero volume in una ora, variabile in funzione della velocità del vento

$V$  = volume della serra in m<sup>3</sup>

0,3 = calore specifico dell'aria espresso in kcal/h \* m<sup>3</sup> \* °C

$(t_i)-(t_e)$  = differenziale termico tra interno ed esterno

Queste perdite, in assenza di vento e con serra abbastanza ermetica, incidono da un 10% fino a un 20% sulle perdite totali.

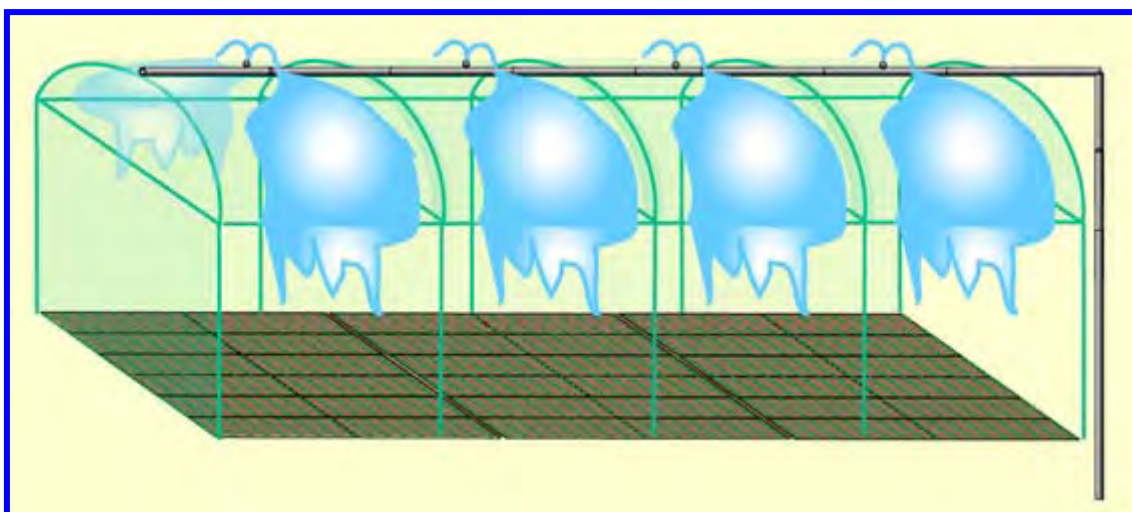
Rispettando finalità e scopi del progetto LIFE Sustgreenhouse si è scelto di dare la priorità ad aspetti facilmente fruibili agli agricoltori e tecnici, quindi di facile elaborazione e comprensione, fornendo loro gli elementi base per poter aver consapevolezza e conforto nella valutazione di ogni singolo elemento riscontrato, rilevato e conservato nel corso dei diversi periodi di monitoraggio strumentale e successiva elaborazione.

Pertanto si è evitato di approfondire le complicate quantificazioni delle perdite ( $q$ ) totali riscontrabili nelle diverse procedure dimostrative, per concentrare l'attenzione sugli aspetti più immediati quale lo studio del parametro relativo al rendimento termico dell'idroserra.

## Rendimento termico dell'idroserra

Per rendimento termico si intende il dislivello termico medio ( $\Delta T$ ) che si registra nel corso delle giornate tra la T media dell'aria interna e la T media dell'aria esterna.

Sostanzialmente la dispersione continua di acqua sulla superficie esterna della copertura va a modificare il comportamento di tutti quei fattori che in varia misura incidono sull'effetto serra.



*Schema esemplificativo scorrimento superficiale dell'acqua sulla volta delle serre*

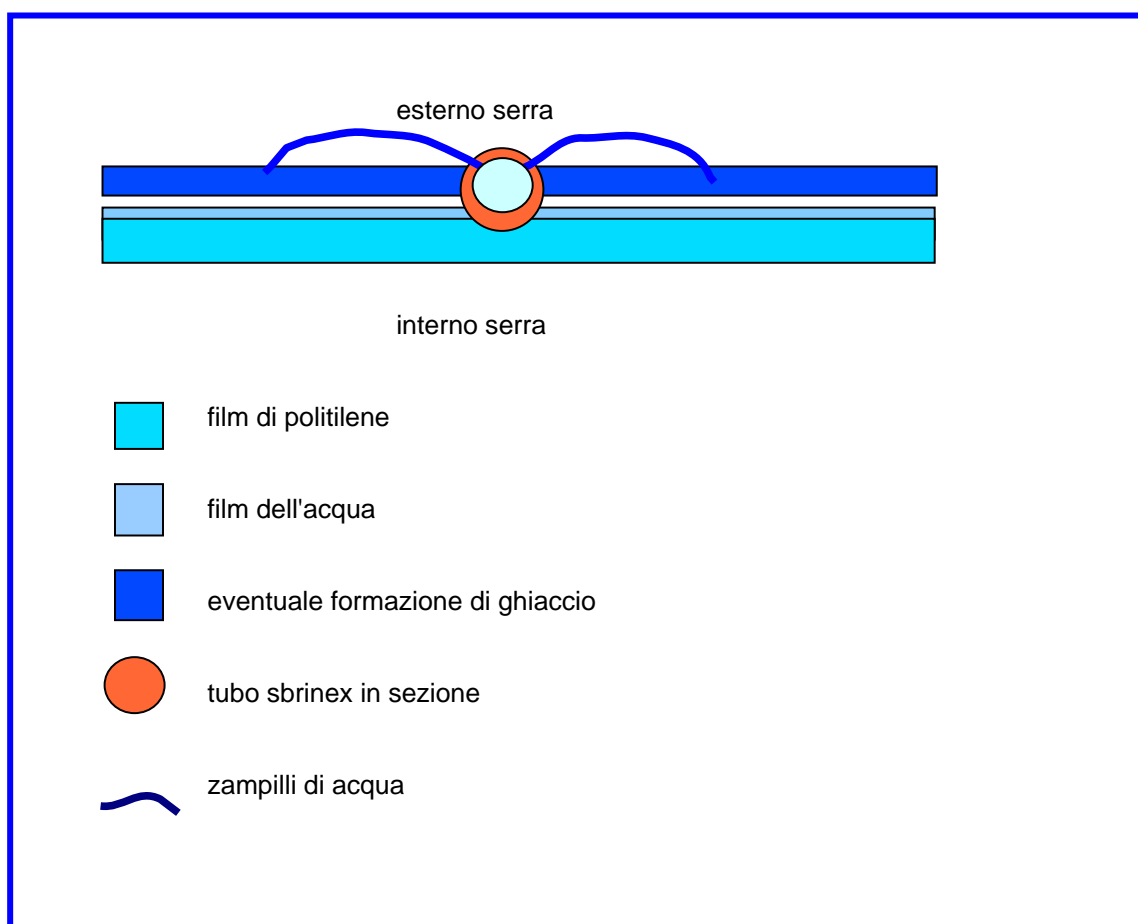
Per avere un dato affidabile della temperatura dell'aria il valore «T aria» va rilevato, per essere attendibile, con sonde dotate di schermo alettato protettivo, solo con questa dotazione avremo dati certi, non influenzati da fattori turbativi: irraggiamento, umidità, ventosità.

## Analisi del rendimento termico dell'idroserra

Per rendimento termico si intende il dislivello termico medio ( $\Delta T$ ) che si registra tra la temperatura media dell'aria interna e la temperatura media dell'aria esterna alla serra.

Sostanzialmente la dispersione continua di acqua sulla superficie esterna delle coperture va a modificare il comportamento di tutti quei fattori che, in varia misura, incidono sull'effetto serra nell'arco dell'intervallo temporale quando le temperature dell'aria esterna scendono progressivamente in funzione delle situazioni meteorologiche del momento, normalmente limitato alle ore della notte.

Di seguito viene reso graficamente il particolare relativo alla sequenza delle presenze materiali presenti a livello della copertura di polietilene che ricopre le serre:



*Schema dell'aspirazione di acqua sul tetto di una serra*

L'aspirazione di acqua sulla superficie esterna del polietilene va a formare un sottile velo d'acqua dello spessore di alcuni mm, che per effetto della convessità della volta, scorre per forza di gravità in direzione degli impluvi, tra arcata e arcata, per poi percolare sulla superficie delle pareti laterali delle serre e, se sprovviste di grondaia, arrivare al suolo per poi infiltrarsi e percolare in profondità.

Nel caso di serre a padiglione, l'acqua fluente è raccolta tra arcata e arcata, da qui, per effetto di una minima pendenza verso una delle testate, viene convogliata in calatoie dotate di pozzetti di raccolta, poi tramite un collettore che collega i vari pozzetti si andrà a sversare nel canale aziendale prossimo alle serre.

Con l'attivazione dell'impianto antibrina con tubo " Sbrinex" non è tecnicamente possibile ottenere la completa copertura della volta della serra in quanto, come ben evidenziate l'acqua che fuoriesce dagli ugelli dopo aver percorso una decina di cm di traiettoria sospesa in aria, per effetto della pressione di esercizio (0,6 – 0,8 atm) ricade sul film plastico per andarsi a concentrare nell'area più bassa compresa tra due archi in quanto inevitabilmente, per effetto dell'elasticità del politene, si forma un impluvio sino al bordo dell'arcata stessa.



*La copertura dell'idroserra dopo una gelata: il ghiaccio si è formato solo tra gli archi, interessando circa il 50% della superficie totale così come è ben evidente sulla copertura imbrattata dal deposito dei sali ferrosi.*

Il rendimento termico dell'idroserra si modifica sensibilmente in funzione della presenza sia del velo d'acqua che della possibile presenza dello strato di ghiaccio, infatti rispetto alla situazione di normalità, tra l'ambiente interno della serra e l'ambiente esterno abbiamo gli scambi termici per:

- convezione , tra l'aria della serra e le pareti interne delle protezioni
- conduzione, nello spessore delle protezioni
- convezione , tra la superficie delle pareti esterne e il velo d'acqua
- conduzione tra il velo d'acqua (e ghiaccio se presente) e l'aria esterna.



*Schermo protettivo della sonda temperatura aria esterna*

I termometri aziendali, nella quasi totalità, non sono dotati di schermatura, di conseguenza forniscono valori inaffidabili, con ampi margini di errore, con differenze di  $+7 - 0,6 - 0,9$  °C rispetto i valori reali della temperatura dell'aria

Per effetto della **perdita di calore per irraggiamento**, sulla superficie della copertura, la formazione del ghiaccio inizia ancor prima che la temperatura dell'aria sia prossima a zero gradi, come a  $+0,6/0,7$  °C con cielo sereno, bassa umidità e calma di vento, ma siccome le decisioni dei produttori sono dettate da eccesso di cautela l'avvio dell'impianto di protezione antibrina a volte è immotivato, comportamento che trova la sua giustificazione nel basso costo di esercizio.



*Formazione del ghiaccio con temperatura aria esterna prossima a 0°C*

## Effetti collaterali provocati dall'idroserra

Nelle immagini sotto riportate sono ben evidenti i **danni alle coperture di plastica** dovuti al deposito dei sali disciolti nell'acqua di falda. La patina che si va via via accumulando sulla plastica interferisce sulle proprietà ottiche (trasmissione della luce e calore) della coperture riducendole sensibilmente a seconda dell'intensità del fenomeno. Questo è un aspetto molto importante in quanto accorcia la durata della copertura stessa e provoca una diminuzione della luminosità all'interno della serra con implicazioni negative sulla crescita e produzione delle piante (filatura, mancata allegagione dei frutti, etc).



*Evidenti depositi di sali ferrosi nell'area di transito dell'acqua*

Altro aspetto molto impattante a livello ambientale e non solo, correlato all'uso dell'idroserra, è il **rilascio nella rete scolante prima aziendale (fossi e scoline) poi consortile (canali di bonifica) di enormi volumi d'acqua prelevata contemporaneamente dai tanti pozzi freatici aziendali.**

I volumi prelevati, possono variare da azienda ad azienda e da una indagine condotta presso aziende campione, si evince che variano da 600 a 900 litri al minuto per ettaro di serra. Sono quantità molto importanti, si va da un minimo di 36 mc x ora x ettaro ad un massimo di 54 mc, che moltiplicati per un intervallo di 10 ore di attività implicano un prelievo totale per un singolo ciclo di 360 o 540 metri cubi di acqua per ettaro di serre.

Non è dato sapere quanti sono gli ettari che, nel Sud Pontino, ricorrono alla tecnica dell'idroserra ma si stima che dei circa 4500 ettari di serre almeno il 60/70 % ne faccia uso, pertanto, anche nelle migliori delle ipotesi siamo di fronte a prelievi elevatissimi, nell'ordine di valori medi pari a 1.300.000 / 1.500.000 metri cubi di acqua prelevati nel corso delle nottate a rischi gelo, in modo simultaneo e a varie profondità nei pozzi

aziendali. E' alquanto preoccupante prendere atto che tutt'oggi ancora nessuna autorità pubblica abbia messo mano a questo vero e proprio "scempio ambientale" foriero di inevitabili e irreparabili ricadute sui naturali equilibri geo-idro-morfologici dei Territori Pontini, equilibri che regolano da secoli le dinamiche dei processi che stanno alla base della "qualità" in senso lato di tutti i terreni naturali e coltivati presenti negli areali agricoli.



*Sversamento dell'acqua reflua dell'idroserra e raccolta nei fossi aziendali*

### **Influenza del clima sulle specie orticole coltivate nell'idroserra**

Nella maggior parte dei casi, in riferimento alle colture praticate nelle serre fredde della piana di Fondi per il periodo autunno–invernale ci troviamo di fronte ad una realtà alquanto semplificata. Dal mese di Novembre a Gennaio / Febbraio possono essere presenti:

- pomodori da mensa di varie tipologie ( verde insalatato, rosso a grappolo, etc...) a fine ciclo
- zucchine da frutto in due fasi fenologiche:
  - a) piantine di recente trapianto e destinate al ciclo invernale – primaverile ( ciclo lungo)
  - b) piante in piena produzione trapiantate a inizio ottobre, raramente portare a superare l'inverno (ciclo breve)

- trapianti di piantine di pomodoro da mensa

I livelli termici biologici più importanti sono:

- **temperatura minima letale**, dove la pianta subisce un danno irreversibile sino alla morte
- **temperatura minima biologica**, dove la pianta interrompe la sua attività biologica senza accusare danni vitali
- **temperatura ottimale** del giorno e della notte: con essa la pianta esprime al massimo le proprie potenzialità produttive
- **temperatura massima biologica**: al di sopra di essa, la pianta inizia a manifestare evidenti sintomi di stress e riduzione delle performances produttive.
- **temperatura massima letale**: arreca danni irreversibili, per concludersi con la morte della pianta
- **temperatura ottimale del terreno o substrato**: quella in cui si ha la massima attività metabolica dell'apparato radicale.

<b>Specie</b>	<b>Temp minima letale °C</b>	<b>Temp minima biologica °C</b>	<b>Temp. massima biologica °C</b>
<b>Pomodoro</b>	0-2	8-10	26-30
<b>Cetriolo</b>	0-4	10-13	28-32
<b>Melone</b>	0-2	12-14	30-34
<b>Zucchini</b>	0-4	10-12	30-34
<b>Fagiolo</b>	0-2	10-14	28-35
<b>Peperone</b>	0-4	10-12	28-32
<b>Melanzana</b>	0-2	9-10	30-32
<b>Lattuga</b>	(-2) – 0	4-6	25-30
<b>Fragola</b>	(-2) – 0	6	25-30

*Livelli termici minimi letali, minimi e massimi biologici per la coltivazione di orticole in coltura protetta.*

## L'andamento delle temperature nella piana di Fondi – periodo 2003 – 2010

I parametri meteo-climatici della vasta area del Salto di Fondi sono sensibilmente condizionati dalla particolare conformazione orografica e geomorfologica del sito. Gli aspetti più salienti sono già stati descritti nel precedente “*Rapporto di Studio sulla Situazione Territoriale*”.

E' comunque importante sottolineare la notevole differenza dell'andamento delle temperature minime dell'aria anche per zone molto prossime, a volte distanti solo alcune centinaia di metri, a conferma di ciò riportiamo nella tabella che segue i valori relativi al numero delle ore con la temperatura dell'aria inferiore o uguale a zero gradi registrati presso la stazione meteo-climatica di Capratica che dista poco più di 1500 metri dal sito dimostrativo.

periodo	Ore temperatura inferiore o uguale a 0°C	
	Località Capratica	Sito dimostrativo
non. 2009 – marzo 2010	94	12
non. 2010 – marzo 2011	63	15

Inoltre la stima del numero di giorni con valori di temperatura minima dell'aria pari o inferiori a 0°C, registrati nelle serie storiche presso la stazione di Capratica evidenzia l'eccezionalità dell'evento.

ANNO	TEMPERATURE								PIOGGIA		
	Massima media decade	decade	Minima media decade	decade	Massima assoluta	Data massima assoluta	Minima assoluta	Data minima assoluta	Pioggia max	data pioggia max	Giorni pioggia >1 mm
2004	25.0	2° decade agosto 2004	8.6	1° decade marzo 2004	34.6	08-lug-04	-0.7	22-nov-04	35.7	19-feb-04	89
2005	25.8	3° decade giugno 2005	5.9	1° decade febbraio 2005	33.2	28-giu-05	-3.9	19-dic-05	69.3	09-dic-05	74
2006	27.0	2° decade luglio 2006	6.0	2° decade gennaio 2006	35.3	29-giu-06	-4.0	07-feb-06	109.6	09-ago-06	65
2007	26.6	3° decade agosto 2007	6.9	2° decade dicembre 2007	39.3	23-ago-07	-4.2	15-dic-07	54.4	03-mag-07	67
2008	19.5	1° decade luglio 2008	-1.2	2° decade febbraio 2008	36.2	13-lug-08	3.1	18-feb-08	52	10-dic-08	98
2009	26.4	2° decade agosto 2009	4.7	2° decade febbraio 2009	34.6	24-lug-09	-5.9	19-feb-09	77.8	02-giu-09	96
2010	28.0	2° decade luglio 2010	6.2	2° decade dicembre 2010	36.7	10-giu-10	-5.9	01-feb-10	70.8	01-nov-10	102

Meritano un cenno le registrazioni degli eventi estremi che hanno caratterizzato gli ultimi anni infatti, consultando le serie storiche di questi, risulta che è in atto una progressiva riduzione del numero di giornate con nottate a temperature medie inferiori o prossime a zero gradi.

Pertanto a fronte di inverni più miti il ricorso all'uso dell'idroserra si è ridotto sia in termini di giornate che di durata dell'intervallo di attività (ore di funzione).

E' certamente prematuro ricondurre questo aspetto, che certamente ha dei risvolti positivi circa il ridotto emungimento di acqua di falda, alle mutate condizioni climatiche generali che stanno caratterizzando l'andamento delle temperature medie di tutta l'area mediterranea e non solo note come "global warming"

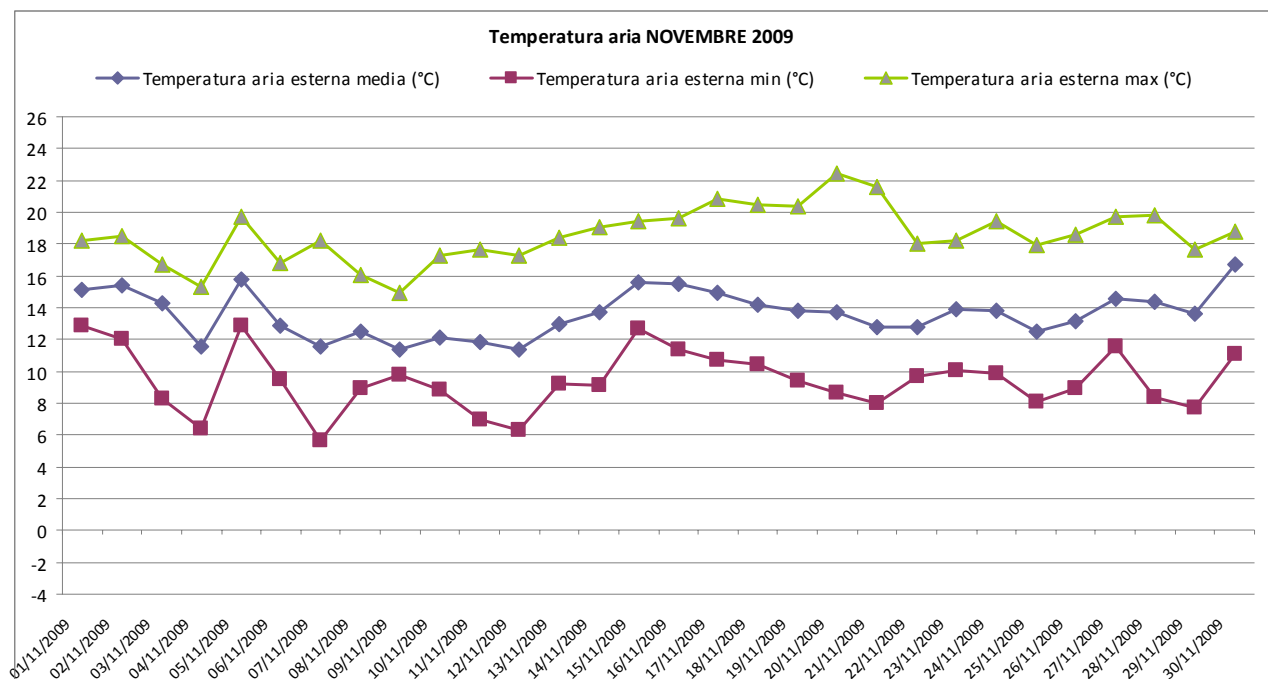
Un uso consapevole dell'idroserra da parte degli agricoltori, che dovrebbero farne ricorso solo e solamente nel caso di accertati rischi di danni da gelo, porterebbe notevoli benefici a livello ambientale pertanto sarebbe molto importante dotare le aziende un servizio di "allerta gelo" abbinato ad un meticoloso controllo della taratura ed efficienza dei sensori aziendali posizionati all'interno delle serre.

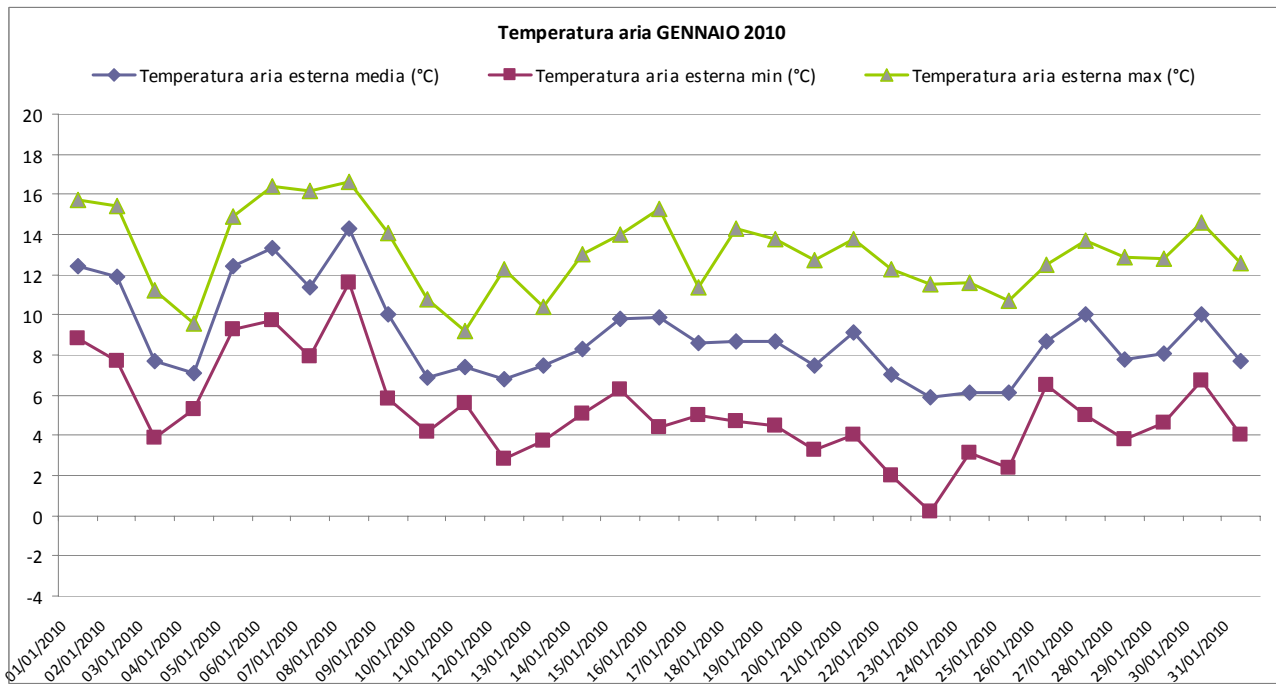
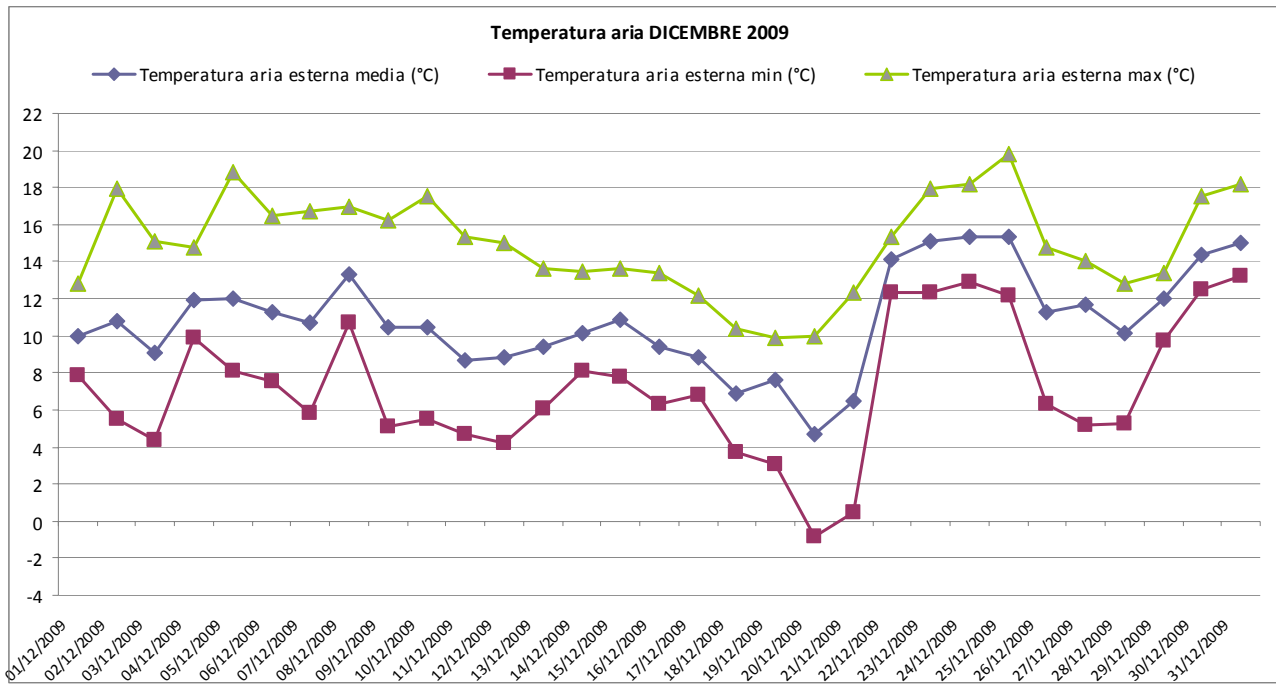
## Test idroserra condotti dal 2009 al 2011

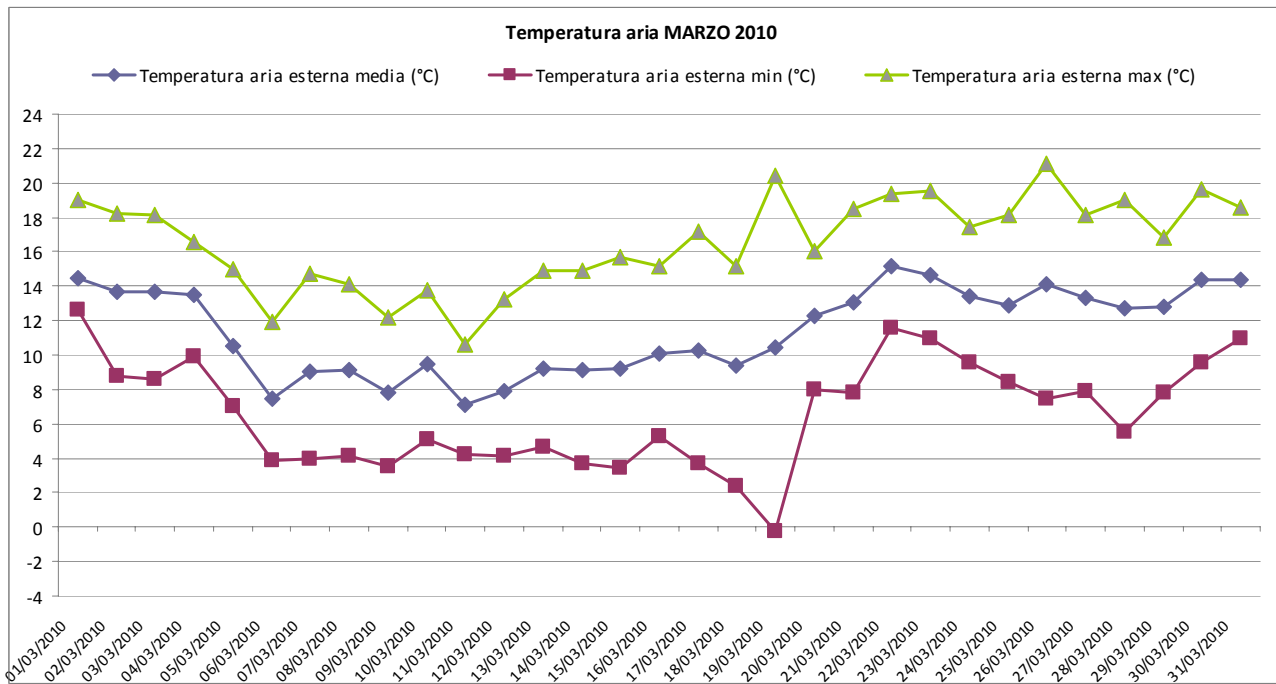
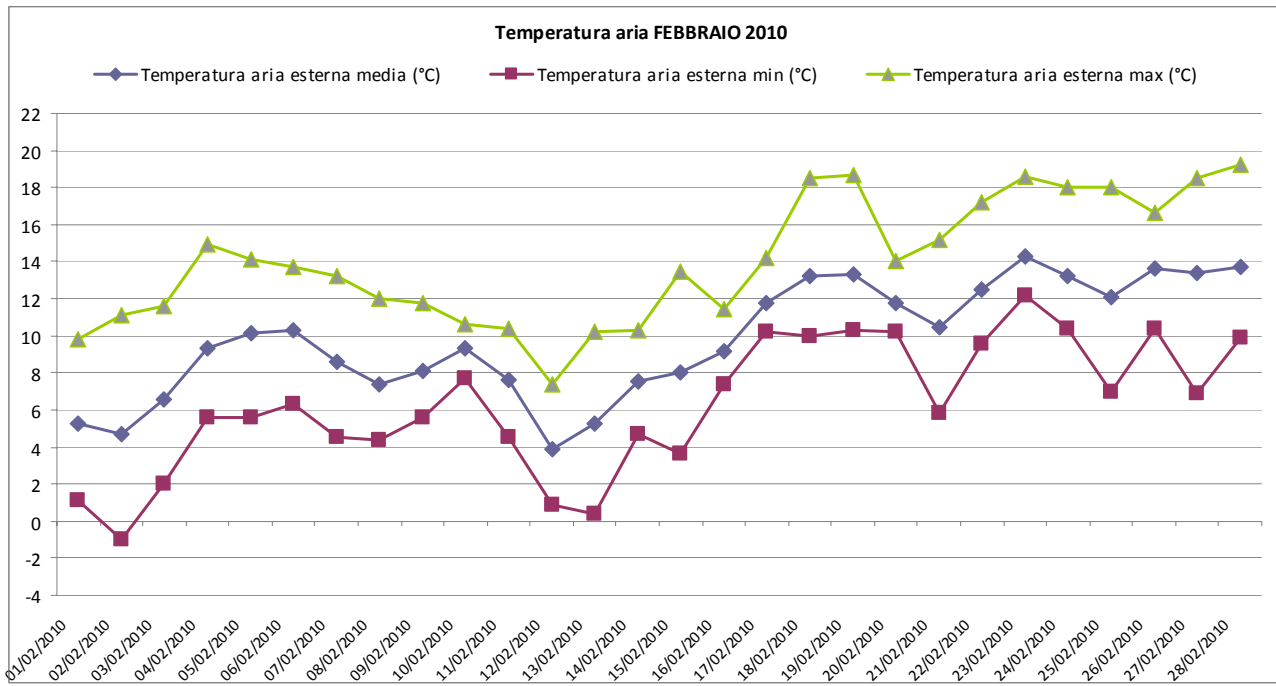
Nel corso della prima stagione di dimostrazione dell'idroserra, iniziata nel mese di Novembre 2009 e protratta per tutto l'inverno 2010/2011 è stato eseguito il monitoraggio giornaliero, 24 ore su 24 ore, dei più importanti parametri ambientali rilevati dalle strumentazioni posizionate all'interno ed all'esterno delle due serre oggetto di indagine progettuale.

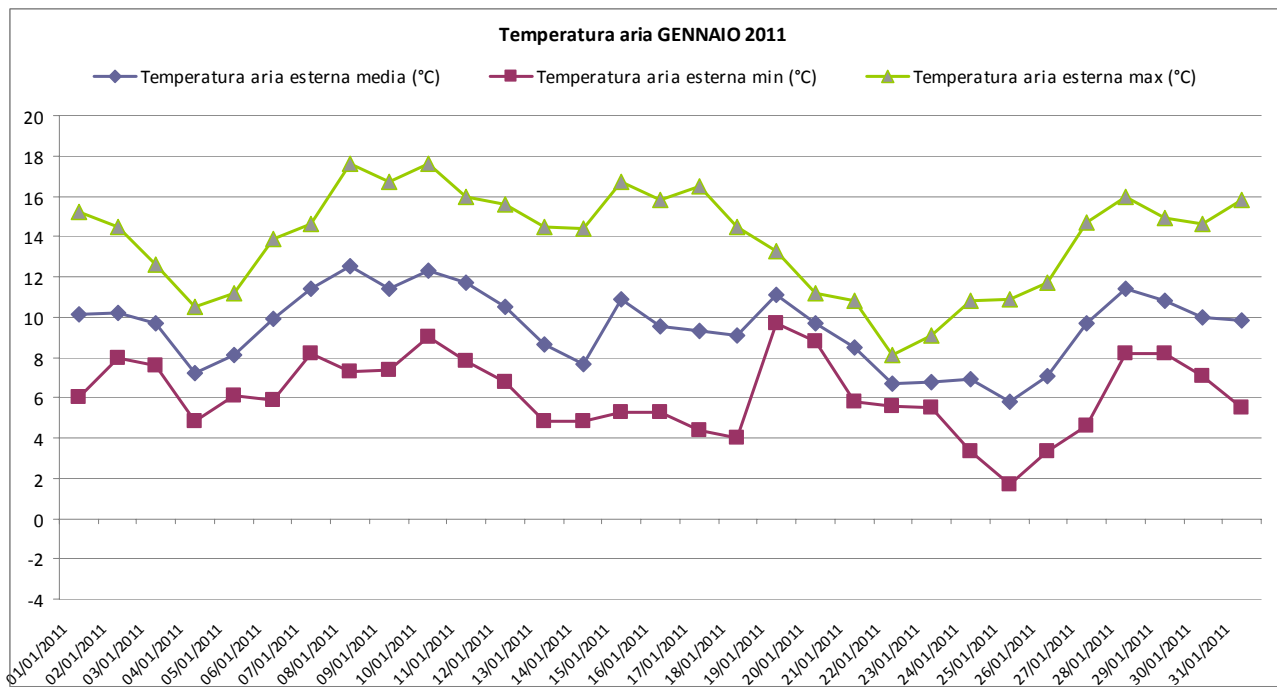
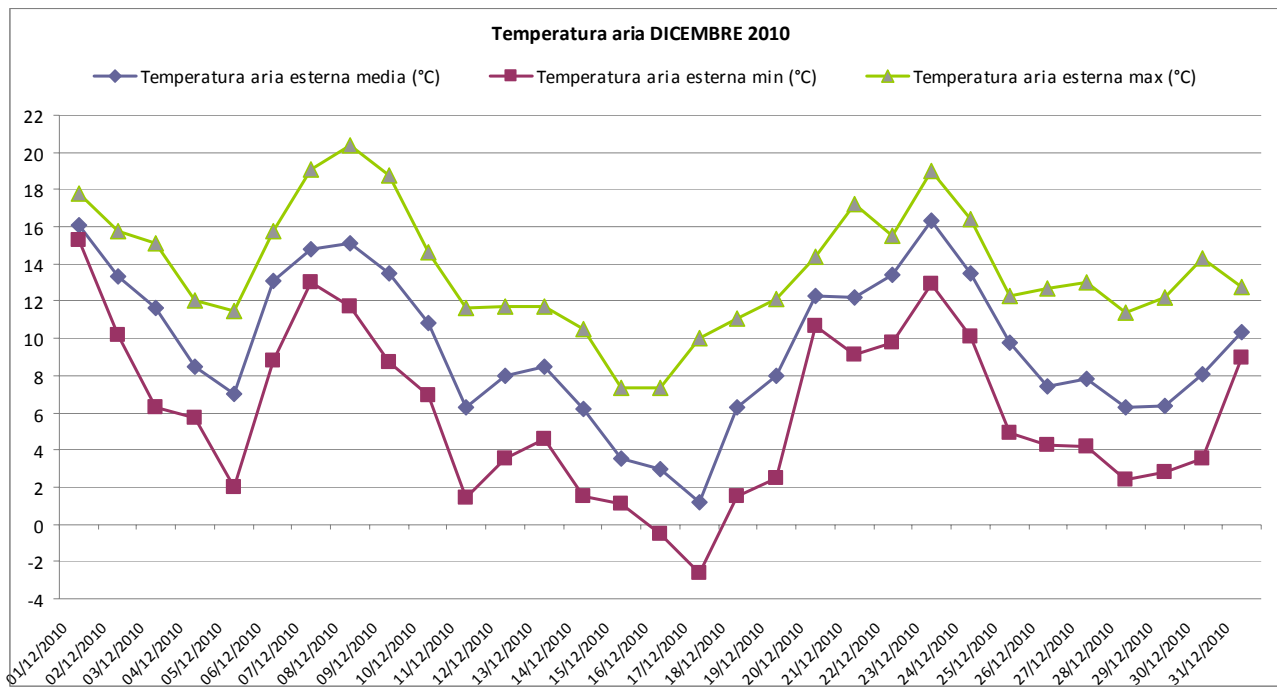
Di tutto il periodo oggetto di studio, dalla vasta mole di dati disponibili, vengono di seguito esaminati e commentati i risultati ottenuti mettendo a confronto le diverse tecniche adottate.

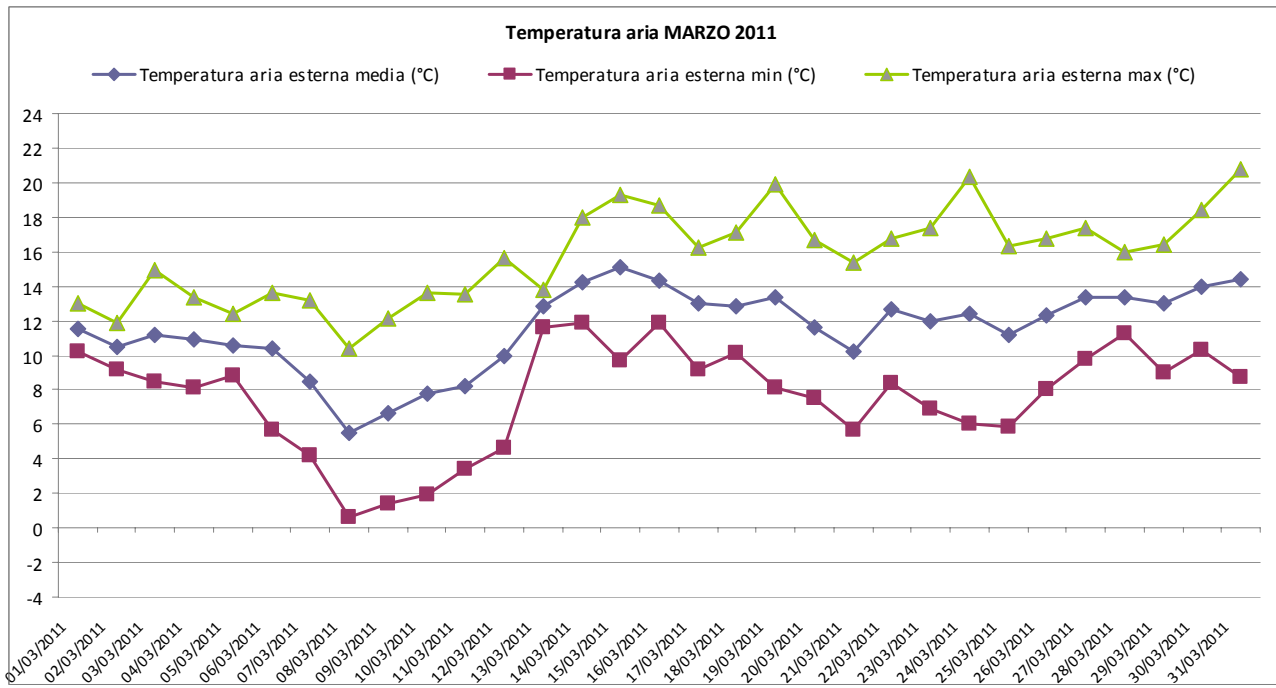
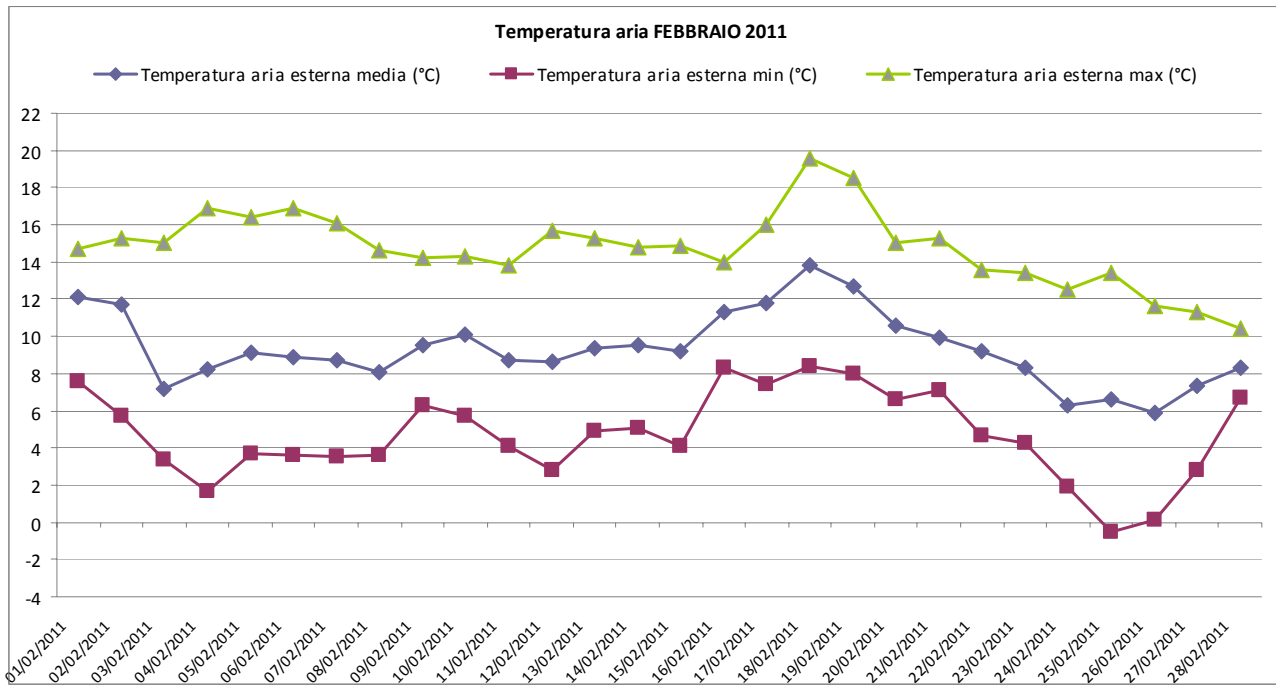
Si ricorda che le termocoppie che attivavano lo start delle pompe sono state registrate, ad inizio stagione, con l'indicatore di scala a + 4 °C ( +/- 0,5 °C) che come già richiamato è la temperatura più idonea a preservare le piante da eventuali danni da gelo.









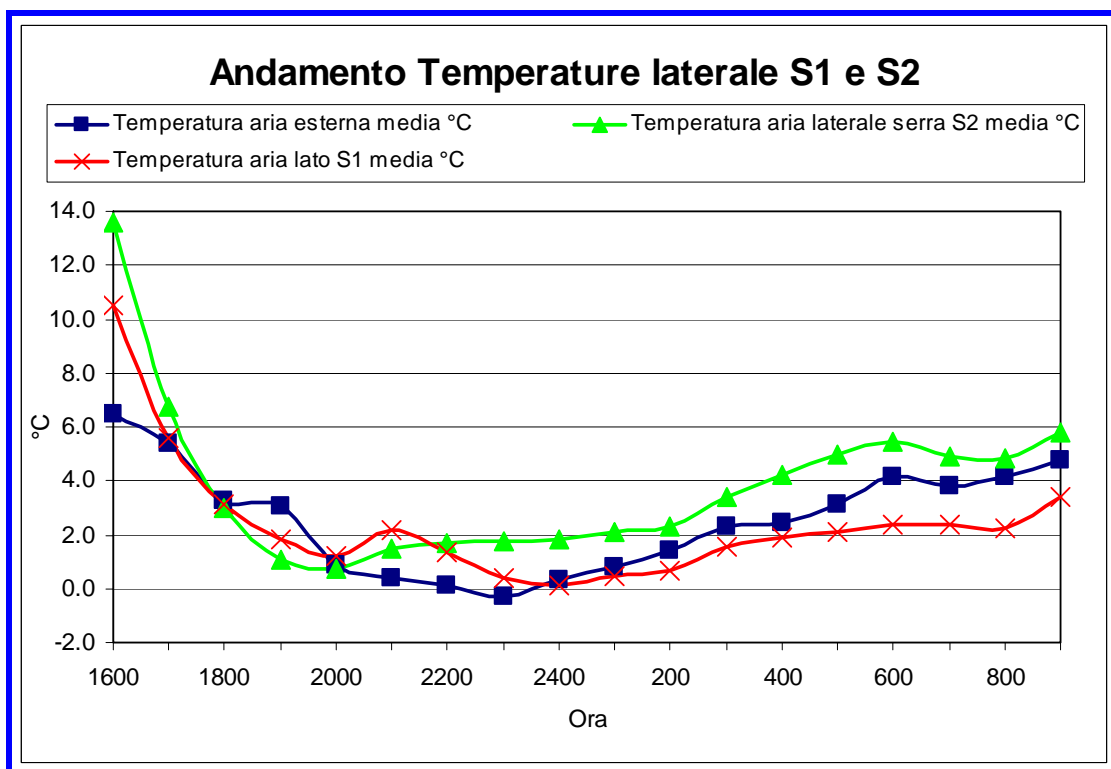
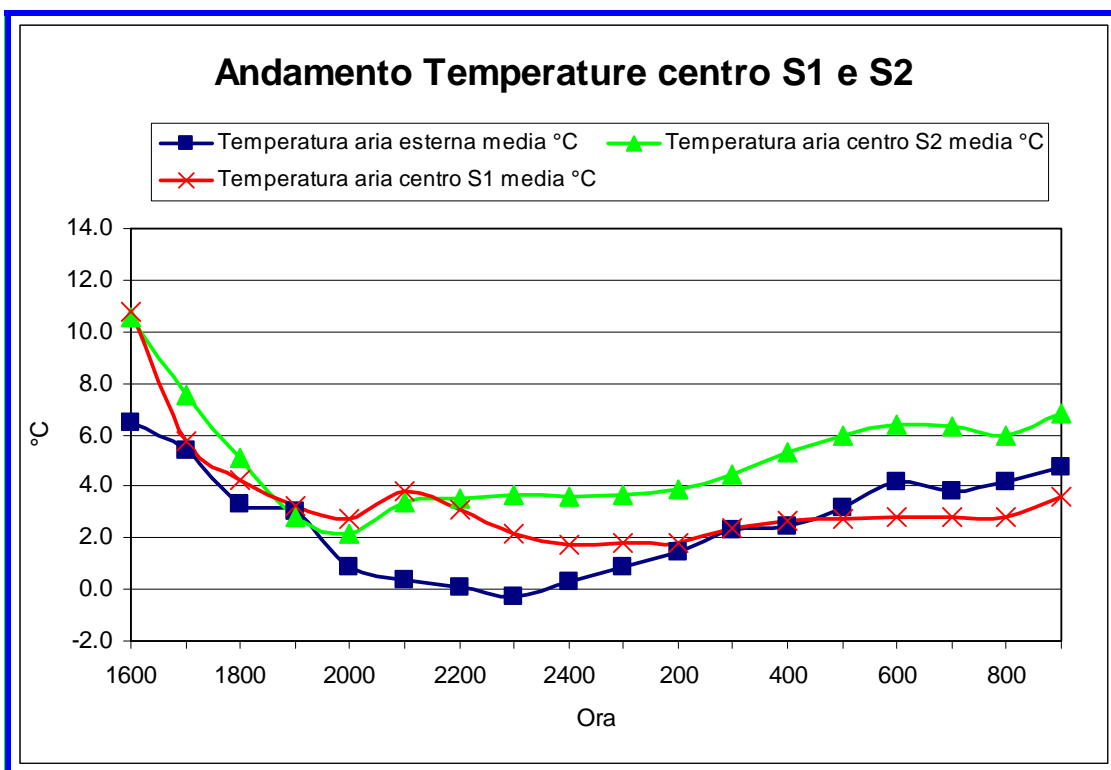


**Test n.1 del 20-21 dicembre 2009 : idroserra con tubo Sbrinex. Rendimento termico del ciclo aperto ( convenzionale ) a confronto con il ciclo chiuso ( recupero in vasca dell'acqua).**

Nel corso del mese di novembre 2009 non sono stati attivati gli impianti antibrina in quanto le temperature minime della notte non sono mai scese al disotto dei 6 °C e, solamente nel mese di dicembre, limitatamente alla notte tra il 20 e 21 si è registrata l'attivazione dei due sistemi antibrina. Di seguito vengono evidenziati in dettaglio i dati dell'analisi sugli andamenti delle temperature, gli intervalli di attività delle pompe e la dinamica delle temperature dell'acqua.

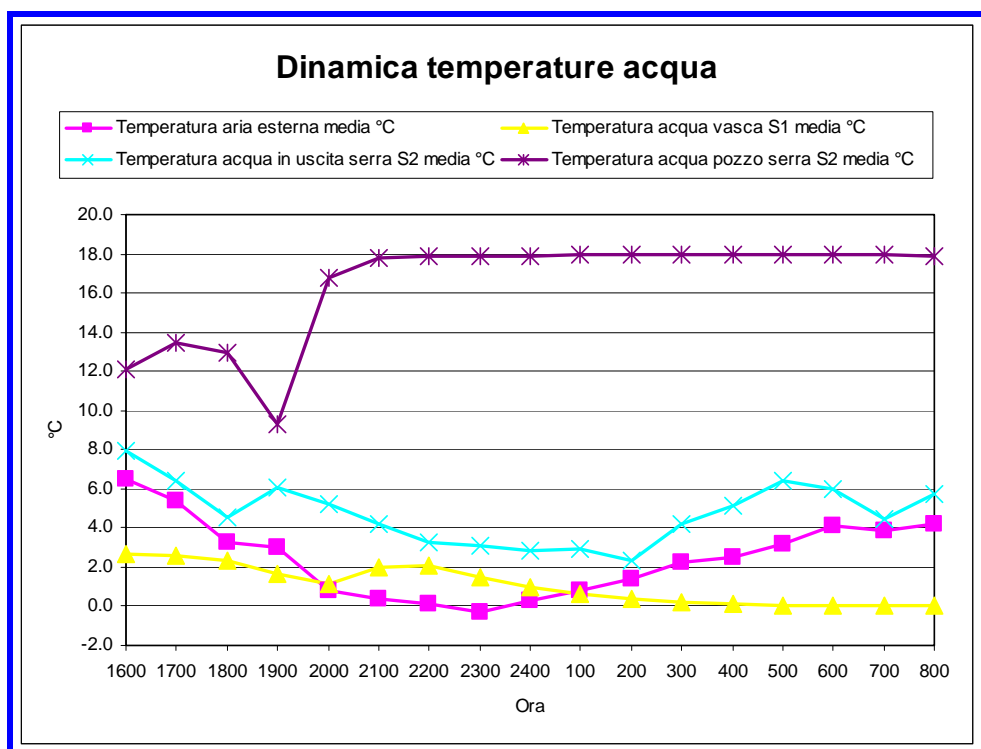
<b>Analisi idroserra del 20-21/12/2009</b>									
Ora e minuti dell'intervallo	Temperatura aria esterna media °C	Temperatura aria centro S1 media °C	Temperatura aria centro S2 media °C	Temperatura aria lato S1 media °C	Temperatura aria laterale serra S2 media °C	diff. Centro/esterno testimone	diff. Centro/esterno idroserra	diff. Laterale/esterno testimone	diff. Laterale/esterno idroserra
1600	6,5	10,8	10,5	10,5	13,6	4,0	4,3	7,1	4,0
1700	5,4	5,8	7,5	5,6	6,7	2,2	0,4	1,4	0,2
1800	3,3	4,3	5,1	3,1	3,0	1,9	1,0	-0,3	-0,1
1900	3,0	3,2	2,8	1,8	1,1	-0,2	0,2	-2,0	-1,2
2000	0,8	2,8	2,2	1,2	0,7	1,3	1,9	-0,1	0,4
2100	0,4	3,8	3,4	2,2	1,5	3,0	3,4	1,1	1,8
2200	0,1	3,1	3,5	1,4	1,7	3,4	3,0	1,6	1,3
2300	-0,3	2,1	3,7	0,4	1,7	3,9	2,4	2,0	0,7
2400	0,3	1,8	3,6	0,1	1,8	3,3	1,5	1,6	-0,2
100	0,8	1,8	3,6	0,5	2,1	2,8	1,0	1,2	-0,3
200	1,4	1,8	3,8	0,7	2,3	2,4	0,4	0,9	-0,8
300	2,3	2,4	4,5	1,6	3,4	2,2	0,1	1,1	-0,7
400	2,5	2,6	5,3	1,9	4,2	2,8	0,2	1,8	-0,6
500	3,1	2,7	6,0	2,1	5,0	2,8	-0,4	1,9	-1,1
600	4,1	2,8	6,4	2,4	5,5	2,3	-1,3	1,3	-1,7
700	3,8	2,8	6,3	2,4	4,9	2,5	-1,0	1,1	-1,5
800	4,2	2,8	6,0	2,2	4,8	1,8	-1,4	0,7	-1,9
900	4,7	3,6	6,8	3,4	5,8	2,1	-1,2	1,1	-1,3
<b>Media</b>	<b>2,6</b>	<b>3,4</b>	<b>5,1</b>	<b>2,4</b>	<b>3,9</b>	<b>2,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>	<b>-0,2</b>

*Comparazione dati climatici idroserra (S1) e testimone (S2) tra il 20-21/12/2009*



*Andamento temperature interne centrali e laterali  
dell'idroserra (S1) e del testimone (S2) tra il 20-21/12/2009.*

Intervallo attività idroserra 20-21/12/2009						
Ora e minuti dell'intervallo	Temperatura aria esterna media °C	Temperatura acqua vasca S1 media °C	Temperatura acqua in uscita serra S2 media °C	Temperatura acqua pozzo serra S2 media °C	Volume acqua pompato nell'intervallo nella S1 metri cubi	Volume acqua pompato nell'intervallo nella serra S2 - metri cubi
1600	6,5	2,7	8,0	12,1	0,0	0,0
1700	5,4	2,6	6,4	13,5	2,6	3,1
1800	3,3	2,3	4,5	13,0	0,0	7,3
1900	3,0	1,6	6,1	9,3	0,0	7,2
2000	0,8	1,2	5,2	16,8	8,3	2,1
2100	0,4	2,0	4,2	17,8	9,2	0,6
2200	0,1	2,1	3,3	17,9	9,4	7,2
2300	-0,3	1,5	3,1	17,9	8,6	7,1
2400	0,3	1,0	2,9	17,9	8,3	7,1
100	0,8	0,6	2,9	17,9	8,6	7,0
200	1,4	0,4	2,3	17,9	8,6	7,0
300	2,3	0,2	4,2	17,9	8,6	6,9
400	2,5	0,1	5,1	17,9	8,6	6,9
500	3,1	0,1	6,4	17,9	8,6	6,8
600	4,1	0,1	6,0	17,9	8,6	6,8
700	3,8	0,0	4,5	17,9	8,6	6,7
800	4,2	0,0	5,8	17,9	7,7	6,7
<b>Media</b>	<b>1,0</b>	<b>4,6</b>	<b>16,7</b>			
<b>Tot mc</b>					<b>114,2</b>	<b>96,3</b>



*Comparazione temperature e consumo acqua  
dell'idroserra (S1) e del testimone (S2) tra il 20-21/12/2009*

## **Analisi dei risultati ottenuti**

A partire delle ore 17 del 20/12 la T media aria esterna è iniziata a scendere, da + 5,4 °C per arrivare a toccare il minimo assoluto alle ore 23 con - 0,3°C.

All'avvio delle elettropompe (P1, P2) , alle ore 17, le T aria centro serra erano rispettivamente di + 4,3 °C per la S1 e di + 3,0 °C per la S2 con una modesta differenza di 1,3 °C.

La temperatura nell'indicatore del sensore che attiva le pompe era di + 4 °C , prossima al massimo teorico della temperatura minima letale che va da 0 a + 4 °C.

## **Attività delle pompe e volumi transitati**

La portata oraria dei flussi due sistemi a confronto è stata resa simile agendo sulla regolazione dei lumi delle due valvole a sfera presenti a valle delle due pompe ed è risultato essere di 8,15 metri cubi /ora.

La pompa P1 è stata attivata alle ore 17 e si è spenta alle ore 8 per un totale di 14 ore di esercizio movimentando complessivamente 114,2 mc di acqua, interamente riciclati.

La pompa P2 è stata attivata alle ore 17 e si è spenta alle ore 7 per un totale di 13 ore di esercizio movimentando complessivamente 96,3 mc di acqua, lasciati a dispersione nel terreno e nel fosso aziendale.

Il volume di acqua disperso è pari 4,6 litri/m<sup>2</sup>, rapportando questo volume su una superficie di un ettaro abbiamo una dispersione pari a 644 metri cubi di acqua dispersi nel corso di una durata di attività per 14 ore dell'idroserra a ciclo aperto

## **Azione termoregolatrice dell'idroserra**

Il fluire dell'acqua sulle volte delle serre S1 e S2 ha determinato delle dinamiche dei valori delle T aria centro e T aria lato ove si nota molto chiaramente come le T medie della S1 siano inferiori delle corrispondenti T della S2.

Alle ore 17 (avvio pompe) la T aria centro S1 era inferiore di 1,7 °C della T aria centro S2 (rispettivamente di +5,8 e 7,5 °C)

Alle ore 19 (del 20/12) per quanto riguarda la T aria centro si registrava una vicinanza di valori della TS1 e TS2 rispettivamente a +3,2 e 2,8 °C con l'aria esterna a +3,0 °C.

La differenza si è poi manifestata a partire dalle ore 23 quando la TCS 1 (Temp. Centro S1) risultava essere di + 2,1 °C e la TCS 2 è di +3,7 °C con una differenza di + 1,6 °C a vantaggio della S 2.

Differenza che si è pressoché mantenuta costante per tutto il periodo di attività delle due "aperture" dove il valore medio risulta essere di + 1,7 ° C.

In merito alla dinamica delle temperature registrate in prossimità del lato serra S1 e S2 si evince chiaramente "l'effetto bordo" ove infatti abbiamo la T LS1 (Temp. Lato) di 1,6 °C rispetto alla T L S2 di 2,7 °C con una differenza di 1,1 °C.

La T L S1 nell'intervallo, dalle ore 20 alle ore 08, è di +1,5 ° C con un valore minimo massimo di +0,1 ° C alle ore 24 mentre la T L S2 è +3,1 con un minimo massimo di +0,7 ° C la differenza media tra TL S1 e TL S2 era di +1,5 ° C a vantaggio della S2.

Questo gradiente termico è imputabile a diversi fattori:

- ai moti convettivi dell'aria interna;
- alle perdite di calore per convezione/conduzione dalle superfici delle fiancate laterale e delle superfici delle testate;
- alla oggettiva impossibilità di ottenere una perfetta chiusura nei punti più critici delle strutture sul perimetro, in particolare nei punti di impluvio, nelle finestrate e altri ben individuabili, da queste aperture si ha fuoriuscita di aria interna (più calda) verso l'esterno si da compromettere il rendimento termico dell'idroserra.

Si vuole far notare che nel caso specifico della serra S1, a differenza della serra S2, le due superfici delle fiancate laterali non sono termoregolate del flusso laminare dell'acqua in quanto questo è captato dalle grondaie e convogliato, tramite calatoie e collettori, alla vasca di recupero/riciclo, viene quindi così a crearsi, tra le due serre una importante differenza di superficie non termoregolata pari 248 m<sup>2</sup>.

Questo è un aspetto strutturale importante ai fini del rendimento termico dell'idroserra con riciclo che, associato alla temperatura dell'acqua accumulata/riciclata in vasca, determina la sensibile differenza della T aria ai lati delle due serre a confronto.



*S2 ( a sinistra ) : formazione del ghiaccio sulle pareti laterali, S1 ( a destra) assenza di ghiaccio sulle pareti laterali perché l'acqua è captata dalla grondaia.*

## **Inversione termica**

Questo fenomeno, molto frequente nel periodo invernale è più accentuato nelle “serre fredde” con le coperture di polietilene - per esempio rispetto al vetro - e si ha quando la temperatura dell'aria interna alla serra registra valori inferiori alla temperatura dell'aria esterna.

Il raffreddamento della copertura trasparente di polietilene dovuto alle perdite di calore per irraggiamento e conduzione è strettamente correlato alle caratteristiche di emissività del materiale plastico e alla formazione della condensa.

Nel caso specifico oggetto di studio cioè l'idroserra, in merito al bilancio energetico, alle caratteristiche di emissività proprie del polietilene vanno associate gli effetti indotti dal velo d'acqua permanentemente fluente sulla superficie delle volte, mentre non interviene l'azione della formazione di condensa in quanto il lato interno delle coperture è stato trattato con il prodotto ad azione anticondensa.

Alle ore 05, con la T aria minima esterna a +3,1 °C si presentavano le condizioni di temperatura “T aria serra/T aria esterna” tali da far insorgere, per la sola serra S1, il fenomeno dell'inversione termica: infatti si aveva +3,1 °C di minima esterna contro il +2,1 °C del lato serra e +2,7 °C della T centro serra.

## **Temperatura dell'acqua in uso sull'idroserra**

Così come previsto dal programma dimostrativo, la serra S2, è stata termoregolata da un flusso di acqua che registra alla partenza dal pozzo una T costante pari a +17,9 °C per poi dare una T media di + 4,9 °C al punto di scarico nel fosso aziendale con una perdita di 13,0 °C.

La serra S1 ha ricevuto un flusso di acqua che, già in partenza, in quanto accumulata in vasca a pelo libero e a contatto con l'aria registrava una temperatura pari a +2,6 °C, valore che ha conservato per un intervallo molto breve infatti si è rapidamente raffreddata per attestarsi a valori medi di + 0,1/0,2 °C .

Ciò ha generato un discreto aumento di formazione di ghiaccio sulle volte della serra S1 limitatamente all'area di scorrimento dell'acqua, rispetto alla stessa posizione della serra S2. Infatti nella serra S2, per effetto dello scorrimento continuo di acqua con T costante > di +10/12 °C tra il ghiaccio e la plastica si ha avuto una modesta produzione e deposizione di ghiaccio mentre ciò non avveniva nell'idroserra con riciclo dove la bassa temperatura dell'acqua accumulata in vasca facilitava la neoformazione di ghiaccio sottraendo così importanti volumi di acqua al sistema.

E' intuibile prevedere quindi che, se nel corso della notte si fossero presentate delle condizioni climatiche con basse temperature e cielo sereno predisponenti gelate di tipo radiativo o peggio con la concomitante azione di venti freddi che danno luogo a gelate di tipo avvertivo si avrebbe avuto il blocco totale del corpo idrico in circolo per completo congelamento dell'acqua.

La formazione di ghiaccio iniziava all'interno delle grondaie predisposte per la raccolta dell'acqua e renderne così possibile il riciclo, ma una sua progressiva deposizione nell'alveo della grondaia stessa veniva ad ostacolare il regolare deflusso dell'acqua sino a provocarne la fuoriuscita compromettendo così la sostenibilità del metodo.

## Test n. 2 del 23 gennaio 2010 : ripetizione test tubo Sbrinex a ciclo aperto e ciclo chiuso

La coltura presente all'interno delle serre, al momento del test era il pomodoro.

Le piantine, da vivaio sono state messe a dimora il giorno 20 gennaio, e protette con TNT (Tessuto Non Tessuto ) appoggiato sulle stesche (vedi immagine sottostante).

Questa protezione, con grammatura di 17 gr/mq, è adottata normalmente dalle aziende, per aumentare il livello di protezione delle piantine.

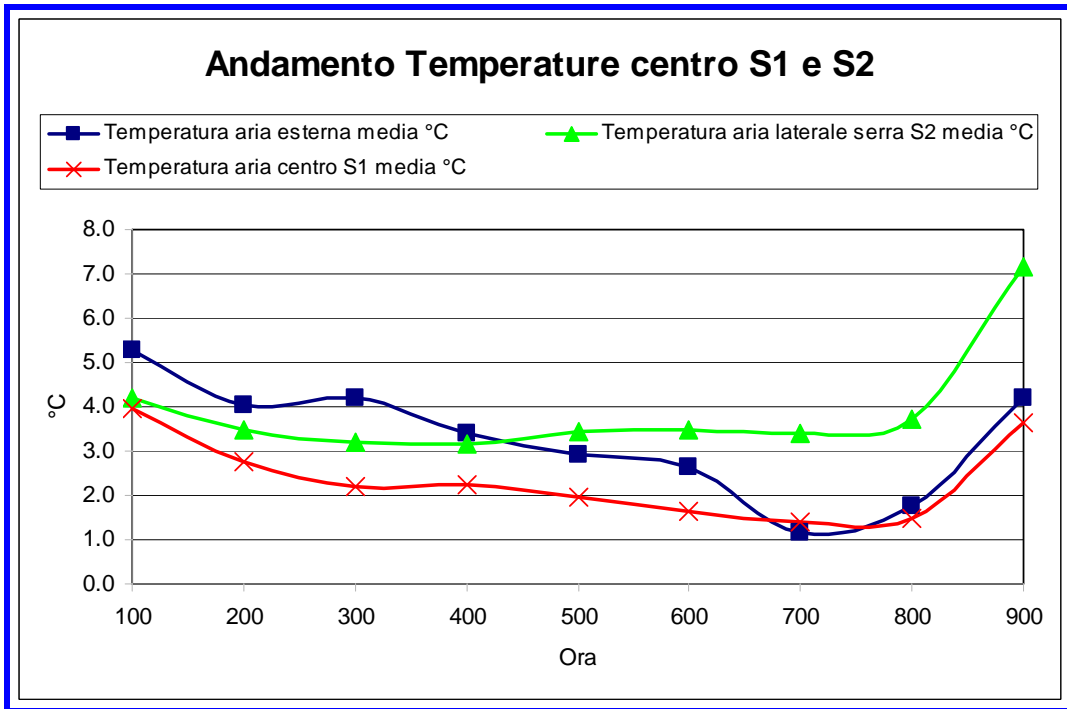
Dalle rilevazioni effettuate risulta che induce un incremento di + 1,8 / 2 °C dell'aria confinata tra il tessuto ed il terreno rispetto alla T dell'aria al di sopra del telo stesso.



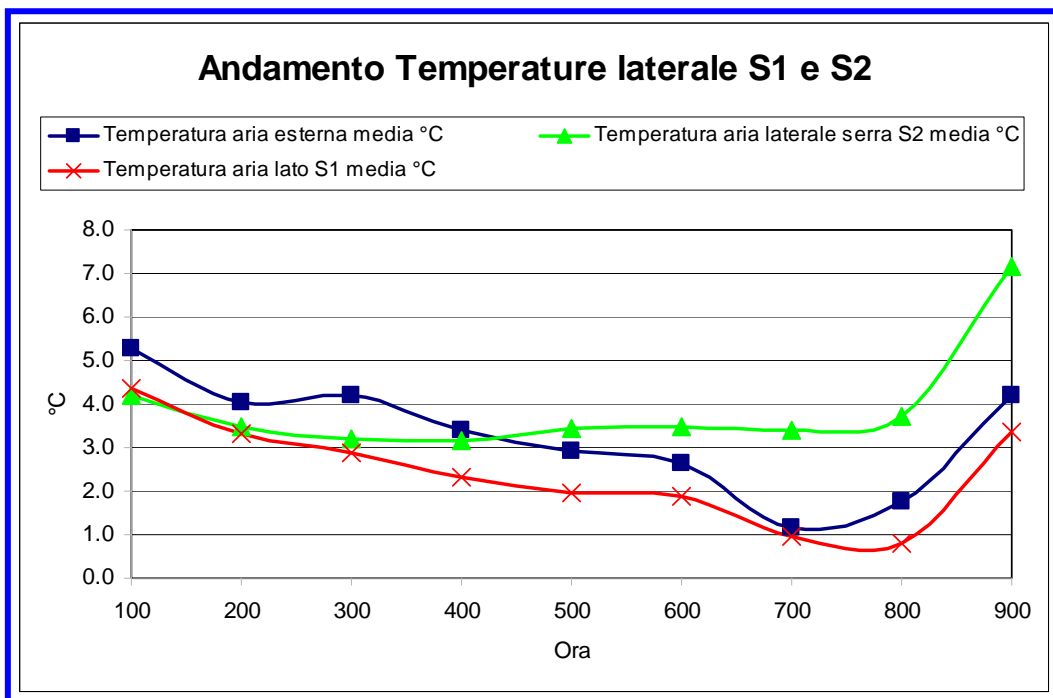
*Protezione delle piantine con TNT*

Analisi idroserra del 23/01/2010									
Ora e minuti dell'intervallo	Temperatura aria esterna media °C	Temperatura aria centro S1 media °C	Temperatura aria centro S2 media °C	Temperatura aria lato S1 media °C	Temperatura aria laterale serra S2 media °C	diff. Centro/esterno testimone	diff. Centro/esterno idroserra	diff. Laterale/esterno testimone	diff. Laterale/esterno idroserra
100	5,3	4,0	5,0	4,4	4,2	-1,3	-0,2	-0,9	-1,1
200	4,1	2,8	4,4	3,3	3,5	-1,3	0,3	-0,7	-0,6
300	4,2	2,2	4,2	2,9	3,2	-2,0	0,0	-1,3	-1,0
400	3,4	2,2	4,1	2,3	3,2	-1,2	0,7	-1,1	-0,2
500	2,9	2,0	4,4	2,0	3,4	-0,9	1,5	-1,0	0,5
600	2,6	1,7	4,5	1,9	3,5	-1,0	1,9	-0,8	0,9
700	1,2	1,4	4,6	0,9	3,4	0,2	3,4	-0,2	2,2
800	1,7	1,5	4,8	0,8	3,7	-0,3	3,1	-1,0	2,0
900	4,2	3,6	8,8	3,3	7,2	-0,5	4,6	-0,8	3,0
<b>Media</b>	<b>3,3</b>	<b>2,4</b>	<b>5,0</b>	<b>2,4</b>	<b>3,9</b>	<b>-0,9</b>	<b>1,7</b>	<b>-0,9</b>	<b>0,6</b>

*Comparazione dati climatici idroserra (S1) e testimone (S2) il 23/01/2010*



*Andamento temperature interne centrali dell'idroserra (S1) e del testimone (S2) il 23/01/2010.*



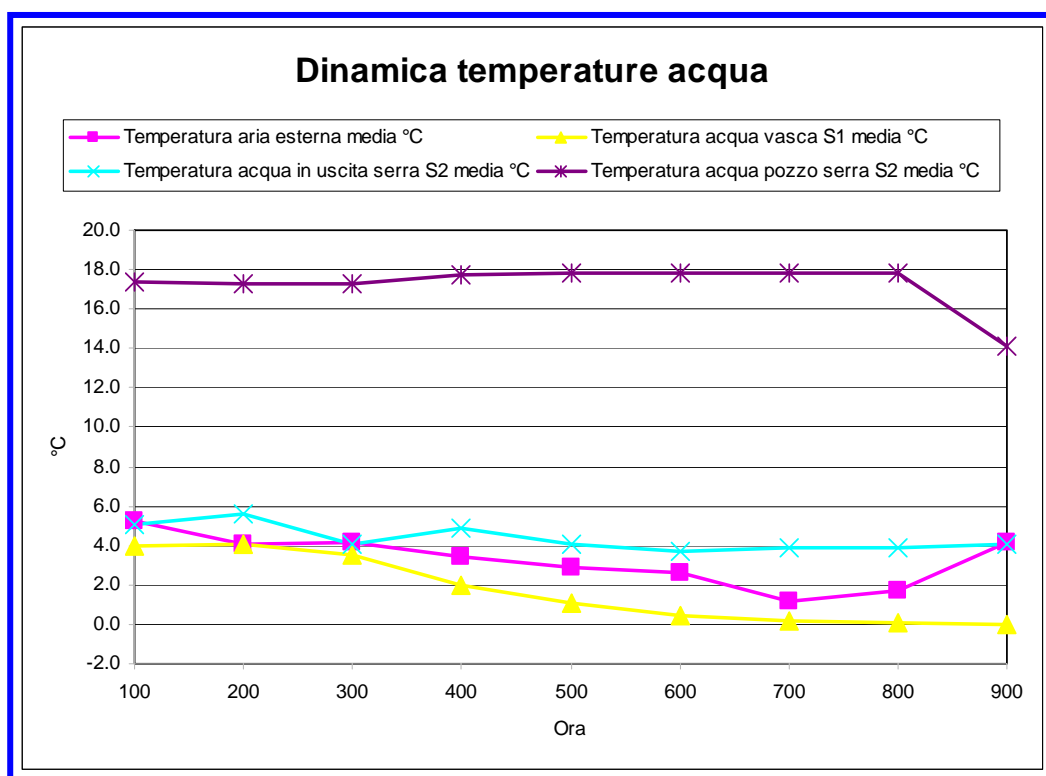
*Andamento temperature interne laterali dell'idroserra (S1) e del testimone (S2) il 23/01/2010.*

Intervallo attività idroserra 23/01/2010						
Ora e minuti dell'intervallo	Temperatura aria esterna media °C	Temperatura acqua vasca S1 media °C	Temperatura acqua in uscita serra S2 media °C	Temperatura acqua pozzo serra S2 media °C	Volume acqua pompato nell'intervallo nella S1 metri cubi	Volume acqua pompato nell'intervallo nella serra S2 - metri cubi
100	5,3	4,0	5,1	17,3	6,13	0
200	4,1	4,0	5,6	17,3	6,1	0
300	4,2	3,5	4,1	17,3	6,01	3,94
400	3,4	1,9	4,8	17,7	8,04	5,07
500	2,9	1,1	4,1	17,9	8,85	4,93
600	2,6	0,5	3,7	17,8	8,81	4,87
700	1,2	0,2	3,9	17,8	8,77	4,79
800	1,7	0,1	3,9	17,8	8,74	4,78
900	4,2	0,0	4,0	14,1	2,36	2,95
<b>Media</b>		<b>1,7</b>	<b>4,4</b>	<b>17,2</b>		
<b>Tot mc</b>					<b>63,8</b>	<b>31,3</b>

*Comparazione temperature e consumo acqua dell'idroserra (S1) e del testimone (S2) il 23/01/2010*

Intervallo attività idroserra 23/01/2010						
Ora e minuti dell'intervallo	Temperatura aria esterna media °C	Temperatura acqua vasca S1 media °C	Temperatura acqua in uscita serra S2 media °C	Temperatura acqua pozzo serra S2 media °C	Volume acqua pompato nell'intervallo nella S1 metri cubi	Volume acqua pompato nell'intervallo nella serra S2 - metri cubi
100	5,3	4,0	5,1	17,3	6,13	0
200	4,1	4,0	5,6	17,3	6,1	0
300	4,2	3,5	4,1	17,3	6,01	3,94
400	3,4	1,9	4,8	17,7	8,04	5,07
500	2,9	1,1	4,1	17,9	8,85	4,93
600	2,6	0,5	3,7	17,8	8,81	4,87
700	1,2	0,2	3,9	17,8	8,77	4,79
800	1,7	0,1	3,9	17,8	8,74	4,78
900	4,2	0,0	4,0	14,1	2,36	2,95
<b>Media</b>		<b>1,7</b>	<b>4,4</b>	<b>17,2</b>		
<b>Tot mc</b>					<b>63,8</b>	<b>31,3</b>

*Comparazione temperature e consumo acqua dell'idroserra (S1) e del testimone (S2) il 23/01/2010*



Come si evince dalla consultazione della tabella sulla dinamica temperature acqua, dove sono riportati i valori dei parametri normalmente monitorati nel corso della dimostrazione idroserra, risulta che, nella notte del 23 gennaio, l'idroserra S1 è entrata in attività alle ore 01 con la T aria esterna a + 5,26°C e la T C S 1 a + 3,97°C. Tale attività è continuata sino alle ore 09 con una durata quindi di nove ore.

L'idroserra S2 è entrata in funzione alle ore 03 quando la TC S2 è di + 4,18 °C. Sono stati prelevati 31,32 metri cubo dal pozzo artesiano P2 a servizio della serra S2, mentre per la serra S1 si è praticato il recupero e riciclo del volume d'acqua già accumulato in vasca (circa 16 mc) tramite il ciclo chiuso.

La T minima media dell'aria esterna si è registrata alle ore 6.44 ed è risultata essere di + 1,2 °C. Alla stessa ora la T C S1 era di +1,4 °C, la T C S2 era di + 4,6 °C. Si aveva quindi un differenziale termico di 3,2 °C riferito al centro serra.

La T L S1 media era di + 2,4 °C mentre la T L S2 era di + 3,9 °C con un differenziale di + 1,5 °C.

I valori medi delle temperature (°C) nel periodo delle attività delle due idroserre sono stati i seguenti:

T aria esterna	T aria lato S1	T aria lato S2	T aria centro S1	T aria centro S2
3,3	2,4	3,9	2,4	5
Differenza (S2-S1)	-	1,5	-	2,6

*Differenziale termico interno fra le serre S1 e S2 riscontrato il 12/3/01/2010*

Il differenziale termico dei centro serra tra la serra S1 (a riciclo) e la serra S2 (a dispersione) risultava di +2,6 °C, mentre il differenziale sui lati era di + 1,5 °C.

Questi risultati sono molto prossimi a quelli del test effettuato il 20 Dic 2009 a conferma quindi che la differenza del rendimento termico tra le due serre è dovuto alla dispersione di calore della serra 1 riconducibile alla assenza di acqua sulle pareti laterali in quanto captata dalle grondaie e riportata nella vasca di accumulo.

E' importante sottolineare che anche per la idroserra S2 , con ciclo a perdere, si è comunque fatto ricorso al tessuto non tessuto a ulteriore protezione delle piantine di pomodoro, in quanto la T media della serra è prossima alla T minima letale del pomodoro (0-2 °C).

I valori ottenuti nella serra S1 sono stati prossimi al minimo letale, in particolare per le piante delle file esterne, in questo caso il posizionamento del TNT è stato indispensabile per evitare sicuri danni da gelo alle piante.

### **Considerazioni sui risultati conseguiti nel corso del primo ciclo dimostrativo**

Questo primo ciclo dimostrativo consentiva di prendere atto che le performance in termini di rendimento energetico dell' idroserra a ciclo aperto (S2) confrontate con quelle dell'idroserra a ciclo chiuso (S1) sono state evidentemente dissimili anche se non molto distanti in valore assoluto.

Da notare che i valori della T aria centro della S1 non raggiungevano le soglie delle minime letali delle coltivazioni orticole normalmente presenti nel periodo invernale

Per facilitare le riflessioni riportiamo nella tabella che segue i valori medi (°C) ottenuti nel periodo del primo ciclo di attività della serra S1 e S2:

T media esterna	T media centro S1	T media centro S2	T media lato S1	T media lato S2
1,8	2,6	4,5	1,5	3,1
Differenza		1,9		1,6

*Valori medi di temperature interne fra le due serre S1 e S2*

E' doveroso porre l'attenzione su alcuni aspetti:

- 1) la T aria al centro della S1 (+2,6 °C) e S2 (+4,45°C) erano entrambe sempre al di sopra della soglia minima della T minima letale
- 2) la T aria lato della S1 (+1,5 °C) era più bassa di 1,6°C rispetto alla T aria lato della serra S2 (+3,1 °C)

La serra controllo (S2) condotta con le modalità del ciclo aperto, a dispersione dell'acqua, garantiva una maggiore protezione ed affidabilità in termini di risultati conseguiti tali da indurre i coltivatori a perseverare in questa pratica anche se crediamo che sia indispensabile intervenire con soluzioni tecnologiche che consentano agevolmente di limitare l'abuso dei prelievi dai pozzi artesiani.



*La formazione e deposito del ghiaccio nella parte centrale della copertura compresa tra due archi*

## SECONDO CICLO DIMOSTRATIVO

Da gennaio 2010 a marzo 2011

Test n. 3 del 16 - 17 dicembre 2010. Confronto idroserra con tubo Sbrinex (S2) e idroserra con diffusore dinamico (S1), entrambi a ciclo aperto.



*Particolare del diffusore dinamico*



*diffusore in funzione*

Il test condotto per confrontare il rendimento termico dei due metodi messi a confronto è stato molto importante in quanto ho fornito un risultato che attesta una miglior efficienza di questa tecnica rispetto al tubo Sbrinex così come di seguito commentato.

data	hhmm	Temperatura aria esterna media °C	Temperatura aria centro S1 media °C	Temperatura aria centro S2 media °C	Temperatura aria lato S1 media °C	Temperatura aria lato S2 media °C	diff Temperatur a centro esterno/ S1	diff Temperatura centro esterno/ S2	diff T lato esterno / S1	diff T lato esterno / S2
16-dic-10	1800	3,6	7,1	7,4	5,6	5,9	3,5	3,8	2,0	2,3
16-dic-10	1900	2,1	5,3	5,7	3,9	3,9	3,1	3,6	1,8	1,8
16-dic-10	2000	1,1	4,3	4,7	3,4	3,2	3,3	3,6	2,3	2,2
16-dic-10	2100	0,6	4,2	4,5	3,0	3,4	3,6	3,9	2,4	2,7
16-dic-10	2200	0,6	4,2	4,3	3,0	3,3	3,5	3,6	2,3	2,6
16-dic-10	2300	-0,2	3,9	4,0	2,8	3,0	4,1	4,2	3,0	3,2
17-dic-10	0	-0,4	3,8	3,7	2,5	2,8	4,2	4,2	2,9	3,3
17-dic-10	100	-0,5	3,6	3,5	2,4	2,7	4,1	4,0	2,9	3,2
17-dic-10	200	-1,3	3,5	3,3	2,2	2,4	4,8	4,6	3,5	3,7
17-dic-10	300	-1,7	3,4	3,2	2,1	2,1	5,1	4,8	3,7	3,8
17-dic-10	400	-2,2	3,0	3,0	1,8	1,9	5,2	5,1	4,0	4,0
17-dic-10	500	-1,8	2,5	2,7	1,6	1,7	4,4	4,5	3,5	3,5
17-dic-10	600	-1,5	2,3	2,4	1,6	1,6	3,9	3,9	3,1	3,1
17-dic-10	700	-1,6	2,3	2,2	1,5	1,4	3,9	3,8	3,2	3,0
17-dic-10	800	-2,2	2,2	2,1	1,3	1,2	4,3	4,3	3,5	3,4
17-dic-10	900	-0,4	4,3	4,2	3,3	3,1	4,7	4,6	3,6	3,5
17-dic-10	1000	1,5	8,3	8,3	7,1	7,1	6,7	6,8	5,5	5,5
17-dic-10	1100	3,3	10,9	11,9	8,9	10,2	7,6	8,5	5,6	6,9
		<b>-0,1</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>3,3</b>	<b>3,4</b>

Per poter condurre il test è stato necessario adottare la serra n.1 di 15 diffusori dinamici che producono, sul colmo della serra, una dispersione dell'acqua con la formazione di una area irrorata di forma circolare. Le goccioline che si formano nel punto di uscita dal diffusore dinamico hanno un calibro medio di 1,5 – 2 mm pertanto non subiscono deviazioni della loro traiettoria anche in presenza di venti di media intensità. Fenomeno al quale sono invece soggette le goccioline prodotte dai diffusori statici, in uso presso alcune aziende, che hanno un calibro inferiore al mm e pertanto sono soggette a sensibili turbative date da venti anche di modesta intensità in grado di allontanare dal colmo della serra la nube protettiva vanificandone così l'azione antibrina.

La distanza dei singoli irrigatori dinamici è di mt 4 ed il loro raggio di azione, può variare, agendo sulle saracinesche, con il variare della pressioni di esercizio, normalmente si cerca di realizzare una sovrapposizione di 30-40 cm tra i cerchi contigui.

Questa metodica di idroserra permette un indice di copertura delle superfici , a parità di volumi idrici unitari erogati, notevolmente superiore a quello ottenuto con il tubo Sbrinex.

Le portate di ogni singolo irrigatore e quindi di tutto l'impianto vengono già stabilite al momento dell'installazione con l'adozione di ugelli che, in funzione del diametro del foro, hanno delle portate unitarie in litri/ora tali da consentire la distribuzione di un volume di acqua adeguato al fabbisogno calcolato.

Nel nostro caso sono stati adottati i diffusori dinamici con ugelli del diametro di mm 1 che danno una erogazione di circa 300 Lt/ora alla pressione di 0,8 -1 atm con un raggio di gittata di 2,5 – 2,8 mt.

L'alimentazione dell'acqua agli irrigatori , sempre prelevata tramite la pompa sommersa del pozzo artesiano aziendale, viene addotta tramite dei tubi PE pn4 diametro 40 mm, posizionati all'interno della serra e dotati una piccola staffa che permette, grazie alla presenza di un tubicino in politene morbido dello spessore di mm 1 e diametro mm 6 di raccordarsi all'innesto degli irrigatori.

I test effettuati sono stati eseguiti a "ciclo aperto" in entrambi le serre S1 e S2, cioè con il rilascio dell'acqua nell'ambiente. Questa scelta è stata adottata a fronte delle problematiche emerse nella gestione del "ciclo chiuso con recupero e riuso dell'acqua" con l'impiego del tubo Sbrinex (formazione di ghiaccio nelle canalette).

Le portate unitarie degli impianti S1 (diffusori a 360°) e S2 (tubo Sbrinex) sono state sensibilmente ridotte rispetto a quelle adottate nel corso della precedente dimostrazione (2009-2010) dove venivano normalmente utilizzati volumi d'acqua pari a 8,15 mc/ora per passare a volumi di 5,10 mc/ora per la serra S2 e progressivamente ridotti per la serra S1 in forza di motivazione teoriche che si sono poi confermate valide, precisamente:

- a) – 8% nel test del 14/15 dic
- b) – 27% nel test del 15/16 dic
- c) – 22% nel test del 16/17 dic

Il test della notte tra il 14 e 15 dic 2010 è da intendersi come collaudo degli impianti, verifiche dei contaltri e delle portate unitarie.

Infatti l'avvio della pompa P1 è avvenuto alle ore 02 del 15 per un breve intervallo di 1 ora, nel corso del quale la T aria centro S1 (+4,2 °C) è prossima alla T aria centro S2 (+ 4,5°C) con una T aria esterno di + 1,6 °C.

Molto significativo è risultato il test del 16/17 dicembre 2010 dove, come risulta dalla tabella allegata, per diverse ore della notte la T aria esterna si è mantenuta al disotto di 0 gradi per arrivare a toccare un – 2,2 ° alle ore 8 del giorno 17.

L'avvio della protezione antibrina è avvenuto alle ore 22 del 16 per stopparsi alle ore 09 del 17 con un consumo di mc 61,2 per la protezione della S2 e di mc 47,8 per la protezione della S1.

La T media aria centro S1 è sostanzialmente simile a quella della T centro S2 infatti abbiamo + 4,4 ° per S1 e + 4,5 ° per S2 così come sono molto prossime le T aria lato con S1 a + 3,2° e S2 a + 3,4° questa leggera differenza è riconducibile all'assenza dell'acqua sulle pareti laterali della S1 perché, come ben noto, viene intercettata dalle grondaie ivi installate.

Anche nella notte del 15/16 dicembre si sono registrati andamenti simili seppur in presenza di una T aria esterna media sempre al di sopra dei zero gradi (dati disponibili).

I test effettuati con i diffusori dinamici hanno fornito dei risultati molto positivi e testimoniano la netta superiorità di questa metodica, rispetto al tubo Sbrinex, in termini di ottimizzazione dei volumi idrici impiegati, aspetto empiricamente già noto a diversi produttori che recentemente hanno abbandonato il tubo Sbrinex per orientarsi verso gli irrigatori dinamici.

Il risparmio di 14 mc conseguito nel corso del test si traduce in una riduzione dei volumi idrici emunti dalla falda, risparmio che possiamo ritenere nell'ordine del 22-25%, pertanto a parità di rendimento termico, i diffusori circolari, grazie all'elevato indice di copertura della volta e dalla uniformità della stessa, sono da ritenersi molto più performanti del tubo Sbrinex.

**Test n. 4 del 3-4 gennaio 2011: doppia camera realizzata con plastica tipo EVA nell' idroserra S3 con tubo Sbrinex in attività, idroserra S 2 con tubo Sbrinex in attività**

Nota: il test è stato condotto all'interno di una serra, denominata S3, che ha le stesse identiche caratteristiche strutturali della serra S1 e S2, è stata dotata di 3 termometri con data logger impostati al rilevamento della T aria ogni 3 minuti e la restituzione del valore medio ogni 30 minuti, come riportato nella tabella allegata.

Questo test è stato condotto per verificare il rendimento termico che si ottiene accessorizzando una serra con un film plastico così da ottenere la formazione di una doppia camera. La funzione del film e del volume d'aria che occupa la camera superiore è quella di incrementare la temperatura dell'aria nel corso della giornata e di ridurre, nel corso delle ore notturne, le dispersioni per irraggiamento e conduzione/convezione.

La doppia parete, così come compare nelle immagini, è stata realizzata sia come superficie continua in orizzontale, adagiando i teli sui tiranti trasversali, che in verticale sui lati della serra.



*Serra dotata di doppia camera realizzata con film plastico tipo EVA*



*film disteso e adagiato sui tiranti*



*particolare di una sacca di acqua accumulata per effetto dell'umidità dell'aria.*

test idroserra con doppia camera (EVA)				
Data	ore	T aria est.	S. controllo	S. test
03-gen-11	19.00	8,9	9,8	10,5
03-gen-11	19.30	9	9,8	10,5
03-gen-11	20.00	8,8	10	10,6
03-gen-11	20.30	8,3	9,8	10,4
03-gen-11	21.00	8	9,8	10,4
03-gen-11	21.30	8	9,9	10,4
03-gen-11	22.00	8,5	9,8	10,4
03-gen-11	22.30	8	9,6	10
03-gen-11	23.00	7,6	9	9,5
03-gen-11	23.30	7,9	9,1	9,7
03-gen-11	0.00	7,2	8,6	8,9
04-gen-11	0.30	4,3	6,6	7,2
04-gen-11	1.00	5,5	5,2	6,5
04-gen-11	1.30	4	4,7	6,1
04-gen-11	2.00	4,7	6	7,1
04-gen-11	2.30	3,9	5,7	6,7
04-gen-11	3.00	4,4	5,9	6,9
04-gen-11	3.30	5,4	6,3	7,2
04-gen-11	4.00	6,1	6,8	7,6
04-gen-11	4.30	5,4	6,7	7,7
04-gen-11	5.00	5,6	6,9	7,8
04-gen-11	5.30	5,5	7,2	8
04-gen-11	6.00	4,9	6,8	7,5
04-gen-11	6.30	5,1	7,1	7,8
04-gen-11	7.00	5,8	6,9	7,8
04-gen-11	7.30	5,5	7,1	7,8
04-gen-11	8.00	5,2	6,8	7,7
	<b>media</b>	<b>7,4</b>	<b>8,3</b>	<b>9</b>
			diff T media S controllo/T media aria est.	diff T media S test/T media aria est.
			<b>0,9</b>	<b>1,6</b>

I valori registrati nell'intervallo che va dalle ore 19.00 del 3 gennaio alle ore 8.00 del 4 gennaio della T aria serra controllo (S2) e della serra con doppia camera (S3) rispetto alla T aria esterna attestano un modesto rendimento termico indotto dalla doppia camera, che ha prodotto un incremento di soli 0,7 °C , la T media della S2 era di 8,3°C contro la T media della S3 pari a 9 °C .

Nel corso della dimostrazione, che si è protratta per 3 settimane, sono emersi diversi inconvenienti, in particolare dovuti alla l'impossibilità della gestione dei teli stessi che, essendo permanentemente distesi sono il ricettacolo dell'acqua di condensazione che va poi a formare delle grosse e voluminose sacche di accumulo creando un potenziale pericolo per le colture sottostanti nel caso di rottura del telo stesso.

Inoltre si è, come era prevedibile, avuto un incremento del tasso di umidità relativa a causa della impossibilità di operare sulle aperture laterali con un possibile aggravio di attacchi di patogeni certamente favoriti da umidità elevata.

Associando le considerazioni sino qui evidenziate e il peggioramento in termini di ridotta luminosità interna dovuta all'effetto schermante del secondo film, si conviene di ritenere che questa tecnica della doppia camera con film EVA non sia proponibile quale soluzione in grado di migliorare le performance dell'idroserra convenzionale.

**Test n. 5 di gennaio – febbraio 2011: doppia camera con schermo termico e riflettente nella serra S1 con idroserra in pausa a confronto con idroserra S2 in attività**



*Una visione degli schermi termici distesi sull'orditura dei cavetti che li sorreggono.*

Nell'ambito della ricerca in soluzioni alternative all'idroserra convenzionale è stato realizzato un allestimento con schermi termici all'interno della serra 1 (la serra adibita ai test dimostrativi) che consente la creazione di una doppia camera creata dalla presenza dello schermo continuo che veniva disteso in piano e andava a interessare tutta la superficie della serra ad una altezza di cm 240. Nel caso del sito dimostrativo questa altezza è stata ottenuta dotando la serra di una orditura di cavetti in polipropilene del diametro di 1,4 mm, posizionati in senso trasversale con passo di cm. 50.

Per le installazioni ad hoc, così come realizzate in serre della zona dedite al vivaismo orticolo ed alla floricoltura, sono possibili più soluzioni tecnologiche che prevedono l'installazione di una orditura di cavetti di supporto e la totale meccanizzazione delle operazioni di recupero (chiusura) o di apertura (fase di attività) degli schermi stessi in modalità elettro-moto assistite e corredate anche da apparecchiature che ne

consentono la gestione in modo razionale in funzione delle esigenze micro-climatiche delle colture ospitate nella serra (termometri, misuratori dell'intensità luminosa) con lo scopo di sfruttare al massimo le potenziali produttive delle colture sia in termini quantitativi che qualitativi.

Gli schermi termici, come prima accennato, sono già da diversi anni, adottati in quelle realtà produttive più avanzate e attente alla razionale conduzione economica dell'impresa in quanto consentono, grazie alle loro proprietà, di condizionare il microclima e di permettere un sensibile risparmio nei costi sia del riscaldamento che del raffrescamento delle strutture serricole. Le riduzioni dei consumi energetici sono stimati nell'ordine del 40-50 % a seconda delle varie realtà strutturali e ambientali.

L'idroserra test dotata di schermi termici è riconducibile alla tipologia di "serra fredda" così come è l'idroserra convenzionale a ciclo aperto in quanto entrambe non prevedono l'entrata in funzione di generatori di aria calda qualora la T dell'aria interna la serra si avvicinasse alla temperatura minima letale per le coltura in atto.

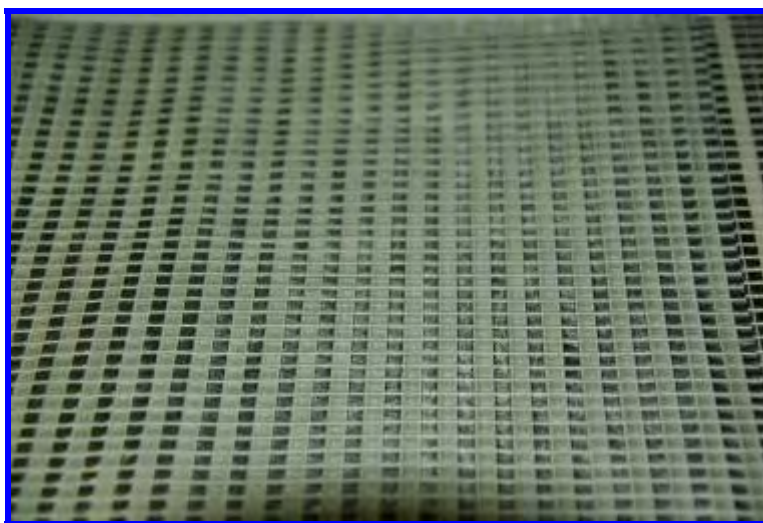
## Gli schermi termici

Gli schermi termici utilizzati per il test erano in materiali già disponibili sul mercato, vengono forniti su misura e ben si adattano a tutte le tipologie di serre e prevedono, tramite un kit di accessori, la completa automazione delle loro gestione.

Grazie ai materiali che li compongono sono in grado di modificare sensibilmente i parametri microclimatici più importanti dell'ambiente serricolo:

- temperatura
- luminosità
- umidità relativa.

La tessitura dello schermo prevede un'alternanza di bandelle in alluminio e di bandelle di plastica trasparente intrecciate da fili di cotone naturale.



*Particolare dell'orditura dello schermo termico*

Ogni bandella è larga mm. 4 e 0,20 mm di spessore. Sono disponibili diverse tipologie di orditura, variando il numero di bandelle in alluminio rispetto al numero delle bandelle in plastica si ottengono effetti termo-luminosi direttamente correlati al rapporto della superficie occupata da queste due componenti. Se aumenta la presenza delle bandelle trasparenti aumenta la percentuale di luce trasmessa e si riduce in proporzione l'azione termoregolatrice, viceversa se aumenta la presenza delle bandelle di alluminio. Questi

gradienti sono ben documentati e permettono agli utilizzatori di fare una scelta oculata in funzione delle esigenze colturali delle coltivazioni ospitate nelle serre.

Per la nostra dimostrazione è stato scelto il tipo intermedio catalogato come PH 55 FP prodotto dalla società BONAR BV (Olanda), che genera un 55% di ombreggiamento, è stabilizzato agli UV, ignifugo, peso: 84 gr al mq.

Da testimonianze dirette è emerso che questo schermo se installato in serra calda, permette un incremento di 5°C della T aria serra e previene la formazione di condensa mantenendo asciutte le colture con grande beneficio ai fini della prevenzione verso i tanti patogeni favoriti dall'umidità ambientale.

In merito alla verificata e confermata proprietà degli schermi termici di ridurre il tasso di umidità dell'aria sin dalle prime ore del mattino è molto importante confrontare il calendario di difesa della serra 1 rispetto al calendario della serra 2 come più avanti commentato.

Lo schermo termico è stato realizzato posizionando n.4 teli in senso longitudinale in ogni arcata per un totale di 12 teli larghi mt 2,15 e lunghi mt 66. La superficie totale dello schermo è di mq 1.485 coincidente con la superficie totale della serra.



*Copertura trattata con latte di calce, pratica resa necessaria per limitare l'eccessivo irraggiamento solare estivo che provoca elevate temperature dell'aria, con conseguenze sulla qualità del polline e danni per fisiopatie ai frutti (scottature).*

La presenza dello schermo rende superflua la pratica della “calcitazione” o “imbiancatura” della copertura della serra, infatti sfruttando la proprietà riflettente dell’alluminio, avremo una riduzione delle intense radiazioni solari estive che colpirebbero le colture, il terreno e le strutture di ferro, sortendo un beneficio in termini di riduzione della temperatura dell’aria.

Nel periodo invernale e primaverile, durante la giornata, i teli che compongono lo schermo termico sono raccolti a soffietto nella zona centrale dell’arcata. Questa operazione, anche se eseguita manualmente, avviene con relativa facilità in quanto tramite una serie di cavetti che permettono di operare simultaneamente su tutto il lato lungo del telo, si conclude in 25-30 minuti per una superficie di circa 1500 mq.

La raccolta dei teli si rende necessaria al fine di non ostacolare la penetrazione della luce all’interno della serra, che sappiamo essere un fattore di basilare importanza per quanto riguarda la predisposizione alla fioritura e dell’allegagione dei frutti.

Al contrario, nel periodo estivo, con l’innalzarsi delle temperature diurne si sfrutta la proprietà “rinfrescante” dello schermo ed è possibile data l’elevata intensità delle radiazioni solari proteggere le colture, nel nostro caso il pomodoro, dagli eccessi radiativi. In questo modo si riducono gli stress fisiologici dovuti agli eccessivi sbalzi termici tra il giorno e la notte a tutto vantaggio della produzione.

**Rendimento dello schermo termico a confronto con idroserra convenzionale (tubo Sbrinex). Test del 24/25 febbraio 2011.**

Successivamente all'installazione, nella serra S1, dei teli che compongono lo schermo termico sono iniziati i rilievi strumentali. Di seguito riportiamo i dati raccolti nella notte del 24-25 febbraio, caratterizzata da basse temperature.

	Ora	T aria est.	T centro s1	T centro s2	T lato s2	T lato s1
24/02/2011	19	5,7	11,3	9,1	8,0	10,8
24/02/2011	20	5,2	9,2	6,9	5,5	8,4
24/02/2011	21	4,3	8,0	5,5	4,4	7,3
24/02/2011	22	3,7	6,5	5,2	4,1	5,9
24/02/2011	23	3,3	5,5	4,6	3,4	4,8
24/02/2011	24	3,0	4,5	3,9	2,7	3,9
25/02/2011	1	2,9	4,6	3,8	2,9	3,7
25/02/2011	2	2,5	5,5	4,4	3,5	4,4
25/02/2011	3	1,8	5,4	4,5	3,5	4,2
25/02/2011	4	1,5	5,3	4,4	3,5	4,2
25/02/2011	5	1,8	5,0	4,2	3,3	3,8
25/02/2011	6	1,5	4,9	4,1	3,3	3,6
25/02/2011	7	0,1	4,5	3,8	3,0	3,3
25/02/2011	8	1,9	5,1	6,5	4,7	3,7
25/02/2011	9	5,4	10,1	12,7	13,4	9,8
25/02/2011	10	9,2	21,2	19,0	18,6	20,4
media		3,4	7,3	6,4	5,5	6,4

Lo schermo è stato disteso dalle ore 16,30 alle ore 17,00, l'avvio della pompa 1, a servizio solo della serra S2 è avvenuto alle ore 23 del 24/2 con stop alle ore 8 del 25/2 con una durata di ore 9 ed un consumo di 55 metri cubi transitati sulla idroserra S2. L'impianto antibrina sulla S1, invece, è rimasto in pausa.

E' da notare che l'azione termoregolatrice dello schermo ha già prodotto una riduzione delle perdite per irraggiamento sin dalle prime ore della sua entrata in funzione, infatti alle ore 19 la T aria centro e T aria lato della S1 erano sempre più alte di 1 – 1,5 ° C dei corrispettivi valori della S2.

In particolare nell'intervallo ante avvio pompa la T S1 era maggiore della T S2 di + 1,8° C mentre nell'intervallo di attività idroserra la T S1 era maggiore della T S2 di + 0,6 °C.

periodo ante avvio pompa						
	Ora	T aria est.	T centro s1	T centro s2	T lato s2	T lato s1
24/02/2011	19	5,7	11,3	9,1	8,0	10,8
24/02/2011	20	5,2	9,2	6,9	5,5	8,4
24/02/2011	21	4,3	8,0	5,5	4,4	7,3
24/02/2011	22	3,7	6,5	5,2	4,1	5,9
24/02/2011	23	3,3	5,5	4,6	3,4	4,8
media		4,4	8,1	6,3	5,1	7,4
periodo attività pompa						
	Ora	T aria est.	T centro s1	T centro s2	T lato s2	T lato s1
24/02/2011	23	3,3	5,5	4,6	3,4	4,8
24/02/2011	24	3,0	4,5	3,9	2,7	3,9
25/02/2011	1	2,9	4,6	3,8	2,9	3,7
25/02/2011	2	2,5	5,5	4,4	3,5	4,4
25/02/2011	3	1,8	5,4	4,5	3,5	4,2
25/02/2011	4	1,5	5,3	4,4	3,5	4,2
25/02/2011	5	1,8	5,0	4,2	3,3	3,8
25/02/2011	6	1,5	4,9	4,1	3,3	3,6
25/02/2011	7	0,1	4,5	3,8	3,0	3,3
25/02/2011	8	1,9	5,1	6,5	4,7	3,7
media		2,0	5,0	4,4	3,4	4,0

Grazie alla termoregolazione della serra indotta dallo schermo termico, per la notte del 24/25 febbraio 2011 è stato reso possibile un risparmio di 370 mc. di acqua per ettaro di serra, confermando lo schermo termico come una valida alternativa all'idroserra convenzionale, così come si è via via riconfermato per tutte le nottate che hanno richiesto l'avvio dell'idroserra convenzionale.

Riportiamo, come dato aggregato che, nel corso del mese di febbraio 2011, il sistema idroserra della S2 è entrato in funzione nel corso di sette nottate, per un totale di 67 ore di attività.

Questi interventi che hanno necessitato di un prelievo di 41,1 mc di acqua per ogni ora di attività, hanno dato un consumo totale per il mese di febbraio di ben 2.754,4 mc.

**Il consumo di acqua usato a scopo antibrina, per 1 ettaro di serre, nel corso del mese di febbraio 2011 ha determinato il prelievo di circa 18.500 metri cubi di acqua, un enorme volume d'acqua che supera di gran lunga il fabbisogno totale irriguo annuale di un ettaro di serra che possiamo individuare in 5.000 – 7.000 metri cubi.**

La conduzione in alternativa, resa possibile con il ricorso agli schermi termici ha confermato la sua validità così come risulta dai dati dimostrativi acquisiti, offrendo quindi una soluzione oltremodo auspicabile in difesa della risorsa idrica profonda, che sappiamo essere un bene unico, limitato e da tutelare con la massima risolutezza.

I produttori dovranno soppesare con molta attenzione gli indubbi vantaggi apportati dalla installazione degli schermi termici alluminati, sia dal lato della loro reale e praticabile alternativa all'idroserra nel corso del periodo invernale, che dai vantaggi derivanti dall'azione rinfrescante nel periodo primaverile-estivo.

## **Conto economico e confronto tra l'idroserra con imbiancatura e lo schermo termico.**

Per esprimere un giudizio di convenienza su basi economiche si riportano alcuni dati che sono utili per poter fare, anche se in modo sintetico, un raffronto dei costi derivanti dall'installazione dello schermo termico alternativo all'idroserra e alla imbiancatura estiva delle coperture.

Le condizioni climatiche tipiche dell'area mediterranea obbligano, i produttori che intendono sfruttare gli apprestamenti serricoli anche nel corso del ciclo estivo, ad approntare degli accorgimenti tesi alla mitigazione dell'eccesso di surplus energetico (calore da irraggiamento solare) che si viene inevitabilmente a creare all'interno delle serre.

E' noto che le condizioni micro climatiche della serra, in particolare temperatura, umidità, luminosità che condizionano in modo significativo i processi fisiologici delle piante, e il loro controllo sono determinante ai fini di ottenere dei buoni risultati produttivi sia sul piano quantitativo che qualitativo.

In merito al parametro "temperatura aria interna" le condizioni climatiche medie estive del Sud Pontino fanno sì che sia facilmente raggiunto e superato il livello di tolleranza della T max biologica che varia da un minimo di + 28°C a un massimo di 34° C a seconda delle specie coltivate. Il superamento di queste soglie, con episodi frequenti e prolungati nel corso della fase produttiva, provoca la comparsa di evidenti sintomi di stress e riduzioni delle performance produttive per mancata allegagione, minor pezzatura dei frutti, rallentamento delle attività metaboliche delle piante. Inoltre è frequente la comparsa di fisiopatie correlate all'eccesso di calore: marciume apicale, ustione da colpo di sole, etc.

Questi aspetti hanno trovato una significativa conferma a livello di produzione ottenuta nelle parcelle di pomodoro cv Caramba presenti nella S1 (termo-igro-regolazione operata dallo schermo) a partire dal mese di febbraio 2011 sino a fine ciclo (26 giugno) confrontata con la produzione delle serra S2 termoregolata dall'imbiancatura.

**Dai dati di raccolta risulta che l'incremento di produzione è risultato essere del 16,25% come riportato nella tabella che segue:**

	Serra 1 con schermo termico	Serra 2 con imbiancatura	Differenza di produzione
Produzione Kg per 1000 m <sup>2</sup>	14.730	12.670	+ 2.060 ( + 16,25 % )
Produzione per pianta in kg	5,45	4,69	+ 0,76

*Produzioni in kg per 1000 m<sup>2</sup> e kg per pianta del pomodoro "cv. Caramba" – anno 2011- nei due sistemi colturali a confronto*

Inoltre, nel corso dei controlli quotidiani, si è potuto constatare, già dal momento in entrata in funzione dello schermo e per tutto il periodo vegeto-produttivo, un sensibile calo della umidità relativa dell'aria della serra 1 rispetto alla serra 2, attestata da una scarsa se non assente bagnatura delle foglie sin dalle prime ore del mattino. Questa proprietà dello schermo ha reso possibile una riduzione degli interventi di difesa fitosanitaria in particolare nei confronti delle malattie provocate da agenti patogeni fungini e batteriosi.

Come riportato nelle tabelle che seguono, **si noti il minor numero di interventi nella S1 rispetto alla S2: n. 8 interventi anziché 11, con un risparmio di prodotti e costi accessori di 124,8 euro pari al 36,3% ed un risparmio in termini ambientali di 3,4 Kg di fitofarmaci / 1000 mq.** E' importante notare che è stato evitata l'applicazione di sali rameici, resa possibile dall'assenza di condizioni climatiche favorevoli a batteriosi.

La riduzione dei trattamenti, oltre ad un evidente e immediato vantaggio economico si riflette quindi sul piano ambientale in quanto consente di ridurre gli apporti di sostanze di sintesi (principi attivi) nell'ambiente con tutti i benefici che ne derivano a livello di ambiente, inoltre semplificare il calendario di difesa significa un minor residuo sui frutti con la possibilità di offrire sul mercato un prodotto certamente più salubre e sicuro.

Serra Sustgreenhouse (S1) Trattamenti fungicidi e insetticidi, per 1000 m <sup>2</sup>						
Data	Tipologia	Nome commerciale		dose Kg x 1000 mq	listino euro kg / lt	costo intervento €
07/03/11	f + i	Ridomil gold R	Metalaxil puro g 3,5 = 49g/L; Rame metallico 18,5 g= 259g/L	0,2	14	2,8
		Biobit DF	Btk, ceppo HD-1 sierotipo 3a3b; g 6,4 (potenza 32000 UI/mg di formulato)	0,15	24	3,6
09/04/11	f	Curzate RWG 12193	Cimoxanil puro 4,2g; Rame metallico 39,75g	0,2	11	2,2
19/04/11	f	Curzate RWG 12194	Cimoxanil puro 4,2g; Rame metallico 39,75g	0,2	11	2,2
23/04/11	f	Ridomil gold R	Metalaxil-m puro g 2,4; Rame metallico g 40	0,2	14	2,8
27/04/00	f	Cabrio duo	Pyraclostrobin g 3,8 + dimetomorf g 6,9	0,2	28	5,6
	i	Affirm	Abanectina benzoato puro 0,95g	0,15	33	4,95
07/05/2011	f + i	Cuproxat		0,3	6,5	1,95
	i	Biobit DF	B t K, ceppo HD-1 sierotipo 3a3b; g 6,4 (potenza 32000 UI/mg di formulato)	0,1	24	2,4
14/05/2011	i	Biobit DF	B t K, ceppo HD-1 sierotipo 3a3b; g 6,4 (potenza 32000 UI/mg di formulato)	0,1	24	2,4
26/05/2011	i	Lepinox	B t K	0,1	25	2,5
<b>costo totale presidi fitosanitari</b>						
<b>legenda: f = fungicidi, i = insetticidi</b>				<b>totale</b>	<b>1,9</b>	<b>/ 33,4</b>

Serra controllo ( S2) Trattamenti fungicidi e insetticidi, per 1000 m <sup>2</sup>						
Data	Tipologia	Nome commerciale		dose Kg x 1000 mq	listino euro kg / lt	costo intervento €
20/02/2011	f	Coprantol	rame metallo 40%	3	9	
07/03/11	f	Ridomil gold R	Metalaxil puro g 3,5 = 49g/L; Rame metallico 18,5 g= 259g/L	0,2	14	2,8
15/03/11	f	Ridomil gold R	Metalaxil puro g 3,5 = 49g/L; Rame metallico 18,5 g= 259g/L	0,2	14	2,8
	i	Biobit DF	Btk, ceppo HD-1 sierotipo 3a3b; g 6,4 (potenza 32000 UI/mg di formulato)	0,15	24	3,6
09/04/11	f	Curzate RWG 12193	Cimoxanil puro 4,2g; Rame metallico 39,75g	0,2	11	2,2
19/04/11	f	Curzate RWG 12194	Cimoxanil puro 4,2g; Rame metallico 39,75g	0,2	11	2,2
23/04/11	f	Ridomil gold R	Metalaxil-m puro g 2,4; Rame metallico g 40	0,2	14	2,8
27/01/00	f	Cabrio duo	Pyraclostrobin g 3,8 + dimetomorf g 6,9	0,2	28	5,6
04/04/11	f	cabrio duo	Pyraclostrobin g 3,8 + dimetomorf g 6,9	0,2	28	5,6
	i	Affirm	Abanectina benzoato puro 0,95g	0,15	33	4,95
07/05/2011	f	Cuproxat		0,3	6,5	1,95
	i	Biobit DF	B t K, ceppo HD-1 sierotipo 3a3b; g 6,4 (potenza 32000 UI/mg di formulato)	0,1	24	2,4
14/05/2011	i	Biobit DF	B t K, ceppo HD-1 sierotipo 3a3b; g 6,4 (potenza 32000 UI/mg di formulato)	0,1	24	2,4
26/05/2011	i	Lepinox	B t K	0,1	25	2,5
<b>costo totale presidi fitosanitari</b>				<b>totale</b>	<b>5,3</b>	<b>/ 41,8</b>

*Confronto dei costi per la difesa fitosanitaria del pomodoro cv. Caramba nel ciclo colturale 2011*

	<i>Serra 1</i>	<i>Serra 2</i>
Numero dei trattamenti	8	11
Costo dei fitofarmaci	33,4	41,8
Costo m.opera+macchine	320	440
Totale	353,4	481,8
Differenza		+ 128,4

*n.b.: la tariffa applicata per trattamento, comprensiva di operatore e macchina è di euro 40,0 di cui euro 20,0 di mano d'opera ed euro 20,0 di macchina.*



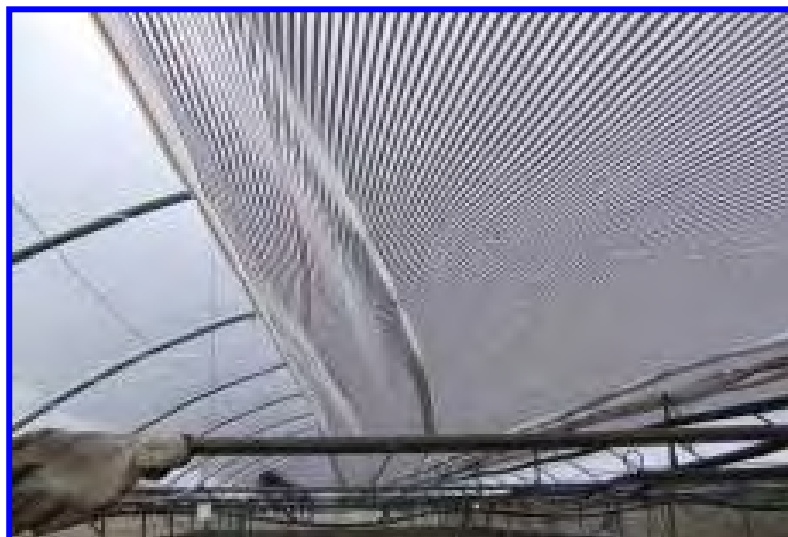
*Serra 1: effetto dello schermo ai fini del microclima, che ha consentito un sensibile risparmio di fitofarmaci*



*Serra 2: evidenti attacchi di patogeni fungini nonostante una maggior apporto di fitofarmaci rispetto alla serra 1*

**Materiali e costi accessori dell'idroserra per una superficie di 1500 mq**

<u>materiali</u>	Prezzo(€)	<u>Quota ammortamento annuale (€)</u>
tubo sbrinex mt. 200 x 0,50 €	100	
tubo PE + raccordi+ saracinesche	100	
mano d'opera per montaggio ore 20 x 7	140	
materiali vari	50	
<b>Totale materiali ( da ammortizzare in anni 10)</b>	<b>390</b>	<b>39</b>
<u>Quota ammortamento pozzo + centralina start/stop</u>		50
<u>Consumi ENEL per 250 ore di attività</u>		100
<u>Sorveglianza e assistenza Ore 25 x 7,00</u>		175
<u>Imbiancatura estiva della copertura</u>		
<u>Materiali</u>		50
<u>mano d'opera : ore 2 x 7,0</u>		14
<u>pompa irroratrice: ore 1 x 25</u>		25
<u>Costo ammortamento anno</u>		453
<u>VALORE ( COSTO) di 7000 / 8000 metri cubi d'acqua</u>		<b>?</b>



*Schermo termico in fase di apertura*

## Materiali e costi di gestione per schermo termico di 1500 mq

### Bilancio sintetico per allestimento a movimentazione manuale

<u>materiali</u>	Prezzo (€ ) iva comp.	Quota ammortamento annuale ( € )
Telo in alluminio tipo PH 55 FP Carrucole di testata, tubolare zincato, fili di supporto in poliestere trasparente, clips, ganci, misura e taglio dei teli	Garanzia del fornitore: anni 6 Durata tecnica: anni 10 4.200	420
<u>Preparazione materiali e montaggio:</u> <u>ore 40 x 7.0</u>	280	28
Gestione e movimentazione teli periodo invernale ( antibrina) Previste 25 interventi x ore 1 x 7.0		175
<u>Totale costo per ciclo invernale</u>		623
Gestione e movimentazione teli periodo primavera-estate( raffrescamento) Previsti 10 interventi x ore 1 x 7.0		70
Totale costi gestione invernale+ estiva		693
Incremento della produzione lorda vendibile +10% ( pomodoro prod.media:15 t su 1000 mq) = 1,5 T x € 600 = 900 Riduzione dei costi di difesa chimica		900* 100*
Saldo annuale della gestione economica dello schermo termico		<b>+ euro 307</b>

\*n.b.: l'incremento della produzione è indicato con % cautelativo, nella realtà sono confermati incrementi superiori, così come la minor spesa della difesa fitosanitaria

Bilancio sintetico con allestimento a movimentazione assistita

<u>materiali</u>	Prezzo (€ ) iva comp.	Quota annuale ( € )
Telo in alluminio tipo PH 55 FP, motori Ridder/De geer, con fine corsa, riduttori, carrucole di testata, tubolare zincato, fili di supporto in poliestere trasparente, clips, ganci, misura e taglio dei teli	Garanzia del fornitore: anni 6 Durata tecnica: anni 10 8.000	820
<u>Preparazione materiali e montaggio:</u> <u>ore 60 x 7.0</u>	420	42
Gestione e movimentazione teli periodo invernale ( antibrina) Previste 25 interventi x minuti 6 = ore 2,30 x 7.0		17,5
<u>Totale costo per ciclo invernale</u>		<u>879,5</u>
Gestione e movimentazione teli periodo primavera-estate( raffrescamento) Previsti 10 interventi = ore 1 x 7.0		7
<u>Totale costi gestione invernale+ estiva</u>		<u>886,5</u>
Incremento della produzione lorda vendibile +10% ( pomodoro prod.media:15 t su 1000 mq) = 1,5 T x € 600 = 900 Riduzione dei costi di difesa chimica		900 100
Saldo annuale della gestione economica dello schermo termico		<b>+ euro 113,5</b>

## Riepilogo finale a commento dei risultati ottenuti

I test effettuati nel corso del triennio di dimostrazione hanno fornito delle informazioni molto importanti da considerarsi come un valido supporto per ulteriori approfondimenti in materia di idroserra.

Ci preme richiamare l'attenzione in merito all'aspetto più importante che sta alla base di questa pratica che non dobbiamo aver timore di definire come fortemente impattante sul piano ambientale, con uno spreco di ingenti volumi di acqua di falda prelevati praticamente a "costo zero" e di cui si vuol ignorare il loro valore in termini di un bene limitato, unico ed irriproducibile.

Questa breve premessa è un monito a coloro che, a vario titolo, sono e lo saranno ancor più coinvolti nel prossimo futuro a dover affrontare con assunzione di responsabilità le necessarie decisioni da adottare al fine di mitigare le incalcolabili ricadute impattanti sul Territorio Pontino e sulla sua economia.

Alcune soluzioni che abbiamo descritto e commentato nei risultati ottenuti sono facilmente adottabili dai serricoltori come l'abbandono del tubo Sbrinex a vantaggio dei diffusori dinamici (vedi test n. 3).

Altre alternative all'idroserra convenzionale richiedono ulteriori analisi e studi. In particolare, in tema di recupero e riciclo dell'acqua, restano da verificare le seguenti proposte:

- l'inserimento di scambiatori ipogei di calore realizzati in tubazioni di plastica corrugata posizionati a 50 -100 cm di profondità nel terreno, all'interno della serra, inseriti nel tratto tra la vasca di recupero e l'impianto diffusore. In questo modo si ipotizza che è possibile, incrementando di alcuni gradi la temperature dell'acqua per azione del calore del terreno che sappiamo avere una temperatura costante che oscilla da + 15 a + 18°C. Sarà così possibile evitare gli inconvenienti insorti nel corso dei test n. 1 e n. 2 con la formazione di ghiaccio nelle canalette di grondaia.
- Un aumento del volume dell'invaso dell'acqua di recupero associata alla realizzazione di un percorso a cielo aperto di "caldane" ottenute sfruttando la canalizzazione aziendale opportunamente adeguate allo scopo.
- Adeguare l'assetto dell'invaso in modo da poter conservare almeno il 40 - 60 % dell'acqua prelevata dal pozzo e destinata allo smaltimento, trattenendo questi volumi recuperati in vasca e miscelati con volumi ridotti provenienti dal pozzo aziendale.

- Adozione di serre con maggiore cubatura e quindi maggiore inerzia termica, ciò è già fattibile e lo attesta la realizzazione di nuovi apprestamenti serricoli in corso presso alcune aziende locali, che hanno optato per la posa di strutture più alte, con m 3 – 3,5 in gronda e m 4,4 – 5 in colmo.
- L'adozione di schermi ad azione termica, in alternativa a quelli termico-riflettenti (vedi test n. 5 ) che presentano il vantaggio di essere più economici (1,2 €/mq contro 4–4,2 €/mq) e quindi potrebbero incontrare il favore dei produttori restii ad investimenti onerosi, anche se è bene sottolineare che gli schermi a doppia azione si sono confermati validi sia sul piano tecnico che economico così come risulta dal test n. 5.

Certamente sono possibili altre soluzioni, quelle riportate hanno il vantaggio che non implicano alcuna ricaduta negativa a livello di impatto ambientale ed escludono il riscaldamento della serra con il consumo di fonti energetiche da combustibili (gasolio, gas GPL, metano) che rilasciano CO<sup>2</sup>, anidride carbonica, nell'aria, uno dei gas che contribuisce al surriscaldamento del pianeta per l'ormai a tutti noto "effetto serra".

## **RINGRAZIAMENTI**

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto "SUSTGREENHOUSE - La serra sostenibile: azione dimostrativa per una serricoltura intensiva a zero emissioni" (LIFE07 ENV/IT/000516), nel mese di novembre del 2011. Maggiori informazioni si possono reperire sul sito [www.sustgreenhouse.eu](http://www.sustgreenhouse.eu) .

Si ringrazia in particolare il Programma LIFE+ che ha permesso la realizzazione del progetto co-finanziandolo al 50%.

## **AUTORI**

Stefano Poppi – Dottore in Scienze Agrarie – Università di Bologna - DISTA

Stefano Zanini – consulente Agronomo – Università di Bologna - DISTA

Paolo Onorati – ARSIAL Servizio SIARL

Revisione ed editing Stefano Carrano – ARSIAL Servizio STQ