

Arboreto da legno a ciclo breve per la produzione di biomassa legnosa a scopo energetico (SRF: Short Rotation Forestry)

In un'area di circa 1 ha di superficie, indicata in planimetria con la lettera "h", è stato realizzato un arboreto da legno a ciclo breve, cioè una *Short Rotation Forestry*, per la produzione di biomassa a scopo energetico. In questi tipi di impianti le specie generalmente impiegate sono i *Salix ssp.*, il *Populus alba* e la *Robinia pseudoacacia*. In questo specifico caso la specie impiegata è stata la *Robinia pseudoacacia* (Foto 5) perchè, a fronte di una produzione sensibilmente inferiore in termini di biomassa, essa presenta delle caratteristiche di estremo interesse per un impianto di tale tipo realizzato nell'azienda in questione.

Tali caratteristiche sono:

- elevata resistenza agli attacchi parassitari che permette di evitare i trattamenti fitosanitari;
- capacità da parte della pianta di fissare l'azoto atmosferico mediante simbiosi con batteri del genere *Rhizobium*, permettendo così di non dover ricorrere all'apporto di concimazioni organiche o chimiche;
- forte capacità pollonifera;
- resistenza delle ceppaie ai marciumi che permette di mantenerne inalterata la capacità pollonifera nel tempo, anche dopo gli inevitabili danneggiamenti subiti durante le utilizzazioni;
- fortissima competitività di questa specie nei confronti delle infestanti erbacee che consente di non dover effettuare i diserbi;
- resistenza a periodi di siccità.

I turni di utilizzazione sono ridotti ad appena due o tre anni. Essi comportano l'asportazione di piante giovani con un elevato rapporto in termini di massa di rami e corteccia rispetto alla massa lignificata, con conseguente impoverimento del terreno per quanto riguarda le sostanze minerali disponibili. Tuttavia è proprio la fissazione dell'azoto atmosferico tipica della robinia ad impedire che il

terreno si impoverisca eccessivamente, almeno per quanto riguarda questo nutriente.

Realizzazione dell'impianto

Preparazione del terreno: le lavorazioni sono le stesse indicate per le siepi frangivento e per l'arboreto a ciclo medio, solo che in tale caso la concimazione viene evitata per non stimolare lo sviluppo delle infestanti. Non è stato infatti utilizzato il film pacciamante, ma si è proceduto con diserbo meccanico e chimico durante la stagione vegetativa corrispondente all'anno di impianto.

Successivamente la robinia era già abbastanza sviluppata da non necessitare di alcun ulteriore trattamento per contrastare le infestanti.

Materiale vivaistico impiegato: sono stati messi a dimora semenzali di 1 anno con pane di terra.

Messa a dimora dei semenzali: è stata effettuata per file singole, in modo da ottenere un miglior controllo meccanico delle infestanti. La distanza tra le file è di 1,50 m, mentre sulla fila le piantine sono state disposte ad 0,80 m l'una dall'altra. Si è ottenuta così una densità di impianto di 8.333 piante/ettaro. La distanza di 1,5 m tra le file ha permesso la sarchiatura con le ordinarie macchine in dotazione all'azienda.

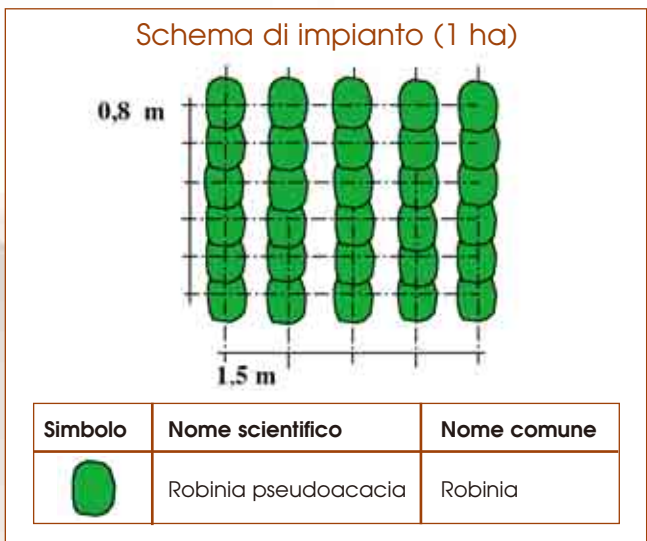


Foto 5. Arboreto di robinia a ciclo breve

I CANTIERI DI RACCOLTA E DI PRIMA TRASFORMAZIONE DELLA BIOMASSA LEGNOSA

L'impianto specializzato nella produzione di biomassa legnosa a media rotazione è, dal punto di vista del prodotto ottenibile, più versatile dell'impianto a corta rotazione. Infatti, mentre quest'ultimo consente di ottenere soltanto legno nella forma di cippato, il primo consente di produrre, a seconda delle esigenze, sia legno in forma di cippato sia legno in forma di ciocchi da stufa. Questo è permesso dalle maggiori dimensioni raggiunte dalle piante al momento del taglio, piante appartenenti comunque sempre a specie che producono legno duro. Il cantiere di raccolta e le modalità di stagionatura e stoccaggio della biomassa legnosa ottenuta si diversificano quindi a seconda della tipologia di prodotto finale che si intende ricavare.

Produzione di ciocchi da stufa

Per la produzione di questo assortimento è conveniente allestire in campo un cantiere semimeccanizzato, che consenta di ridurre il più possibile la manodopera impiegata.

Le fasi del cantiere sono:

1. abbattimento;
2. sramatura;
3. depezzatura;
4. trinciatura, imballaggio o cippatura della ramaglia;
5. taglio e fenditura dei tronchi alle dimensioni finali volute.

1. Abbattimento

Può essere effettuato in due modi:

- a. abbattimento manuale realizzato da due operatori con l'uso di una motosega: un operatore abbatte la pianta mentre l'altro ne direziona la caduta;
- b. abbattimento meccanizzato mediante l'uso di abbattitrici o di cesoie meccaniche applicate al braccio di un escavatore.

In entrambi i casi le piante andranno disposte perpendicolarmente all'asse di ciascun filare, cercando di non intricarne tra loro le chiome (Figura 1).



Figura 1. Cantiere di abbattimento

2. Sramatura

Può essere eseguita soltanto manualmente, con l'uso della motosega (Foto 6).

La ramaglia viene disposta in un'andana dove successivamente verrà o cippata, o trinciata, o imballata con apposite macchine (macchina 1 in Figura 2).



Foto 6. Sramatura manuale

3. Depezzatura

Sempre manualmente, con l'uso della motosega, si tagliano i lunghi tronchi sramati in tronchetti di 2-3 metri. In questo modo possono essere sollevati ed inseriti senza difficoltà nella macchina combinata taglia-spacca. Con questi tronchetti si crea un'andana come illustrato nella Foto 7.



Foto 7. Andana di tronchi sramati

4. Trinciatura, imballatura o cippatura della ramaglia

Come si vede nello schema del cantiere di lavoro illustrato in Figura 2, l'andana di ramaglie ottenuta dalle fasi di sramatura e depezzatura può andare incontro a varie destinazioni: a seconda della dotazione di macchine disponibili e delle diverse produzioni desiderate, i rami e i cimali prodotti possono essere infatti o cippati, o trinciati, o imballati.

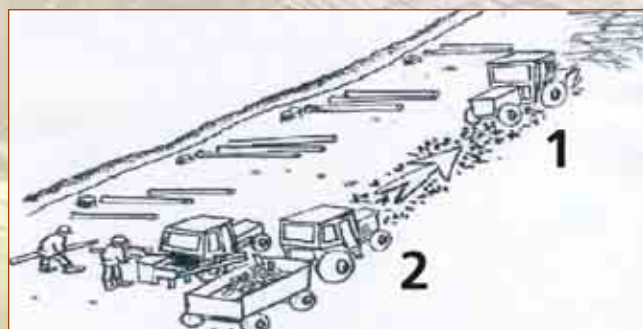


Figura 2. Schema del cantiere di lavoro

5. Taglio e fenditura dei tronchi

Successivamente si entra in cantiere con la macchina combinata taglia-spacca portata sul sollevatore a tre punti di un trattore; un operatore porta ciascun tronchetto alla macchina, mentre l'altro la aziona sezionando e spaccando gli stessi (Foto 8). I ciocchi di legna così ottenuti vengono trasportati da un nastro sul cassone di un rimorchio (Foto 9) che transita parallelo alla taglia-spacca (macchina 2 in Figura 2).



Foto 8. Taglia-spacca in azione



Foto 9. Particolare della macchina taglia-spacca

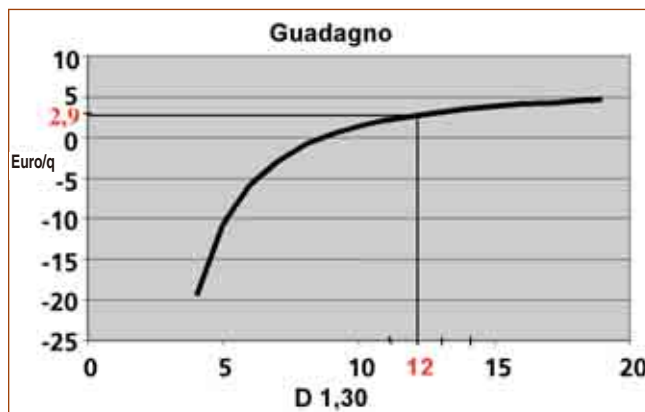
Bilancio Tecnico – Economico

Un cantiere di questo tipo, formato da due operatori che utilizzano le macchine in precedenza descritte, è stato ideato e coordinato dal dott. Raffaele Spinelli dell'IVALSA-CNR di Sesto Fiorentino (FI) nel marzo 2002 a Montecchio Precalcino, nel corso di una prova sperimentale volta a determinare i costi ed i ricavi nell'utilizzazione di filari specializzati per la produzione di biomassa.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

- il costo di tutte le operazioni, rapportato all'unità di peso della biomassa, varia con il variare del diametro delle piante considerate; fissando un prezzo di vendita dei ciocchi di legna ad 11 €/quintale, considerando i costi della manodopera e delle macchine impiegate (comprensivi delle somme di ammortamento delle stesse),

si ottiene che il guadagno netto unitario passa da 1 €/quintale per piante con diametro di 9 cm a 5 €/quintale con piante del diametro di 19 cm (Spinelli e Nati, 2001).



Nelle siepi campestri della pianura veneta il diametro medio di polloni di platano e olmo aventi 5 anni di età si attesta attorno ai 12 cm a petto d'uomo (ceppaie di 5 anni con 3-4 polloni).

Sempre dallo studio effettuato nel cantiere sperimentale di Montecchio Precalcino nel marzo del 2002, il dott. Spinelli ha ricavato un grafico che rappresenta il modo con cui varia il guadagno unitario (€/quintale) al variare del diametro delle piante considerate.

Dal grafico si deduce che con diametri di 12 cm il guadagno unitario, ottenuto dalla vendita della legna al prezzo di 11 €/quintale, si attesta sui **2,9 €/quintale**. La produttività dell'utilizzazione al primo turno dell'arboreto a media rotazione è stata stimata attorno ai 1.250 quintali/ettaro, che si riduce a circa 875 quintali/ettaro non considerando cimali e ramaglie (pari a circa il 30% della massa legnosa derivante dal taglio).

Il guadagno netto riferito ad un ettaro di arboreto di questo tipo, al primo turno, e con un diametro medio delle piante di 12 cm, può essere quindi stimato pari a: **2,9 x 875 = 2.537,50 €/ettaro**.

Produzione di legno cippato

Nel caso si voglia ottenere biomassa legnosa in forma di cippato, il cantiere può essere completamente meccanizzato.

Le fasi del cantiere sono:

1. abbattimento;
2. concentrazione in piazzale di cippatura;
3. cippatura.

1. Abbattimento

Può essere effettuato in due modi:

- abbattimento manuale realizzato da due operatori con l'uso di una motosega: un operatore abbatte

la pianta mentre l'altro ne direziona la caduta;

- abbattimento meccanizzato mediante l'uso di abbattitrici o di cesoie meccaniche applicate al braccio di un escavatore o alla gru di un trattore agricolo.

Considerando la produttività di una abbattitrice a cesoia applicata su trattore agricolo pari a 60 quintali/ora, per abbattere e riunire in cataste 1.250 quintali di biomassa legnosa (la produttività dell'arboreto al primo turno) occorrono 20,83 ore di lavoro.

Se il costo orario della macchina è di 70 €/ora, la spesa totale per l'abbattimento di 1 ettaro di arboreto e la riunione in fasci delle piante abbattute è di circa 1.460 €.

2. Concentramento in piazzale di cippatura

Può essere effettuato con una pala meccanica munita di forcone anteriore.

Il costo di tale operazione si attesta sui 0,52 €/quintale, quindi 650 €/ettaro.

3. Cippatura

Viene utilizzata una macchina cippatrice.

Questa può essere di piccole, medie o grandi dimensioni; naturalmente la produttività oraria aumenta in relazione all'aumentare delle dimensioni della macchina.

Sempre dallo stesso studio sopra citato è risultato che una cippatrice grande, in grado di cippare tronchi fino a 56 cm di diametro e alimentata da un motore autonomo di 450 hp, ha costi doppi rispetto ad una cippatrice di medie dimensioni, in grado di cippare piante fino a 38 cm di diametro e alimentata dal motore di un trattore agricolo da 215 hp.

Tuttavia la cippatrice grande ha una produttività che è quasi 3 volte superiore (100 quintali/ora per la cippatrice media contro i 290 quintali/ora per la grande).

Ciò significa che è **nettamente conveniente utilizzare cippatrici di grandi dimensioni.**

Inoltre, per avere la meccanizzazione completa del cantiere, conviene alimentare la bocca della cippatrice con un caricatore idraulico: i modelli di cippatrici più grandi ne sono dotati, per cui esse sono autonome da questo punto di vista.

Per cippare 1.250 quintali di piante, cioè quanto prodotto dalla superficie di 1 ettaro di arboreto, le due cippatrici impiegano rispettivamente i seguenti tempi:

- cippatrice media: $1.250 / 100 = 12,5$ ore
- cippatrice grande: $1.250 / 290 = 4,3$ ore

Il costo orario della cippatrice media è di 140 €: nel caso in cui la si utilizzi, la spesa totale per la cippatura di 1 ettaro di arboreto è di 1.750 €.

Il costo orario della cippatrice grande è di 200 €: nel caso in cui la si utilizzi, la spesa totale per la cippatura di 1 ettaro di arboreto è di 860 €.

Complessivamente la spesa totale per abbattere, concentrare e cippare con una cippatrice grande le piante cresciute in 1 ettaro di arboreto è di 2.970 €.

Vendendo il cippato così ottenuto (1.250 quintali/ettaro al primo ciclo di abbattimento) al prezzo di 5,5 €/quintale a bocca di cippatrice, si otterrà un guadagno netto di 3.905 €/ettaro.

Se ci si riferisce invece al terzo turno di ceduzione, cioè quando l'arboreto ha raggiunto i 15 anni di età e dall'abbattimento si stima una produzione pari a circa 2.250 quintali/ettaro, il guadagno netto sale a 7.028 €/ettaro. In tal caso infatti risulta un ricavo pari a 12.375 €/ettaro a fronte di una spesa complessiva pari a 5.347 €/ettaro.



MATURAZIONE E STOCCAGGIO DEL CIPPATO

Per la maturazione e il successivo stoccaggio del cippato si possono seguire due procedimenti:

1. allestimento in cumulo all'aperto con copertura mediante telo traspirante;
2. allestimento in cumuli sotto tettoie areate.

Allestimento in cumulo all'aperto con copertura mediante telo traspirante

In questo caso il cippato fresco (avente un 50-55% circa di contenuto idrico) viene coperto con un telo costituito da un particolare tipo di "tessuto non tessuto" (Foto 10): questo telo è in grado di far traspirare l'umidità prodotta dal cippato sottostante e contemporaneamente impedisce la penetrazione dell'acqua meteorica. Il costo di un simile telo è di circa 2,10 €/mq + IVA.

Al suo interno la biomassa legnosa inizia la fermentazione con formazione di muffe bianche sulla superficie dei chips e innalzamento della temperatura all'interno del cumulo fino a 65-70 °C. In questo modo l'acqua contenuta nel legno evapora verso l'alto attraverso gli interstizi presenti tra i chips ed esce in atmosfera attraverso il telo traspirante.

I tempi necessari alla maturazione dipendono da vari fattori tra cui la stagione di partenza, l'andamento stagionale e le caratteristiche climatiche del luogo. Naturalmente il cippato di piante tagliate in autunno-inverno e subito stoccato inizia a fermentare solo in primavera, divenendo asciutto nel luglio successivo.

L'utilizzo del telo traspirante su cumuli all'aperto presenta due importanti inconvenienti cui è bene prestare attenzione:

- la superficie del cumulo deve essere tale da non presentare concavità e nemmeno superfici piane; in tali casi infatti l'acqua meteorica si accumula e permea attraverso il telo compromettendo l'asciugatura del cippato, con formazione di sacche marcescenti; occorre quindi che le superfici del cumulo e del telo che lo ricopre siano sempre ben inclinate;
- il cumulo deve poggiare su una superficie di asfalto o cemento e questa a sua volta deve essere perfettamente diritta, senza concavità, e inclinata in modo che l'acqua piovana possa scorrere via in tempi rapidi: non bisogna infatti dimenticare che il cippato si comporta in modo simile ad una spugna e tende ad assorbire l'acqua anche da sotto, guastandosi per i primi 30 cm a contatto col suolo.



Foto 10. Stoccaggio all'aperto del cippato con copertura mediante telo traspirante

Allestimento in cumuli sotto tettoie areate

Questa sarebbe la soluzione più indicata, poiché il cumulo sotto la tettoia (Foto 11) rimane asciutto sia in superficie sia nella parte a contatto con il suolo; è importante che esso sia ben areato almeno su due lati. La stagione di partenza, l'andamento stagionale e le caratteristiche climatiche della zona influenzano sempre i tempi necessari per la stagionatura, che va da un minimo di 4 mesi ad un massimo di 9.



Foto 11. Stoccaggio del cippato sotto tettoie areate

Con entrambi i metodi di maturazione si va inevitabilmente incontro ad una certa perdita in peso del cumulo di cippato stoccato; essa può essere dovuta sia alla perdita d'acqua, sia ad una perdita di sostanza secca, la quale può arrivare anche ad un 16% del peso iniziale.

Quest'ultima perdita tuttavia non si rileva se le piante intere vengono stagionate riunite in cataste all'aperto e vengono cippate successivamente, quando il legno ha raggiunto il contenuto idrico desiderato.

L'IMPIANTO TERMICO

L'impianto termico (Foto 12) che conclude la filiera del legno-energia di Po di Tramontana è stato progettato e realizzato per riscaldare una serra-tunnel di coltivazione avente una cubatura di poco inferiore a 700 mc.



Foto 12. Impianto termico installato nel Centro di Po di Tramontana

Esso è costituito dalle seguenti componenti:

1. una caldaia funzionante a cippato di legno della potenza di 80 KW;
2. un silo per l'immagazzinamento del cippato secco;
3. una coclea di alimentazione che serve a trasportare automaticamente il cippato dal silo alla camera di combustione della caldaia;
4. un meccanismo di rimescolamento del cippato ubicato alla base del silo, che contribuisce a spingere il cippato stesso verso la coclea;
5. un sistema di sicurezza che impedisce un eventuale ritorno di fiamma lungo la coclea mentre trasporta il cippato;
6. un meccanismo di estrazione delle ceneri residue della combustione con accumulo delle stesse in un cassetto estraibile.

La caldaia e il suo funzionamento

La caldaia (Foto 13) utilizza come combustibile il cippato di legno asciutto, avente cioè un contenuto di umidità inferiore al 30-35%.

Anche la pezzatura e l'omogeneità dimensionale dei chips sono parametri di fondamentale importanza per il buon funzionamento della caldaia stessa. L'alimentazione della caldaia avviene in automatico mediante una coclea che preleva il cippato dal silo e lo trasporta alla camera di combustione.



Foto 13. Caldaia a cippato della potenza di 80 KW

La camera di combustione

La camera di combustione (Foto 14) è costituita da una specie di piatto in acciaio con foro centrale (piatto di combustione). Nel foro arriva il cippato portato dalla coclea, ed è qui che avviene la combustione. Il piatto, che è in pratica costituito da una corona circolare, è caratterizzato da numerosi fori attraverso i quali viene soffiata in camera di combustione l'aria secondaria (fondamentale per la combustione). La fiamma va a riscaldare lo scambiatore di calore che è situato sopra la camera di combustione, dove il calore passa all'acqua dell'impianto termico.



Foto 14. Particolare della camera di combustione

Il silo

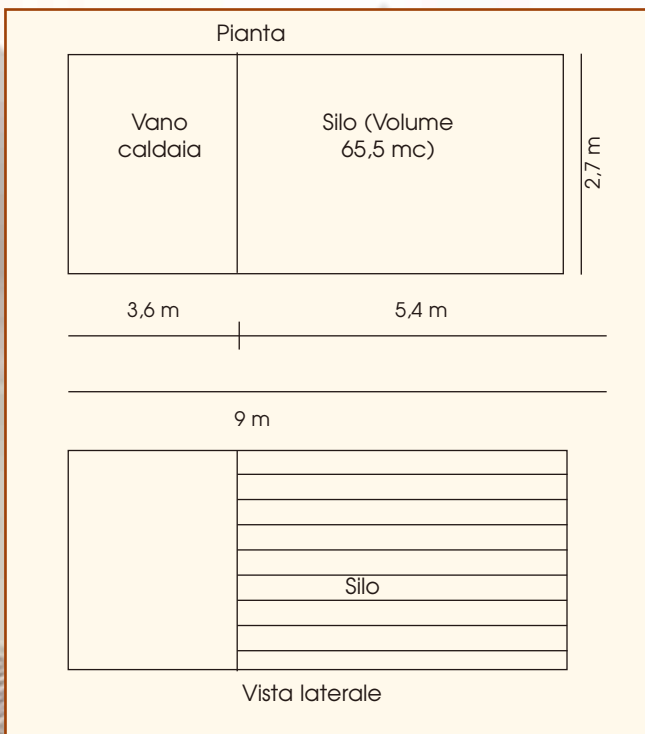
È caratterizzato da un telaio in acciaio smaltato e una copertura in PVC spalmato di grosso spessore; le pareti laterali sono costituite da delle tavole in larice dello spessore di 30 mm, inclinate per permettere l'aerazione del cippato.

Tale struttura forma un blocco unico con il vano caldaia (Foto 15).



Foto 15. Silo di deposito del cippato

Le dimensioni del silo sono indicate nello schema qui di seguito illustrato.



Il sistema di trasporto del cippato dal silo alla camera di combustione

Le due lamine di acciaio girando spingono il cippato verso una coclea e questa lo trasporta dal silo alla caldaia.

Il meccanismo di rimescolamento e alimentazione della coclea

All'interno del silo è installato il meccanismo di rimescolamento ed alimentazione della coclea, che consiste in due dischi in lamiera d'acciaio con due lamine elastiche d'acciaio.

Il sistema di sicurezza

Il cippato non viene trasportato direttamente in camera di combustione, ma attraversa prima un sistema di sicurezza che impedisce eventuali ritorni di fiamma. Questo sistema di sicurezza consiste in una tramoggia sulla quale la coclea lascia cadere il cippato; alla base della tramoggia una seconda coclea trasporta il cippato direttamente in camera di combustione. Sopra la tramoggia vi è uno sportello di chiusura automatica che funziona anche in assenza di corrente. Le coclee e i meccanismi di rimescolamento sono azionati da motori elettrici comandati dal microprocessore centrale (Foto 16); vengono azionati quando la camera di combustione richiede nuovo combustibile.



Foto 16. Centralina di comando con microprocessore centrale

Dispositivo di rimozione della cenere

Due coclee poste sotto la camera di combustione estraggono la cenere residua della combustione trasferendola in un recipiente asportabile (Foto 17).



Foto 17. Cassetto estraibile per la rimozione delle ceneri

Autonomia del silo

L'autonomia del silo non è facile da stimare perché dipende da numerosi fattori: la qualità del cippato, le dispersioni della serra, le condizioni climatiche esterne durante l'annata considerata. Ipoteticamente, considerando un cippato avente umidità 35% e l'uso continuativo della caldaia per 14 ore al giorno alla potenza di 60 KW (quindi non alla massima potenza disponibile), è prevedibile un'autonomia di 20-25 giorni nelle condizioni invernali della zona climatica in cui è ubicata l'Azienda di Po di Tramontana.

Distribuzione dell'aria calda

La distribuzione dell'aria calda all'interno della serra viene effettuata per mezzo di un aerotermo specifico per serre.

Esso è caratterizzato da una lamiera zincata, un motore a 6 poli, portate d'aria di 8.100 mc/ora ed è predisposto per una eventuale manichetta in polietilene forata del diametro di 630 mm fino a 50 metri di lunghezza.

Costi

Il costo totale del blocco caldaia-silo, comprensivo di impianto termico, canna fumaria, installazione e collaudo, è stato di 43.300 €.



LA SERRA-TUNNEL RISCALDATA

Si tratta di una serra-tunnel a singola navata (Foto 18), con una larghezza di 8 m, lunghezza di 42 m e altezza al colmo di 3 m (cubatura di circa 2 mc/mq).

È coperta con doppio film plastico tipo "Patilux" di spessore 0,20 mm. Il tunnel è dotato di 2 aperture laterali automatizzate utilizzate per il raffrescamento nei periodi più caldi. La struttura è predisposta per la coltivazione sperimentale in "fuori suolo" di ortaggi da foglia da taglio (Foto 19 e Foto 20): tra questi vanno ricordati il lattughino, la rucola, la valerianella, il cicorino e il basilico. Al suo interno sono infatti predisposti 12 moduli per la coltivazione mediante il sistema aeroponico e 9 vasche per la coltivazione in "floating system".



Foto 18. Serra-tunnel riscaldata dalla caldaia a cippato



Foto 19. Coltivazioni di ortaggi nella serra-tunnel



Foto 20. Particolare degli ortaggi coltivati

Scheda tecnica realizzata da Veneto Agricoltura ed ITEBE nell'ambito del Progetto "Alpenenergywood" – Programma Interreg III B Spazio Alpino. ITEBE coordina il Progetto il quale, relativamente alla parte italiana, è finanziato per il 50% dall'Unione Europea e per il 50% dallo Stato Italiano.

Pubblicazione edita da

Azienda Regionale Veneto Agricoltura
Viale dell'Università, 14 Agripolis
35020 Legnaro (Pd)
Tel. 049.8293711 – fax 049.8293815
e-mail: info@venetoagricoltura.org
www.venetoagricoltura.org

Realizzazione editoriale

Azienda Regionale Veneto Agricoltura
Coordinamento Editoriale
Alessandra Tadiotto, Isabella Lavezzo
Settore Divulgazione Tecnica e Formazione Professionale
Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (Pd)
Tel. 049.8293920 – Fax 049.8293909
e-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

Coordinamento generale:

Dott. Federico Correale Santacroce - Veneto Agricoltura
Dott. Michele Giannini - Veneto Agricoltura

Autori:

Dott. Michele Giannini - Veneto Agricoltura
Dott. Loris Agostinetto - Veneto Agricoltura
Dott. Luigi Barella - Veneto Agricoltura

Foto:

Dott. Loris Agostinetto - Veneto Agricoltura
Dott. Michele Giannini - Veneto Agricoltura
Dott. Luigi Barella - Veneto Agricoltura
Dott. Valter Francescato - AIEL