



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI AGRARIA E MEDICINA VETERINARIA

Corso di Laurea triennale in scienze e tecnologie agrarie

CASELLA GIUSEPPE LUCA

**STUDIO DI UNA FILIERA DI AUTO APPROVIGGIONAMENTO DI
CIPPATO NEL CASO DI UN'AZIENDA AGRICOLA DI
TRASFORMAZIONE AGROALIMENTARE**

—————
Tesi di Laurea
—————

Relatori:

Chiar.mo Prof. Marinello Francesco

Chiar.mo Prof. Gricolato Stefano

Anno Accademico 2021-2022

Alla mia famiglia

SOMMARIO

STUDIO DI UNA FILIERA DI AUTO APPROVIGGIONAMENTO DI CIPPATO NEL CASO DI UN'AZIENDA AGRICOLA DI TRASFORMAZIONE AGROALIMENTARE I

Sommario III

INTRODUZIONE 2

CAPITOLO 1..... 7

1. Silvicoltura-agronomia e meccanica agraria..... 7

1.1. Tecnologia silvicola 7

1.2. Area rurale interessata..... 9

1.3. Fabbisogni energetici 10

1.4. Agricoltura ieri ed oggi 10

1.5. La cippatura..... 11

1.5.1. Servizio di cippatura e imprese forestali..... 11

1.5.2. Servizio di cippatura e luogo di lavoro 12

CAPITOLO 2..... 13

2. Qualità della legna e del cippato..... 13

2.1. Il contenuto di fibra..... 13

2.2. Materia prima..... 14

2.3. Pezzatura del cippato 15

2.4. Contenuto di umidità..... 16

2.5. Classificazione e standardizzazione..... 17

2.6. Conservazione del cippato e attività microbica 17

2.7. Modalità di stoccaggio 18

2.8. Cippatrice 19

2.9. Caldaie a cippato 20

2.10. La tecnologia 21

CAPITOLO 3.....	22
3. Caratteristiche dell'area rurale oggetto di analisi	22
3.1. Morfologia e idrologia	22
3.2. Clima.....	22
3.3. La flora e la fauna	23
3.4. Produzioni	24
3.5. Le energie da biomassa nel territorio di Cesarò e Troina	26
3.6. Il bosco, le biomasse e l'agricoltura di Cesarò e Troina	26
CAPITOLO 4.....	31
4. Azienda pilota su cui è progettato l'intervento.....	31
4.1. Situazione attuale	31
4.2. Progetti futuri	32
4.2.1. Essiccazione dei prodotti agroalimentari.....	34
4.2.2. Il mercato della frutta e degli ortaggi essiccati in Italia.....	35
4.2.3. Gestione del ciclo di essiccamento	35
4.2.4. Il processo di essiccamento ed essiccatori	36
4.2.5. Essiccatore per alimenti a cippato	37
CAPITOLO 5.....	38
5. ANALISI E CONVENIENZA DEL PROGETTO.....	38
Bibliografia.....	40

INTRODUZIONE

A causa dei cambiamenti climatici, la produzione di energia da fonti rinnovabili negli ultimi anni è aumentata notevolmente. Il Consiglio europeo ha recentemente approvato il nuovo obiettivo vincolante - 55% - di riduzione delle emissioni di gas serra entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990, in luogo dell'obiettivo di riduzione del 40% già fissato dal Clean Energy Package (CEP). Questo implica che i già sfidanti obiettivi di penetrazione delle fonti rinnovabili nei consumi elettrici definiti nel Piano Nazionale per l'Energia e il Clima (PNIEC) ovvero il 55%, dovranno essere riformulati in modo più ambizioso, portandoli verosimilmente al 65%. Il 2030 è solo un obiettivo intermedio. L'obiettivo è la completa decarbonizzazione al 2050, quando da un lato rinnovabili e accumuli avranno un ruolo centrale nel garantire la completa copertura del fabbisogno elettrico e dall'altro la penetrazione del vettore elettrico nei consumi finali dovrà raggiungere il 55% (dall'attuale 22%), risultando nella mobilità e nei consumi residenziali. [1]. Al centro della NZE (Net Zero Emissions by 2050 Scenario) c'è una massiccia transizione nel modo in cui produciamo e consumiamo energia (Fig. 1) [2].

Il PIL globale crescerà di circa il 40% tra il 2020 e il 2030, ma la fornitura totale di energia diminuirà di circa il 7%. L'elettrificazione degli usi finali, le tecnologie energetiche più efficienti e il cambiamento dei comportamenti permetteranno un disaccoppiamento della crescita economica dalla domanda di energia e dall'utilizzo e il depauperamento delle risorse naturali. Le fonti di approvvigionamento energetico a basse emissioni cresceranno di due terzi tra il 2020 e il 2030. L'espansione del solare, dell'eolico e della moderna bioenergia sarà particolarmente significativa, mentre l'energia idroelettrica e il nucleare contribuiranno in minor parte. Oggi circa un quarto della fornitura totale di energia proviene da fonti energetiche a basse emissioni e questo si espanderà a circa la metà entro il 2030 nella NZE.

In questo contesto, occorre ottimizzare l'energia utilizzata per produrre energia da fonti rinnovabili.

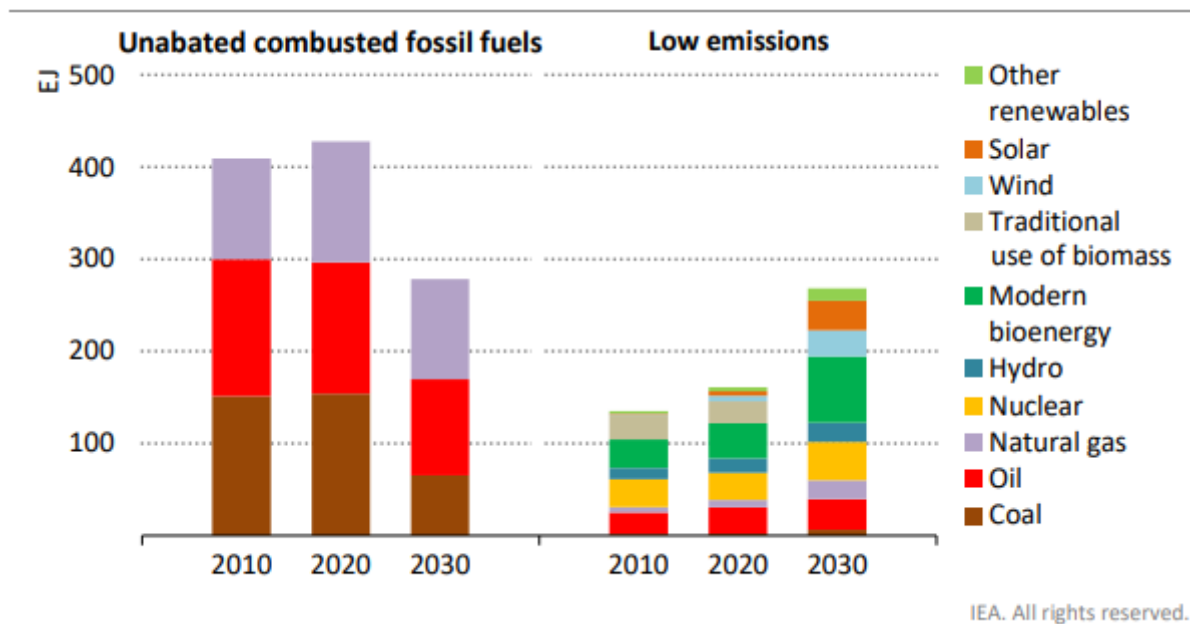


Figura 1: Transizione nella fornitura globale di energia totale per fonte fino al 2030 nello scenario "Net Zero Emissions by 2050" [2].

Molti professionisti dell'industria energetica attualmente considerano il termine 'energia rinnovabile' per includere solo il solare fotovoltaico e l'eolico. Questo però è un concetto errato. Come illustrato nella Fig. 2 [3], la bioenergia è al momento di gran lunga la più grande fonte di energia rinnovabile, e solo nel 2040 sarà raggiunta dal solare fotovoltaico e dall'eolico.

World renewable energy supply by source

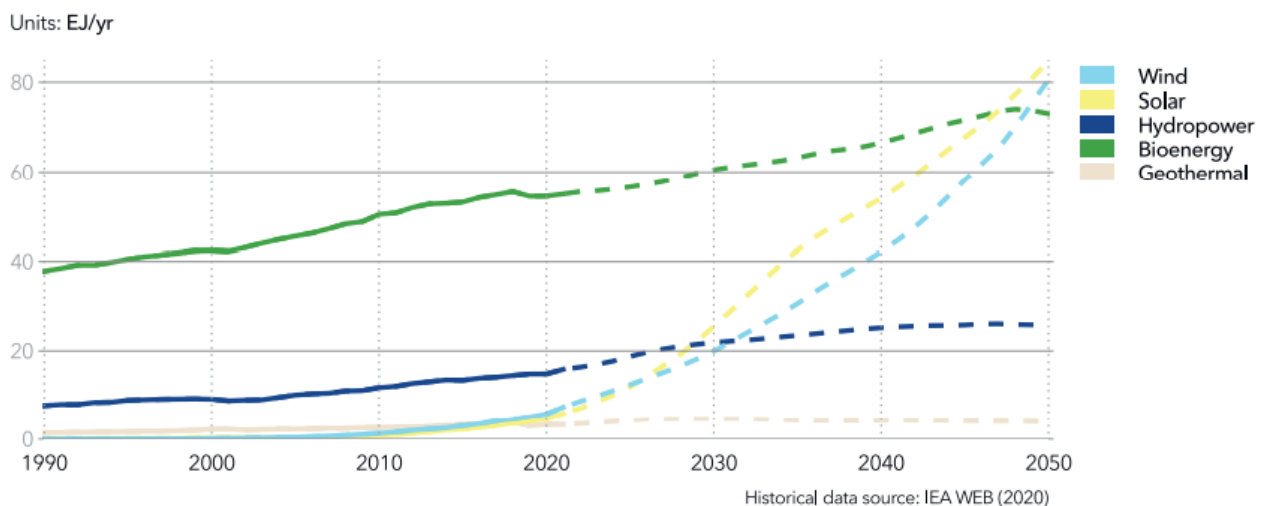


Figura 2: Offerta mondiale di energia rinnovabile per fonte [3].

Tuttavia, l'energia finale fornita dalla bioenergia è notevolmente inferiore a quella fornita da altre fonti rinnovabili. Ciò è dovuto alle grandi perdite associate all'uso della bioenergia in processi inefficienti come la cottura e all'uso molto più basso della bioenergia, rispetto all'eolico, al solare e

all'idroelettrico, nella generazione di elettricità. Come mostrato dalla Fig. 2 tutte le categorie rinnovabili crescono per tutto il periodo di previsione. Tuttavia, la crescita di 20 volte del solare fotovoltaico e la crescita di 15 volte dell'eolico tra il 2019 e il 2050, sono di un diverso ordine di grandezza rispetto alla crescita prevista del 74% nell'energia idroelettrica e 40% di crescita della bioenergia.

La bioenergia passerà in parte a forme moderne nei prossimi decenni. Essa può derivare da molte forme di biomassa come rifiuti organici e residui dell'agricoltura e dell'allevamento, legno dalle foreste, colture energetiche e biomassa acquatica come le alghe.

Le applicazioni della bioenergia sono tanto diverse quanto le sue molteplici forme. I combustibili solidi come il legno o il carbone sono usati per riscaldare e cucinare. Le forme gassose di bioenergia, come il biogas prodotto dai rifiuti è usato per la produzione di energia e come combustibile e, se ulteriormente migliorato, come biometano. I combustibili liquidi prodotti da colture, alghe o organismi geneticamente modificati sono visti come opzioni promettenti in settori difficili da gestire come l'aviazione e il settore marittimo.

Inoltre, i prodotti realizzati da biomasse sono tipicamente considerati a basso impatto in termini di emissioni di gas ad effetto serra rispetto al prodotto equivalente realizzato da fonti non rinnovabili [4].

In particolare, la regione Mediterranea è dotata di un'ampia disponibilità di risorse di energia rinnovabile, vantando alcuni dei principali siti al mondo per il solare e l'eolico, nonché un potenziale rilevante per la biomassa sostenibile.

Da alcuni anni in Italia, come in gran parte del resto d'Europa, è in atto una "riscoperta del legno", sia come materiale costruttivo che come fonte di energia. In numerosi convegni, articoli tecnici, testi scientifici e divulgativi si è parlato in modo approfondito dei tanti vantaggi legati all'uso del legno come fonte di energia.

I prodotti primari della silvicoltura e del legname sono legname industriale e legna da ardere. In Italia, circa quattro-quinti della produzione di legname in tronchi viene utilizzata come legna da ardere [5]. Tipicamente, dopo la raccolta del legname, una grande quantità di biomassa di bassa qualità come il legname non commerciale e i residui di legname vengono lasciati sul posto. Negli ultimi anni, la domanda di biomassa di bassa qualità come materia prima per la produzione di energia è aumentata. Pertanto, l'efficienza delle risorse e le emissioni di gas a effetto serra del settore forestale possono essere ottimizzate incoraggiando l'uso a cascata della biomassa [6].

Dopo la raccolta commerciale del legname, grandi quantità di residuo di biomassa di bassa qualità come i residui di legname, il legname non commerciabile e il legno in tronchi non altrimenti utilizzati per scopi commerciali, sono comunemente lasciati in loco. Nell'ultimo decennio ci sono stati incentivi e interessi crescenti nell'utilizzo di biomassa di bassa qualità come materia prima per l'energia

rinnovabile in risposta agli standard sui combustibili rinnovabili e ai mercati dell'energia [7]. Le considerazioni logistiche e di costo associate alla raccolta e all'utilizzo di biomassa di bassa qualità differiscono da quelle dei tradizionali raccolti commerciali. La rimozione di biomassa di bassa qualità può migliorare il rimboschimento rimuovendo i detriti in eccesso dai siti raccolti e quindi ridurre i costi di preparazione del sito.

Nel Nord Italia, i governi regionali stanno promuovendo l'uso della biomassa legnosa per il riscaldamento: in particolare lo sfruttamento del cippato in impianti di riscaldamento di piccole e medie dimensioni. Di conseguenza, l'installazione di caldaie a cippato su piccola scala e lo sviluppo del teleriscaldamento stanno gradualmente aumentando. In questo contesto, il servizio di cippatura sta rapidamente crescendo per alimentare queste tecnologie [8].

Nelle Alpi italiane nord-orientali, i residui di legname rappresentano un'importante fonte di legno a scopo energetico [9]. Sia le imprese del servizio di cippatura a tempo pieno che le piccole-medie imprese forestali, che vogliono integrare il loro reddito e rafforzare e ampliare i loro servizi, possono sfruttarlo.

L'utilizzo tecnico ed economico della biomassa forestale per la produzione di energia dipende da vari fattori riguardanti le condizioni del terreno, le reti di trasporto e le tecnologie di raccolta, così come i sistemi, la gestione selvicolturale e le operazioni forestali. Pertanto, i vincoli per il recupero della biomassa forestale possono essere considerati gli stessi di quelli per le operazioni di taglio convenzionali. In silvicoltura, i vincoli per le operazioni di taglio possono essere raggruppati in vincoli immutabili e mutevoli (a lungo e a breve termine, rispettivamente). Le tecnologie e i sistemi di raccolta e la gestione delle operazioni forestali possono essere facilmente modificati a breve termine (1-2 stagioni di raccolta) in caso di domanda aggiuntiva di legname dalle aree montuose, ma la rete stradale forestale è un elemento che richiede più tempo per la modifica e l'adattamento.

Tipicamente, i sistemi di raccolta ad albero intero forniscono un volume maggiore di residui di taglio rispetto ai sistemi di taglio a misura, dove i rami e le sezioni superiori non commerciabili degli alberi vengono lasciati nell'area di taglio [10]. Inoltre, il trattamento di raccolta influisce sulla quantità di cippato prodotto: il taglio dei popolamenti di bassa qualità (per esempio, le operazioni di conversione del popolamento) può generare grandi quantità di biomassa [11]. Al contrario, la cippatura di alberi interi nelle operazioni di diradamento precoce genera una minore quantità di legna da ardere [12]. Di conseguenza, la legna da ardere accumulata può essere cippata sul bordo della strada o trasportata ai depositi [13]. La cippatura sul ciglio della strada è meno conveniente della cippatura ai depositi [14]; inoltre, nelle regioni di montagna l'accessibilità delle foreste può essere un vincolo significativo per l'eco-efficienza delle operazioni di cippatura. Quando i camion e rimorchi o semirimorchi non sono in

grado di raggiungere i siti di lavoro, il cippato può essere trasportato fuori dalle foreste con un camion o un trattore con rimorchio [15].

L'attività di servizio di cippatura è legata alla presenza di domanda di caldaie per il riscaldamento a cippato e alla disponibilità di risorse di biomassa legnosa. Le piccole imprese forestali sono interessate alla produzione di cippato quando la domanda di cippato si trova vicino alla loro area operativa. In questo caso le imprese desiderano integrare la loro attività principale offrendo il servizio di cippatura. Dall'altro lato, le medie imprese forestali dedicate o altre (come le imprese di trasporto o di commercio del legno) trovano interessante un'attività di servizio di cippatura a tempo pieno.

Questo utilizzo di soluzioni energetiche locali è molto importante da prendere in considerazione. In [16], infatti, gli autori indicano che miliardi di persone in tutto il mondo rimangono senza accesso a servizi energetici moderni, la maggior parte dei quali vive in zone rurali.

L'idea di sviluppare questo lavoro nasce quindi dalla valutazione del fabbisogno energetico di cui necessitano le piccole e medie aziende agrarie ubicate in aree rurali interne, ove diventa costoso e complicato riuscire a poter sfruttare l'energia elettrica data dai comuni tracciati, visti i costi rilevanti annessi all'installazione di tali percorsi. Soprattutto in luoghi ove sono presenti aree naturali protette, come nel caso dei parchi nazionali. In particolare, si è preso come luogo da analizzare il comune di Cesarò, un comune di 2182 abitanti della città metropolitana di Messina.

Lo scopo finale è quello di valutare una soluzione in cui un'azienda agraria possa autoprodursi l'energia di cui ha bisogno per svolgere i processi produttivi, i quali possono includere l'essiccazione della frutta e degli ortaggi prodotti, limitando al massimo le immissioni inquinanti in atmosfera.

CAPITOLO 1

1. Silvicultura-agronomia e meccanica agraria

Questo lavoro è nato dallo studio di delle tematiche oggi fondamentali per riuscire a sviluppare energia pulita, cibo e progresso agrario-meccanico. L'intento è quello di ridare agli agricoltori delle aree rurali interessate la forza di credere nel progresso tecnologico ed innovativo che oggi è disponibile, provando a creare delle soluzioni d'integrazione al reddito agrario diverso da quello esclusivamente apportato dalle politiche agrarie europee.

Il beneficio che gli alberi danno alla terra è unico ed inimitabile e dunque è necessario rispettare gli ambienti agrari e boschivi ed allo stesso tempo è importante che l'uomo possa continuare a produrre cibo di qualità, andando però a salvaguardare gli ambienti in cui vengono effettuate le coltivazioni e preservando le risorse che la terra offre.

1.1. Tecnologia silvicola

La ricerca di forme alternative e sostenibili di produzione di corrente elettrica, nelle aree boschive, ha un nome: silvicoltura.

Silvicoltura, o selvicoltura, è l'unione di due parole di origine latina: "silvi", che significa "foresta" e "coltura" che sta per "coltivare". Si intende quell'insieme di attività che si occupano di controllare e gestire la crescita, la struttura e la qualità di una foresta. Di fatto sono gli interventi portati avanti dalle scienze forestali, che hanno l'obiettivo di trarre vantaggio dai materiali dei terreni boschivi. Quello che caratterizza la tecnica della silvicoltura è, però, la sua sostenibilità. Le foreste sono indispensabili per la vita, sia degli esseri umani che di migliaia di animali e piante. Oltre a ciò, rappresentano anche un'importante risorsa economica. Ragione in più per utilizzarle in modo parsimonioso. I terreni boschivi infatti, vengono controllati attentamente, per permetterne la crescita e garantirne sempre la rinnovabilità. Il prelievo di legna e il suo sfruttamento economico vengono quindi sempre valutati in termini di sostenibilità.

Nell'ottica della tutela e della salvaguardia degli ecosistemi e della biodiversità, la silvicoltura, specialmente naturalistica, assume un'importanza fondamentale nel mondo contemporaneo. Alcuni dei punti cardine di questo tipo di selvicoltura, infatti, sono:

- Sostenibilità e valorizzazione dell'ambiente,
- Biodiversità del bosco come ecosistema,
- Multifunzionalità del bosco,
- Utilizzo di specie autoctone,
- Rinnovazione naturale.

Oggi le tecnologie silvicole nel campo della produzione di biomasse, ed i processi dati dall'avanguardia tecnologica delle energie a bassa emissione d'inquinanti ed a basso impatto ambientale riguardo lo sviluppo energetico per la produzione di calore e la produzione di elettricità, possono riuscire a soddisfare i fabbisogni energetici delle strutture aziendali agrarie di trasformazione agroalimentare di piccola dimensione.

L'intento è volto alla diversificazione produttiva aziendale, alla produzione agroalimentare di nicchia e di alta qualità, impiegando colture arboree ed erbacee che caratterizzano il territorio e riuscendo a trovare sempre maggior interesse nei canali Ho.Re.Ca. (Hotel, Ristoranti, Catering) e nei mercati di distribuzione di prodotti tipici dei mercati europei ed extra europei.

Nell'ultimo decennio i dati di export delle produzioni agroalimentari italiane permettono di credere nello sviluppo di dimensionate catene di produzione di cibo di qualità. Nel 2021, infatti, le esportazioni a prezzi correnti dei distretti agroalimentari italiani chiudono con un saldo positivo, superando la cifra di 22 miliardi di euro e realizzando un incremento del +9,2% rispetto al 2020. Il trend di crescita prosegue ininterrotto dal 2010 e non si è fermato nemmeno durante la pandemia, mentre gli altri distretti manifatturieri italiani hanno messo a segno un rimbalzo maggiore (+20,3%), ma dopo la forte battuta d'arresto del 2020.

Ciò ha ridato agli agricoltori delle aree interne rurali il coraggio di continuare a credere nella produzione di cibo in luoghi in cui ancor oggi quasi del tutto essa risulta discostata dalle logiche di sovrapproduzione della GDO, evitando così le ripercussioni che apportano le produzioni intensive in termini ambientali, ecologici, biologici e di salute. Al momento, infatti, circa 3 miliardi di persone soffrono di problemi di salute legati alla malnutrizione o ad una dieta sbilanciata – che porta ad obesità e sovrappeso – con costi che si ripercuotono sia sugli individui che sulla società nel suo complesso, e che riguardano il sistema sanitario e gli ecosistemi. Secondo la FAO, il mantenimento dell'attuale modello di consumo alimentare comporterà un costo per il sistema sanitario pari ad una media di 1,3 trilioni di dollari entro il 2030, di cui il 57% sarà rappresentato da costi sanitari diretti in quanto sono associati alle spese relative al trattamento delle diverse malattie legate alla dieta, e un 43% da costi indiretti che comprendono le perdite di produttività del lavoro (11%) e l'assistenza informale (32%).

Quando si parla del rapporto tra filiera agroalimentare, salute e ambiente, le realtà locali sono motore di innovazione.

Purtroppo, i costi annessi alla produzione ed alla commercializzazione di una piccola azienda possono in qualche modo scoraggiare inizialmente l'attuazione di tale processo. Ci troviamo sempre più ad affrontare i banali riscontri negativi in termini economico-sociali che le produzioni industriali oggi apportano, senza considerare che sono oramai accertati i notevoli danni alla salute che i cibi lavorati dall'industria alimentare provocano all'uomo [17].

1.2. Area rurale interessata

Lo studio di fattibilità di questo progetto pilota viene svolto nell'area rurale ricadente a confine con le provincie di Catania, Enna e Messina, in particolare il territorio è quello del comune di Cesarò, in provincia di Messina (Fig. 3). Il territorio del comune di Cesarò si estende per circa 22.000 ettari e dalle rive del fiume Simeto, a circa 800 metri di quota, si innalza sino alla cima di Monte Soro a 1847 metri di altezza. Cesarò è il comune con minore densità di popolazione della città metropolitana di Messina ed è anche il secondo comune più alto della Sicilia per altitudine del punto in cui è situata la casa comunale.



Figura 3: Cesarò, Messina.

In questo territorio vi è la presenza di molte piccole aziende agrarie che nonostante la poca convenienza nella produzione, continuano ad insistere sul territorio e l'agricoltura resta il settore di maggiore rilevanza.

1.3. Fabbisogni energetici

Gli agricoltori per produrre oggi necessitano di fonti energetiche.

Visto il progresso tecnologico in materia di impianti di bioenergia, è corretto pensare di poter soddisfare questi fabbisogni di produzione di calore, energia elettrica o acqua calda per il funzionamento efficace delle strutture aziendali e delle catene di lavorazione annesse, con impianti a basso impatto ambientale.

Nel territori di Cesarò e nelle zone limitrofe sono ancora diverse le località aziendali sfornite dai tracciati elettrici e si trovano quindi isolate e costrette a ad utilizzare l'ausilio di generatori alimentati a gasolio per la produzione di energia elettrica, i quali hanno però un notevole impatto ambientale.

1.4. Agricoltura ieri ed oggi

L'agricoltura è una delle cause della deforestazione. Essa infatti è dovuta a scopi principalmente commerciali. Possono essere riconosciute in particolare 3 cause:

- nuove aree coltivabili: la necessità di creare nuove terre da destinare alle colture e alla pastorizia è uno dei motori della deforestazione. In aggiunta ci sono i terreni usati a scopi minerari ed edilizi, o acquistati dai grandi speculatori per le monoculture.
- Legname come combustibile: il legname rimane ancora la materia prima per eccellenza come combustibile. Un terzo della popolazione mondiale necessita del legno per poter riscaldare le proprie abitazioni.
- Legno pregiato: la domanda di legno pregiato accresce il taglio degli alberi delle foreste equatoriali e tropicale.

In particolare, lo sviluppo agricolo successivo al 1950, è stato caratterizzato da numerose sovvenzioni europee che favorivano la coltivazione di cereali e pascoli, ciò ha portato anche nel territorio analizzato un progressivo disboscamento.

Oggi insiste l'allevamento gravato da prezzi di mercato che non vanno a coprire i costi e gli sforzi degli allevatori.

L'area agricola che collega i comuni di Troina con Cesarò necessita di interventi di imboschimento o la creazione di fasce alberate lungo i corsi d'acqua per poter preservare le risorse idriche a disposizione, messe sempre più a rischio dalla depauperazione dei suoli.

Fortunatamente sul territorio insiste la presenza dell'area protetta del parco dei Nebrodi, che garantisce, con 250.000 ettari di boschi, un equilibrio ambientale ed un enorme risorsa a disposizione delle popolazioni presenti.

L'arboricoltura e la forestazione hanno perso d'importanza in queste aree agricole caratterizzate da terreni collinari e scoscesi, aree in cui l'agricoltura moderna dotata di macchine pesanti ha portato ad un peggioramento di fertilità dei suoli, con una progressiva sconvenienza nel continuare a produrre ed un successivo abbandono delle campagne e dei casolari rurali.

Un deterioramento sconvolgente dei tracciati stradali che permettevano i collegamenti con le arterie principali. Ed in assenza di vie di comunicazione e delle principali risorse agrarie, nulla ha fermato lo spopolamento delle campagne e l'abbandono dei fondi.

Inoltre, con la lavorazione della terra si sono creati notevoli dissesti geologici, quali smottamenti e processi franosi disastrosi, con danni irreparabili e la successiva perdita di superficie agraria utilizzabile.

Connessa a questo fenomeno vi è stata una diminuzione notevole delle riserve idriche ed una scomparsa di fasce alberate atte a garantire una corretta mitigazione della fauna.

Si è così assistito ad un progressivo impoverire dei mercati locali, ma soprattutto si è creato un notevole calo dei prezzi dei fondi agrari e delle strutture rurali presenti, permettendo così soprattutto alla criminalità organizzata di impossessarsi di terre che una volta garantivano sostentamento e produzione di cibo ai cittadini di queste aree agricole.

La gravità di questo processo oggi blocca lo sviluppo del territorio e permette alla criminalità organizzata di percepire gran parte degli aiuti europei concessi alle aree rurali.

1.5. La cippatura

1.5.1. Servizio di cippatura e imprese forestali

Il servizio di cippatura viene effettuato con macchine di diverse tecnologie, a trattore o autoalimentate, e diversi sistemi di taglio. Le imprese forestali che possiedono una cippatrice possono fornire principalmente due tipi di servizio: cippatura come parte delle pratiche dell'impresa forestale o esclusivamente servizio di cippatura. Le cippatrici di media potenza (< 220 kW) sono principalmente possedute da agricoltori, piccole imprese forestali o rivenditori di combustibile di legno e commercianti di combustibile legnoso. Di solito le imprese forestali e i commercianti di combustibile legnoso investono in cippatrici per un uso autonomo e/o per offrire un servizio di cippatura con un raggio di 30 km (raramente fino a 45 km). In questo modo il servizio di cippatura può diventare un aspetto distintivo della pratica delle imprese forestali. Nell'Italia nord-orientale, il servizio di cippatura in cambio di

materiale sta diventando abbastanza comune sia in montagna che in pianura: il cippato può essere poi venduto al teleriscaldamento locale a biomassa legnosa o a singole caldaie a cippato.

Un servizio di cippatura professionale viene solitamente effettuato con cippatrici più potenti (> 220 kW). In questo caso, le imprese forestali o i commercianti di legno offrono spesso il loro servizio anche oltre i confini regionali e a distanza non limitata. Il servizio di cippatura diventa un'attività a tempo pieno, orientata principalmente a fornire solo operazioni di cippatura. Di solito, le imprese sono pagate per il servizio, ma a volte possono scambiare operazioni di cippatura con il materiale: questo può essere realistico solo se è conveniente e se il sito di cippatura è situato vicino alla destinazione.

Le imprese di servizi di cippatura professionali accettano di spostarsi anche lontano dalla sede per raggiungere il tempo produttivo annuale desiderato e recuperare così il costo dell'investimento iniziale.

1.5.2. Servizio di cippatura e luogo di lavoro

Il servizio di cippatura può lavorare sia nell'area di stoccaggio della segheria o dell'impianto di riscaldamento, sia nei depositi forestali o nei terminali intermedi. Se il lavoro viene eseguito vicino ai cortili delle segherie o delle centrali termiche o vicino alle rive dei fiumi o in una piattaforma di biomassa legnosa, di solito è facilmente raggiungibile con una grande macchina cippatrice.

Il servizio di cippatura nelle condizioni relative alle foreste, come generalmente per tutte le operazioni forestali con macchine più grandi, richiede un'attenzione particolare alla pianificazione delle operazioni di lavoro e alla valutazione della possibile produttività e il costo a causa dello spazio solitamente limitato per realizzare le operazioni. Le cippatrici di media potenza (generalmente montate su semirimorchi e trainate da trattori) sono più adatte a lavorare in montagna, poiché possono muoversi più facilmente lungo la rete stradale forestale rispetto alle cippatrici più grandi e potenti montate su camion. Le cippatrici di media potenza hanno solitamente una minore produttività oraria e limitazioni sulla dimensione massima di alimentazione; quindi, anche se il costo orario dell'attrezzatura è inferiore rispetto alle grandi macchine, il costo di cippatura risulta più alto.

Le grandi cippatrici montate su camion si muovono per sfruttare il servizio solo se è disponibile una quantità adeguata di legno da cippare, di solito almeno 40-50 tonnellate. Per una quantità inferiore di materiale, spostare una grande cippatrice può essere più costoso che spostarne una media. Inoltre, per trarne vantaggio, le grandi cippatrici hanno bisogno di un'area di lavoro abbastanza ampia per garantire uno spazio adeguato alla macchina e allo stesso tempo una quantità sufficiente di residui di legname ben ammassati. Inoltre, i siti di lavoro devono essere adatti a camion e rimorchi o container per il caricamento dei trucioli.

CAPITOLO 2

2. Qualità della legna e del cippato

Ci sono alcuni parametri chiave da tenere in considerazione che descrivono la qualità del combustibile: il contenuto di fibra, il tipo di materia prima, la pezzatura del cippato e il contenuto di umidità [18].

2.1. Il contenuto di fibra

Il contenuto di fibra indica la quantità di legno effettivamente presente nel cippato e può dare buone informazioni circa il suo potere calorifico, il contenuto di ceneri e la possibilità di conservazione.

Tuttavia, un'elevata porzione di fibra non corrisponde necessariamente a un più alto potere calorifico: infatti corteccia e foglie possono avere un potere calorifico più alto della porzione legnosa, ma contengono anche un maggior contenuto di ceneri e nutrienti, che fanno accrescere il degrado del cippato posto in deposito.

In generale, la percentuale di fibra è più alta nel cippato prodotto da tronchi sramati (circa il 90 %) minore in quello ottenuto dalle ramaglie (tra il 70 % e l'80 %) (Fig. 4).

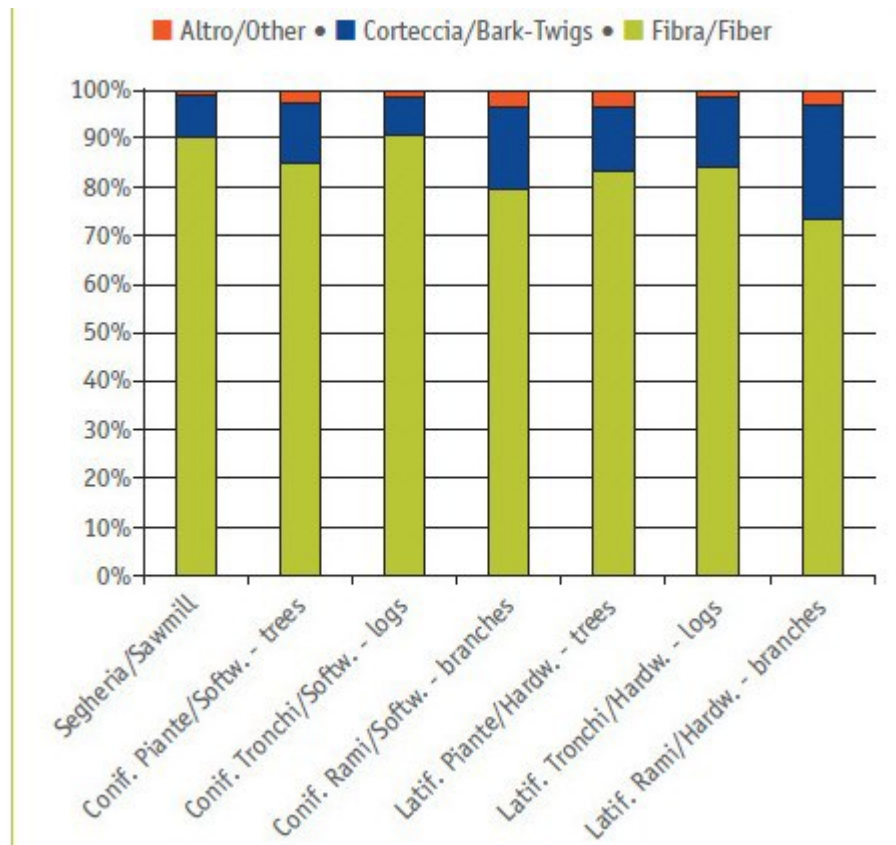


Figura 4: Contenuto in fibra del cippato ottenuto da diversi tipi di materia prima [18].

2.2. Materia prima

La qualità del cippato dipende dalla materia prima utilizzata e dalla cippatrice. Per quanto riguarda la materia prima, il cippato può essere suddiviso nei seguenti gruppi:

- cippato forestale (prodotto da tronchi, alberi interi, residui di taglio o ceppi),
- Cippato di residui di legno (prodotto da residui di legno non trattati, legno riciclato, scarti di lavorazione),
- Cippato di residui di segheria (prodotto da residui di segheria),
- Cippato di bosco ceduo a rotazione breve (prodotto da colture energetiche).

Quasi tutti gli alberi possono essere convertiti in cippato, ma il tipo e la qualità del legno utilizzato per la produzione di cippato dipende in larga misura dal mercato. Le specie di conifere, ad esempio, tendono a essere più versatili per l'uso come cippato rispetto alle specie di latifoglie, perché sono meno dense e crescono più rapidamente.

In generale è opportuno puntare su materie prime vergini, che limitano il rischio di contaminazione e favoriscono lo sviluppo di un mercato locale per i sottoprodotti delle attività di gestione del territorio.

2.3. Pezzatura del cippato

Le dimensioni e la forma del cippato variano a seconda dei parametri di progettazione della cippatrice o del frantoio, dell'affilatura dei coltelli e della qualità del legno. La cippatura con coltelli smussati o con aperture ridotte in un vaglio cippatore produce trucioli piccoli e un'elevata quantità di fini.

La frantumazione di legno fresco e umido produce trucioli lunghi e stretti, mentre la cippatura di legno secco o di piccolo diametro e di residui forestali produce un'elevata quantità di fini. A causa delle irregolarità del legno, una singola cippatrice che sminuzza un singolo tondello produce trucioli di molte dimensioni e forme. Inoltre, i trucioli di legno si rompono durante la movimentazione. Pertanto, un carico di cippato contiene sempre di dimensioni e forme diverse (Fig. 5).



Figura 5: Cippato di tondame di piccolo diametro prodotto con una cippatrice mobile [19].

Gli utenti finali preferiscono una dimensione uniforme delle particelle in quanto l'omogeneità della pezzatura del cippato è fondamentale per un buon funzionamento delle caldaie, specialmente per quelle di piccole dimensioni.

La dimensione delle particelle - in particolare lo spessore del truciolo - è un parametro importante nel processo di spappolamento delle fibre, mentre la lunghezza del truciolo ha un effetto più marcato sul macero a base di solfito. Un'ampia distribuzione granulometrica, ovvero dimensioni del truciolo non uniformi, provoca una cottura non uniforme, una bassa resa e una scarsa qualità della pasta. Pertanto, il truciolo ha determinati requisiti dimensionali al mulino.

Il cippato utilizzato per la produzione di calore ed energia ha requisiti dimensionali per garantire una combustione ottimale e un funzionamento stabile dei macchinari per la movimentazione del cippato. Gli impianti di riscaldamento su piccola scala hanno bisogno di un flusso stabile di materia prima di alta qualità e di buona lavorabilità.

Materiale di dimensioni variabili può portare a intasamenti nel sistema di alimentazione, che rappresenta la causa più comune di interruzione dell'attività dei piccoli impianti [19].

L'analisi granulometrica del cippato energetico può essere eseguita utilizzando setacci con aperture circolari di 3 mm, 45 mm, 16 mm, 8 mm e 3,15 mm. (ISO 17827-1:2016). Uno standard applicabile al materiale fine materiale fine (ISO 17827-2:2016) utilizza setacci con apertura rotonda di 3,15 mm e 3,15 mm e setacci da 2,8 mm, 2,0 mm, 1,4 mm, 1,0 mm, 0,5 mm. mm, 1,0 mm, 0,5 mm e 0,25 mm in tela metallica.

Le classi dimensionali del cippato sono definite nella norma UNI CEN/TS 14961.

Tabella 1: Classi dimensionali del cippato secondo la norma UNI CEN/TS 14961.

Classi dimensionali (mm)	Composizione granulometrica percentuale		
	Frazione principale >80% del peso	Frazione fine < 5%	Frazione grossolana max. lunghezza della particella
P16	3,15 mm ≤ P ≤ 16 mm	< 1 mm	max 1% > 45, tutte < 85 mm
P45	3,15 mm ≤ P ≤ 45 mm	< 1 mm	max 1% >63 mm
P63	3,15 mm ≤ P ≤ 63 mm	< 1 mm	max 1% >100 mm
P100	3,15 mm ≤ P ≤ 100 mm		max 1% >200 mm

2.4. Contenuto di umidità

Il contenuto di umidità del cippato caricato è un fattore significativo che influisce sul processo di gassificazione. L'aumento del contenuto di umidità aumenta il consumo di energia, necessario per coprire il consumo di calore legato all'evaporazione dell'acqua e influisce negativamente sulla qualità del gas di legno e sulla quantità di combustibile in ingresso.

Per ottenere il contenuto di umidità ottimale (circa il 30%) e, quindi, aumentare il potere calorifico del combustibile, questi residui devono essere conservati per circa 5-7 mesi nel sito forestale prima di essere cippati e il contenuto di umidità più basso si raggiunge a settembre.

Quindi, per quanto riguarda le caratteristiche ottimali del cippato: il taglio ottimale è nell'area di taglio dopo l'accatastamento; il periodo di stoccaggio è importante per prevenire il deterioramento della qualità della qualità del combustibile; i mesi estivi e l'inizio dell'autunno sono i più adatti per il taglio [20].

In [21] è stato analizzato l'effetto dell'umidità del cippato sulla combustione. Il potere calorifico del legno in entrata con un contenuto di umidità del 40% era di circa 10 MJ/kg e il contenuto medio di

ceneri era dell'1,82%. I trucioli di legno con un contenuto di umidità più elevato hanno un potere calorifico inferiore, il che comporta una minore efficienza della caldaia. Si verifica anche una diminuzione della temperatura di combustione e un aumento della quantità di CO nei gas di scarico, ma anche una minore concentrazione di composti NOx.

2.5. Classificazione e standardizzazione

Il combustibile legnoso può essere suddiviso in diverse classi a seconda del contenuto di umidità e della pezzatura; in particolare è stato proposto uno standard pratico basato su tre categorie definite dalle classi di pezzatura [18]:

- cippato di qualità superiore (2-25 mm): cippato di legno selezionato molto attentamente senza la presenza di pezzi sopra misura, per la sua produzione sono necessarie attrezzature di cippatura e vagliatura specializzate;
- cippato di buona qualità (2-50 mm): la categoria più utilizzata a livello commerciale, adatta per la maggior parte delle caldaie di dimensioni medio-piccole, questo combustibile si ottiene con cippatrici selezionate e/o con una semplice vagliatura;
- cippato di classe grossolana (2-100 mm): utilizzato nel settore dell'autoapprovvigionamento e in alcuni settori commerciali. Caratteristica di questo combustibile è il prezzo molto basso che compensa eventuali interventi di manutenzione.

Un dato lotto di cippato è caratterizzato da una sequenza di lettere e numeri che indicano le sue origini, la pezzatura, il contenuto di umidità, tutti misurati secondo metodi descritti nello standard stesso.

2.6. Conservazione del cippato e attività microbica

In generale, lo stoccaggio porta a un minore umidità e quindi a un maggiore potere calorifico netto.

Il metodo e la durata dello stoccaggio sono essenziali per il risultato, dato che la biomassa legnosa si bagna facilmente e la domanda non uniforme di combustibile porta a un aumento dei costi all'interno della catena di approvvigionamento. La scelta del luogo e del metodo di stoccaggio e del metodo di stoccaggio è solitamente influenzata anche da considerazioni logistiche [21].

La gestione del contenuto di umidità è un aspetto fondamentale, poiché influisce sui processi biologici e chimici e sul potere calorifico netto. A seconda del tipo di legno utilizzato e delle condizioni di raccolta, manipolazione e stoccaggio, è stato riscontrato che i trucioli di legno combustibile favoriscono la crescita di un'ampia gamma di microrganismi, in particolare di funghi.

L'attività dei microrganismi comincia entro poche ore dopo la cippatura e può continuare per settimane, finché il calore sviluppato dalla respirazione microbica diventa così intenso da inibire un ulteriore sviluppo dei microrganismi.

I trucioli di legno spesso si riscaldano durante lo stoccaggio, il che può essere attribuito all'attività microbica e all'ossidazione chimica. Questo sviluppo di calore può, in alcuni casi, portare all'autocombustione della biomassa immagazzinata.

Inoltre, l'attività microbica e l'ossidazione possono portare a perdite di sostanza secca e ad elevate perdite di energia dalla biomassa immagazzinata. Queste perdite sono di solito più elevate durante lo stoccaggio di cippato che durante lo stoccaggio di biomassa non sminuzzata, a causa della maggiore superficie esposta alla potenziale degradazione microbica; inoltre, vi è un flusso d'aria ridotto e la compattazione è maggiore.

2.7. Modalità di stoccaggio

Il cippato può essere stoccato in modi diversi in termini di funzioni legate alle condizioni del sito [8] e di strategie logistiche. Tuttavia, molti studi hanno dimostrato che lo stoccaggio del cippato a lungo termine (oltre tre mesi) può causare significative perdite di sostanza secca e una conseguente riduzione del valore energetico netto. Infatti, queste perdite di sostanza secca possono raggiungere il 20% del valore iniziale per un periodo di stoccaggio di un anno. Il cippato immagazzinato in cumuli di piccole dimensioni può essere utilizzato in diversi sistemi di copertura per garantire un buon potere calorifico e perdite energetiche limitate. Al contrario, lo stoccaggio di biomassa legnosa in grandi cumuli è possibile solo all'aperto, dove i cumuli sono scoperti per motivi logistici ed economici.

Il cippato dovrebbe essere stoccato al coperto per evitare la bagnatura, ma è necessario un buon flusso d'aria per disperdere il vapore acqueo e ridurre al minimo la possibilità di compostaggio e la formazione di muffe.

Inoltre, l'altezza della catasta deve essere mantenuta al di sotto dei 10 m per evitare l'accumulo di calore dovuto al compostaggio e il potenziale di combustione spontanea.

I cumuli di cippato possono essere coperti con teli impermeabili (consentono solo il flusso dell'umidità dal cumulo verso l'atmosfera permettendo l'asciugamento del combustibile), immagazzinati sotto tettoie oppure compattati con un bulldozer avvolgendoli con pellicole plastiche ad uso agricolo.

In generale, le principali raccomandazioni per la produzione e lo stoccaggio del cippato sono:

- Il legno deve essere conservato per almeno tre mesi (durante l'estate) in una posizione asciutta, ventilata e soleggiata (essiccazione naturale);

- Il legno conservato correttamente durante l'estate dovrebbe avere un contenuto d'acqua inferiore al 30%;
- Dopo la stagione secca (all'inizio dell'autunno) le cataste di legna devono essere coperte;
- Solo il cippato secco (contenuto d'acqua inferiore al 30%) può essere stoccato in depositi chiusi;
- Il cippato deve essere rimosso dallo stoccaggio seguendo la semplice regola FIFO "first in - first out";
- Indossare sempre una maschera per proteggersi dalle particelle di polvere fine e dai vari microrganismi quando si maneggia il cippato nei magazzini chiusi;
- Evitare di stoccare cippato umido con molti aghi e foglie. La temperatura nel cumulo di questo tipo di cippato (cippato verde) aumenterà (attività dei microrganismi).



Figura 6: Esempio di stoccaggio del cippato.

2.8. Cippatrice

Una cippatrice è una macchina costruita appositamente per ridurre il legno in trucioli e può essere stazionaria o montata su un carrello, su un rimorchio, su un camion o sull'attacco a tre punti nella parte posteriore di un trattore. Può essere dotata di un motore proprio o attivata dalla presa di forza del trattore. A seconda dell'unità di cippatura, è possibile distinguere tra:

- cippatrici a disco: l'unità di cippatura è costituita da un pesante volano sul quale sono montati radialmente da due a quattro coltelli. La dimensione dei trucioli è solitamente compresa tra 0,3 e 4,5 cm e può essere modificata da un coltello regolabile;

- cippatori a tamburo: più grandi e potenti dei cippatori a disco, questi cippatori possono lavorare facilmente sia i tronchi che i residui della raccolta. Le dimensioni del cippato sono più eterogenee, con lunghezze fino a 6,5 cm. I coltelli devono essere sostituiti ogni 50-100 t (lavorando con legno duro) o 200-300 t (con legno tenero);

- cippatori a coclea: la cippatura è assicurata da una grossa vite senza fine a sezione decrescente con bordi taglienti che ruota su un asse orizzontale. Queste macchine, non particolarmente diffuse, possono lavorare per lo più alberi o tronchi interi e produrre trucioli più grandi (fino a 8 cm) rispetto alle cippatrici a disco e a tamburo.

2.9. Caldaie a cippato

Le caratteristiche tecniche di un generatore termico sono essenzialmente la potenza (kW), il rendimento (%), la durata in esercizio (anni) e la praticità di gestione.

In particolare, l'efficienza è il parametro che negli ultimi anni è migliorato nettamente: negli anni ottanta era intorno al 50-60%, mentre oggi è superiore all'80% e in alcuni modelli può arrivare anche oltre il 90% (in particolare i piccoli e medi impianti).

Le caldaie a cippato si dividono in due categorie: caldaie a griglia fissa e caldaie a griglia mobile [22].

- Caldaie a griglia fissa: esse richiedono materiale molto omogeneo a causa della griglia di dimensioni ridotte e del fatto che i pezzi di dimensioni eccessive potrebbero bloccare la coclea. Al contrario, le caldaie con una capacità maggiore e in cui è possibile installare alimentatori idraulici a pistoncini sono molto più flessibili. L'umidità del cippato nelle caldaie a griglia fissa non deve essere superiore al 30%; infatti, esso ha una scarsa inerzia termica in quanto il volume della camera di combustione e quello dell'acqua nello scambiatore di calore sono limitati. L'introduzione di materiale molto umido abbasserebbe eccessivamente la temperatura di combustione. Inoltre, un'umidità troppo elevata potrebbe compromettere la fase di avvio, dato che queste caldaie sono dotate di un dispositivo di accensione automatica (elettrico). L'umidità del cippato deve essere il più possibile omogenea; infatti, più è eterogenea, maggiore sarà l'esborso di capitale per una tecnologia in grado di gestire anche il più complesso processo di combustione che ne può derivare.
- Caldaie a griglia mobile: Sono generatori di potenza medio-grande, indicativamente da 500 kW fino ad alcuni MW, impiegati sia a scala industriale che al servizio di reti di teleriscaldamento e quindi di grandi volumi e/o di elevati fabbisogni termici: tuttavia,

recentemente, il mercato propone caldaie a griglia mobile anche di piccola taglia. Esse possono bruciare cippato fresco; tuttavia, maggiore è l'umidità del cippato, maggiore sarà la perdita di efficienza del processo di conversione energetica. Infatti, parte dell'energia deve essere "spesa" per far evaporare l'acqua dal legno. Inoltre, l'uso di cippato di bassa qualità (ad esempio, cippato ottenuto esclusivamente da residui di taglio di conifere e composto principalmente da aghi) aumenta i costi di manutenzione (scorie di fusione, pulizia dello scambiatore) e produce un notevole calo delle prestazioni del generatore con un conseguente aumento dei costi energetici finali.

2.10. La tecnologia

Il committente può definire dei requisiti minimi sulla qualità tecnologica della caldaia, ad esempio:

- Le caldaie installate devono essere ad alta efficienza, con rendimenti certificati da ente terzo accreditato superiori o uguali a quelli definiti dalla norma EN 303-5. Per le caldaie con potenza superiore a 300 kW il rendimento certificato dovrebbe essere superiore all'85%;
- Gli impianti devono garantire un rendimento utile nominale minimo η , in funzione della taglia dell'impianto (potenza massima al focolare P_n , in kW), dato da una espressione desunta dalla norma EN 303-5;
- La caldaia deve essere dotata di un sistema di controllo separato dell'aria primaria e secondaria;
- Dotazione di un sistema automatico di alimentazione del combustibile, di un estrattore automatico delle ceneri e di sistemi di sicurezza contro il ritorno di fiamma che rispettino le normative di sicurezza;
- Presenza di un generatore ausiliario;
- Dotazione del pannello elettronico con display che permette la visualizzazione dei parametri di riferimento e il controllo in remoto dell'impianto;
- Deve essere prevista l'installazione di un preciso contabilizzatore del calore e dell'energia elettrica consumata dall'impianto;
- Predisposizione per la combustione delle biomasse agroforestali non contaminate.

CAPITOLO 3

3. Caratteristiche dell'area rurale oggetto di analisi

3.1. Morfologia e idrologia

Il territorio prevalentemente montuoso è compreso tra i monti Peloritani, nel versante orientale, e le Madonie in quello occidentale mentre a Est si estende fino a lambire il massiccio Etno. La morfologia della zona e la sua rete di deflusso idrico sono legate principalmente alle due catene montuose che caratterizzano il territorio, esso è definito principalmente da zone ondulate nella parte più bassa dove trovano collocazione i pascoli ed i seminativi e da una zona più montuosa dove sono collocati i boschi, i pascoli e le cime più alte. Morfologicamente i Nebrodi sono rappresentati da una linea sinuosa di possenti rilievi, quasi tutti oltre i 1500 mt di altezza, dai fianchi scoscesi e dalle cime arrotondate. Il Monte Soro alto mt. 1847 ricadente nel comune di Cesarò è la cima più alta, seguito da Poggio Tornitore mt. 1571 (Cesarò), Monte Pelato mt. 1567 (Cesarò e Capizzi), Monte Pomiere mt. 1544 (Capizzi) e Monte dell'Abate mt. 1371 (S. Teodoro). Dal punto di vista geo-pedologico, la zona è alquanto complessa e presenta situazioni diverse partendo dalle quote più basse fino al raggiungimento di quelle più alte. Le due formazioni geologiche più diffuse nell'area sono rappresentate da argille intercalate con calcari marnosi e arenarie a granulometria variabile; le zone argillose si trovano con più frequenza nelle parti più basse e medie del territorio che presentano un paesaggio alquanto movimentato a seguito di fenomeni di dissesto tipici di questi substrati. Le rocce arenarie le troviamo nelle zone più alte e per la resistenza ai fenomeni erosivi, tendono ad emergere nel paesaggio formando le zone decisamente più stabili rispetto ai versanti sottostanti, infatti i principali centri abitati sorgono su aree sommitali. La permeabilità dei terreni risulta variabile in relazione alle caratteristiche primarie (porosità) e secondarie (fessurazione); sono distinguibili, infatti, terreni ad alta permeabilità: quelli situati a fondo valle, a media permeabilità: quelli situati nelle fasce arenarie e a bassa permeabilità: i terreni costituiti da successioni argillose [23].

3.2. Clima

I complessi boschivi incidono notevolmente sul clima del territorio, esso è caratterizzato da inverni lunghi e abbastanza rigidi ed estati miti e non afose. La temperatura è compresa tra lo 0 e i 12°C. nel periodo invernale, anche se non mancano picchi al di sotto dello 0° C, in concomitanza di eventi nevosi

che in alcune annate sono alquanto frequenti; nel periodo estivo le temperature oscillano tra i 20 e i 35°C., solo eccezionalmente queste possono essere superate. La piovosità media della zona si aggira tra i 600 e i 1400 mm. annui ed è concentrata principalmente nel periodo autunno-vernino, giornate di pioggia si possono verificare anche nel periodo primaverile. Durante il periodo autunnale, specie nelle ore mattutine, si possono notare banchi di nebbia che rendono difficile la circolazione. I venti che caratterizzano la zona sono: il maestrale che spira da nord-ovest, la tramontana che troviamo principalmente nel periodo invernale e spira da nord e lo scirocco, vento caldo del sud-est. Da uno studio effettuato sui climi si rileva che nella zona dei Nebrodi i giorni di calma corrispondono a 70 , i giorni di vento modesto a 200 giornate e i venti forti a circa 20 giornate l'anno. Si deduce quindi che il clima è prettamente montano ad eccezione delle zone che si trovano a quote più basse dove il clima risulta tipico delle zone mediterranee ed infatti troviamo le colture dei fruttiferi e degli oliveti.

3.3. Flora e fauna

Il territorio va da un altitudine di circa 300 mt. s. l.m. (parte più bassa del comune di Troina) a 1800 mt (Monte Soro del comune di Cesarò), dal punto di vista della flora, presenta un areale al quanto variegato della quale per maggiore semplificazione si riporta in Tabella 2.

Tabella 2: Flora e Fauna presente nel territorio di Cesarò.

FLORA		
Fascia pedo-collinare fino a 800 mt. s.lm	Fascia pedo-montana da 800 a 1200 mt. s.lm	ascia montana oltre i 1200 mt. s.lm
Fruttiferi (melo, pesco, pero, vite, olivo), ortive (broccolo, cavolfiore, finocchio, cipolla)	Boschi caducifogli: cerro, roverella, pino, castagno, ecc.	Boschi: faggio, cerro, acero, frassino, ecc.
Boschi sempreverdi di Quercus, Robinia	Macchia mediterranea: leccio, rosa canina, melo selvatico, rovo, lampone, felci, funghi, ecc.	Piante da sottobosco: agrifoglio, pungitopo, tasso, biancospino, elce, funghi, ecc.
Macchia mediterranea: erica arborea, ginestra spinosa, corbezzolo, mirto, euforbia, lentisco, leccio, tamerice, sambuco, canna, ecc.		

FAUNA			
Mammiferi	Rettili	Anfibi	Uccelli sono classificati in base al loro habitat
Lepre, coniglio selvatico, cinghiale, gatto selvatico, volpe, istrice, riccio, donnola, martora, ghiro, arvicole dei savi, topo selvatico, moscardino, topo ragno di sicilia, mustiolo, quercino, ecc.	Lucertola, testuggine comune, ramarro occidentale, testuggine palustre siciliana, gongolo, luscengola. Serpenti: natrice dal collare, biacco, ecc	Rospo, smeraldino siciliano, rana, discoglossa, rana verde minore, ecc.	Zone rocciose e aspre: aquila reale; aree aperte ai margini dei boschi: poiana, sparviero, falco pellegrino, allocco, gheppio; aree umide: folaga, tuffetto, martin pescatore, merlo acquaiolo, ballerina gialla, cincia bigia di Sicilia; aree da pascolo: beccaccia, coturnice di sicilia, upupa, corvo imperiale, codibugnolo di sicilia, corvo imperiale, airone cinerino, cavaliere d'Italia.
Sono presenti diverse specie di farfalle e insetti			

3.4. Produzioni

L'alta incidenza dei boschi, dell'arboricoltura da legno e della superficie agraria utilizzata per altre attività sulla superficie agricola totale fa sì che la superficie agricola utilizzata risulta di molto inferiore rispetto a quella totale difatti la superficie agricola totale risulta di Ha 43.789,68 mentre la SAU è di 35.966,76.

Lo scenario produttivo attuale del bacino agricolo di Cesarò e dintorni oggi è caratterizzato da allevamento allo stato brado di:

- Bovini per la produzione di carne e latte con successiva caseificazione in formaggi tipici;
- Ovi-caprini sempre per la produzione di carne e latte con successiva caseificazione;
- Suini per la produzione di carni fresche ed insaccati.

Tale settore è oggi in difficoltà, oltre che notevolmente frammentato e scarsamente specializzato, ove l'assenza di associazionismo e di aggregazione porta ancor più un aumento dei costi gestionali e produttivi.

Le altre produzioni predominanti sul territorio in parte annesse all'allevamento sono:

- la produzione di foraggio fresco o trasformato in fieno;
- cereali da granella quali orzo, frumento tenero e grano duro;
- in piccolissima percentuale leguminose da granella quali sulla, pisello da foraggio, favino e cece.

Produzioni invece di minore rilevanza riguardano il settore orto-frutticolo caratterizzato da: alberi di pere, mandorleti, oliveti, ed ortaggi da pieno campo quali fave, piselli, fagioli, cicorie, biette, broccoli, cavoli e pomodori. Anche tali settori risultano frammentati e poco specializzati, con costi gestionali rilevanti.

Lo scopo è quello di garantire, con l'ausilio di buoni canali di marketing e di vendita diretta dei prodotti, una economia aziendale più stabile, meno gravata dai prezzi internazionali se specializzata in produzioni tipiche riconosciute da marchi di qualità quali igp, doc, dop e garanzia di qualità controllate come l'agricoltura biologica.

Inoltre, si ha:

- **Seminativo:** La superficie a seminativo rappresenta nel complesso il 40% circa della superficie agraria ed è concentrata principalmente nella fascia pedemontana; sono presenti seminativi arborati in tutti e quattro i comuni del comprensorio. Le piante arboree riscontrate più frequentemente sono l'olivo, il mandorlo, ecc.
- **Boschi:** Dai dati ISTAT la superficie boscata risulta pari a Ha 6.053,06 circa il 15% della SAU. Sono localizzati lungo i pendii del monte Soro (Cesarò), monte dell'Abate (S. Teodoro), ed i monti Pelato e Pomiere (Capizzi); le specie più rappresentate sono il faggio, l'acero, il castagno, il leccio, ecc. I boschi assumono un ruolo importante nell'economia agricola del comprensorio per la produzione di legname e di frutti quali castagne, e funghi che negli ultimi anni rappresentano dei prodotti integranti il reddito aziendale; inoltre essi assumono un ruolo fondamentale nell'equilibrio ecologico ed ambientale del territorio e possono interagire con gli aspetti di difesa del suolo (sistemazioni idonee dal punto di vista idraulico agrario e rimboschimenti).
- **Cereali:** La coltivazione dei cereali occupa una superficie totale di Ha. 4.300 circa, di cui il 90% è rappresentato da grano duro (cv. Simeto, Capeiti, Appulo, Cora, ed ecotipi locali), la restante parte è coltivata ad orzo, avena e mais.
- **Foraggicoltura:** La superficie coltivata a foraggi è di Ha. 11.500 circa distribuita su 1.093 aziende per la maggior parte concentrate nei territori comunali di Cesarò e Troina.
- **Vite:** Nel comprensorio in esame la coltura della vite è poco rappresentata in quanto essa viene coltivata in piccoli appezzamenti del territorio e il prodotto viene destinato esclusivamente all'autoconsumo.

- Olivo: L'olivicoltura nel territorio in esame si estende su una superficie di Ha. 600 circa, concentrata in prevalenza su Troina e Cesarò;
- Frutticoltura: Occupa una superficie di circa 600 Ha. distribuita su circa 1100 aziende. Gli impianti frutticoli sono situati nella zona Sud Est in prossimità del fiume Simeto, del fiume Troina e del torrente Vignazza ad un'altitudine che varia da 600 ai 900 mt. s.l.m. e per circa il 50% ricadono nella parte bassa del territorio di Cesarò.

3.5. Le energie da biomassa nel territorio di Cesarò e Troina

Il territorio preso in esame in questo lavoro possiede un potenziale boschivo nell'arco di 30 km circolari di circa 1000 ettari, ed altrettanti 1000 ettari in area agricola ricadenti a confine con il fiume Troina, ove vi sono le caratteristiche pedologiche per lo sviluppo d'impianti boschivi da biomassa e le condizioni idriche necessarie a far in modo che gli impianti possano venire irrigati nelle stagioni estive, soprattutto nei primi anni di piantumazione.

L'areale boschivo è composto per la maggior parte da specie del genere QUERCUS cerro e rovere, si trovano poi conifere ed arbusti di sottobosco.

Nel territorio analizzato oggi non sono presenti impianti di produzione di energia da biomassa, l'unico impianto di produzione è situato nel comune di Dittaino in provincia di Enna ad una distanza dai luoghi di pertinenza del progetto superiore a 50 km. Impianto che risulta sovra dimensionato rispetto alle superfici boschive presenti nell'areale interessato, con una produzione d'energia elettrica stimata di 22 MW.

Oggi il paradosso riscontrato sullo sviluppo di impianti di produzione di cippato è dato dal progettare impianti con produzioni energetiche molto elevate che vanno a superare tutte le stime di produzione di legna per il fabbisogno dell'impianto, andando così ad incidere sui costi di gestione e sui costi di approvvigionamento della legna e soprattutto sul progressivo disboscamento senza prevedere una soluzione.

Di certo l'interesse di tali impianti risiede nelle tariffe incentivanti GSE, prospettandosi oggi fuori da ogni qual si voglia impianto d'energia pulita, ma che mette a rischio il panorama boschivo delle aree interessate e quindi il clima e l'intero ambiente agrario e forestale.

3.6. Il bosco, le biomasse e l'agricoltura di Cesarò e Troina

Il mondo agricolo svolge un ruolo fondamentale nei territori di Cesarò e Troina, ma la produzione di biomasse o l'utilizzo della legna data dai boschi presenti ancor oggi non viene utilizzata per lo sviluppo di tali energie.

L'agricoltura controlla i terreni coltivabili, fonte prima delle biomasse, e deve cogliere questa opportunità per poter contribuire in buona parte alla sostituzione dei combustibili fossili soprattutto in areali come quelli dei Nebrodi di Cesarò e Troina.

Una difficoltà risiede nella capacità da parte degli imprenditori di utilizzare le tecnologie più appropriate ed interessanti, cercando di sfruttare al meglio le grandi potenzialità del territorio.

Sono numerose le modalità di trasformazione della biomassa in energia:

- si può ottenere calore per riscaldamento degli edifici,
- elettricità,
- combustibili liquidi per autotrazione tramite i processi di pirolisi, gassificazione e fermentazione [18].

Il legno è una materia molto versatile e per questo motivo è stato impiegato in una varietà di usi sin dai tempi più antichi, sostituito poi da carbone e petrolio divenute principali fonti d'energia.

La legna da ardere è ancora ampiamente utilizzata in questi paesi ed aree rurali, il cui consumo annuale è stimato in oltre 10 mila tonnellate, la maggior parte bruciate in stufe di tipo tradizionale [18], che purtroppo però sono incompatibili con lo stile di vita moderno (poiché hanno un potenziale di espansione molto limitato, a causa della bassa efficienza energetica, della scarsa versatilità e in generale del livello di conduzione troppo oneroso).

Uno sviluppo importante nell'impiego delle biomasse legnose dovrebbe essere indirizzato verso quelle tipologie di materia prima attualmente inutilizzata, che possiedono un basso valore commerciale e quindi possono essere sfruttate senza arrecare grande disturbo ad eventuali altri settori commerciali.

Questi materiali, che non è detto siano adatti alla produzione di legna da ardere, potrebbero essere trasformati in un altro combustibile legnoso come il cippato.

Gran parte dell'interesse del mondo economico è concentrato sulla produzione della biomassa legnosa di origine forestale, in particolare in Italia l'attenzione si concentra nelle aree Alpina e Appenninica, ricche di risorse forestali; solo negli ultimi anni l'attenzione si sta spostando nelle aree di pianura, dove si sta sviluppando la "short rotation forestry" (cedui da biomassa) che consiste nella coltivazione, ad alta densità, di specie arboree a rapida crescita che vengono "ceduate" ad intervalli frequenti per la produzione di cippato (legno sminuzzato) da destinare prevalentemente alla trasformazione energetica.

Oggi, la trasformazione del cippato in energia segue due vie principali: combustione e gassificazione.

La seconda è ancora ad uno stadio sperimentale, e quindi la procedura di trasformazione di gran lunga più usata a livello commerciale resta la combustione, che è impiegata per produrre sia calore che energia elettrica, spesso in combinazione [18].

Esistono differenze sostanziali tra la produzione di calore e quella di elettricità. In primo luogo i prezzi, che sono molto differenti: in alcuni paesi le tariffe applicate all'energia elettrica ottenuta da fonti rinnovabili risultano talmente favorevoli da causare una corsa verso la costruzione di centrali elettriche, un esempio è l'impianto di Dittaino, dove attualmente sono presenti 32 centrali per una potenza installata totale di circa 400 Mwe.

Inoltre, la maggior parte delle centrali utilizza impianti a vapore che, per raggiungere adeguate efficienze di conversione, devono essere di taglia abbastanza elevata.

Pertanto la filosofia produttiva si concentra su un approccio centralizzato e industriale, a cui corrisponde un notevole sforzo logistico per consentire un approvvigionamento regolare e sostenuto.

Un aspetto importante consiste nel fatto che le centrali che producono calore possono raggiungere efficienze elevate anche se di dimensioni ridotte: oggi in Italia ne esistono oltre 50, per una potenza complessiva di circa 200 MWt [18].

Questa considerazione assume notevole importanza: una centrale che genera energia elettrica a partire da un combustibile è caratterizzata da efficienze di conversione modeste (dell'ordine del 30÷40%) che si riducono significativamente al diminuire del carico, mentre una centrale che genera calore presenta efficienze di conversione assai più elevate (prossime al 100%) che si mantengono tali anche riducendo il carico. A parità di potenza, quindi la generazione di 1MWh termico (MWht) non richiede la stessa quantità di combustibile necessaria per 1MWh elettrico (Mwhe).

Tenendo conto dei tipici valori dell'efficienza di trasformazione la richiesta di combustibile è molto diversa, e può essere stimata dell'ordine delle 1000-1200 t di legname tal quale per 1MWht, e di circa 10.000 t per 1Mwhe, con un rapporto di quasi 1:10.

Da ciò derivano due conseguenze importanti: la prima è che le centrali elettriche possono determinare una forte pressione sul territorio, e il loro approvvigionamento con biomassa di origine locale richiede una buona organizzazione, e l'applicazione di tecniche specialistiche nella produzione, raccolta e trasporto del legname; la seconda è che risulta più semplice organizzare l'approvvigionamento di un impianto di riscaldamento ancorché collettivo, perché le quantità in gioco sono ancora relativamente modeste.

D'altra parte, la produzione di calore e quella di elettricità non sono in conflitto; infatti le centrali elettriche producono anche calore, che potrebbe essere impiegato per riscaldare gli insediamenti circostanti, fornendo al contempo un reddito addizionale all'impresa che riuscisse a venderlo (cogenerazione).

Quindi è possibile produrre sia calore che elettricità con un cogenerativo approvvigionato utilizzando una quota importante di cippato prodotto localmente.

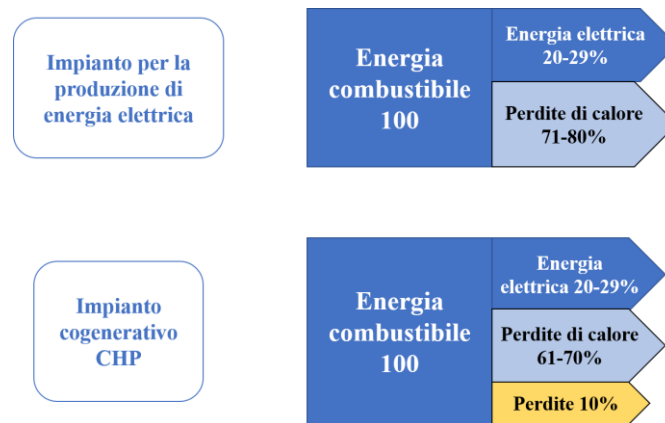


Figura 7: Impianto per la produzione di energia elettrica e Impianto cogenerativo CHP.

La disponibilità della materia prima in dell'area analizzata in questo lavoro di tesi possiede diverse fonti, tipi, volumi e canali di distribuzione che rientrano nei bilanci di convenienza economica.

La selvicoltura, l'agricoltura e la manutenzione del verde urbano sono le principali fonti di materia prima:

- la prima offre una grande varietà di materie prime, che possono derivare da tagli di maturità, diradamenti, interventi fitosanitari e anche da piantagioni forestali dedicate (Short-Rotation-Forestry) qui ancora sotto potenziate e che porterebbero una diversificazione delle produzioni importanti;
- la seconda può fornire grandi quantità di materiale legnoso, ad esempio quella ottenuta dalle potature e da espanti dei frutteti;
- la terza produce quantitativi notevoli di residuo legnoso che spesso costituisce un problema di smaltimento, in quanto, essendo qualificato come rifiuto, presenta un costo non trascurabile.

I canali di distribuzione per queste materie prime sono i boschi appartenenti al demanio pubblico, agli enti locali e ai proprietari privati.

Le associazioni di proprietari forestali possono svolgere un ruolo molto importante, dato che possono aggregare l'offerta, coordinare la trasformazione e organizzare tutti gli aspetti logistici e amministrativi.

I bacini di approvvigionamento dovrebbero estendersi per un raggio di circa 40-50 km considerando che oltre questa distanza la produzione di biomassa può diventare svantaggiosa.

Il consumo di cippato da parte delle strutture di riscaldamento di dimensione medio-piccola può essere alla portata delle imprese boschive e questo può rappresentare un importante mercato per il settore forestale locale.

Ad esempio uno studio su 23 centrali di teleriscaldamento condotto nel nord-est italiano nel 2005, per una potenza totale installata di 154 MWt, ha rilevato un consumo totale di 469.000 m³ di cippato nel 2004, corrispondente a una media annua di 3500 m³ per MWt [18].

Le condizioni di approvvigionamento sono uno dei fattori più importanti per l'acquirente e hanno un considerevole effetto sul prezzo finale; esistono tre tipologie principali di approvvigionamento di combustibile legnoso:

- auto-approvvigionamento, che si ha quando l'utente del calore ha accesso a una fonte di combustibile sotto forma di residui e sottoprodotti agricoli, forestali o industriali (caso considerato in questo lavoro);
- contratto di fornitura del combustibile, che regola la fornitura della biomassa legnosa dalle imprese locali alla centrale di riscaldamento e definisce tutti gli aspetti qualitativi, quantitativi, di ubicazione, di tempistica e il prezzo delle consegne;
- contratto di fornitura del calore, che regola le condizioni di vendita dell'energia dal proprietario dell'impianto all'utente finale e il gestore dell'impianto stabilisce i contratti di fornitura con le compagnie che consegnano il combustibile.

CAPITOLO 4

4. Azienda pilota su cui è progettato l'intervento

4.1. Situazione attuale

L'azienda sulla quale verrà sviluppato il progetto è localizzata nella zona sud-est del comune di Cesarò, ad una distanza dai centri abitati di 10 km, ed ad una distanza dei boschi di Cesarò e Troina di soli 15 km.

L'azienda si estende su un unico fondo dell'ampiezza di 10 ettari, collocata ad un'altezza s.l.m di 850 metri.

I terreni possiedono una struttura pedologica di medio impasto, di cui:

- 3 ettari di conformazione collinare con una struttura tendente all'argilloso, esposta a sud;
- i restanti 7 ettari di conformazione pianeggiante costituiti da un terreno di origine alluvionale con una tessitura limoso argillosa ed un rilevante potenziale umico organico, esposti a sud-est.

Il clima che interessa i luoghi è caratterizzato da:

- Primavera leggermente piovose che permettono la lavorazione dei terreni a partire dai mesi di aprile maggio.
- Estate calde ed asciutte, con scarsa piovosità presente nel mese di agosto, caratterizzata da brevi temporali.
- Autunni con media piovosità, concentrati soprattutto nel mese di ottobre e novembre.
- Inverni quasi sempre rigidi caratterizzati da intense piogge e soventi nevicate.

L'azienda ha un indirizzo produttivo orto-frutticolo, l'intento è di diversificare le produzioni andando a trasformare parte dei prodotti tramite i processi di essiccazione.

In azienda sono presenti due strutture quali:

- una stalla di 300 m² che verrà utilizzata come ricovero per galline per la produzione di uova, esse utilizzeranno la superficie boschiva per alimentarsi ed il resto dell'alimentazione sarà caratterizzata da grano duro e gli scarti di produzione orticola;
- uno stabile di 350 m² disposto su due piani dove:
 - al pian terreno verrà strutturato il magazzino di stoccaggio e prima lavorazione dei prodotti;

- al secondo piano vi è la residenza dell'agricoltore e degli ospiti;
- la terza struttura verrà predisposta per ospitare l'impianto di produzione di cippato ed i locali di essiccazione dei prodotti.

4.2. Progetti futuri

Lo spreco alimentare rappresenta un problema che per molto tempo è stato largamente sottostimato, poco indagato e relativamente documentato. Solo negli ultimi anni, causa il crescente allarme per il cambiamento climatico e la persistente crisi economica, l'attenzione mediatica si è focalizzata sullo spreco alimentare. Vi sono delle risorse che il mercato non è in grado di allocare. Questa eccedenza si genera, nella stragrande maggioranza dei casi, nella fase della produzione agricola, dove la produzione è condizionata da fattori complessi da gestire come: Eventi climatici e fattori biologici; Fluttuazione dei prezzi e meccanismi di controllo dell'offerta; Trend di mercato e comportamento dei consumatori. Alcune variabili determinanti nell'ambito del surplus e dell'invenduto sono: Fluttuazione dei prezzi e meccanismi di controllo dell'offerta; Trend di mercato e comportamento dei consumatori; Estetica e imperfezione delle merci; Scadenza del prodotto.

Uno dei metodi più efficaci per evitare lo spreco degli alimenti è sicuramente l'essiccazione

L'essiccazione degli alimenti è un metodo di conservazione degli alimenti che prevede la loro essiccazione (disidratazione o essiccazione). L'essiccazione inibisce la crescita di batteri, lieviti e muffe grazie alla rimozione dell'acqua. Essiccare gli alimenti è, infatti, un metodo antichissimo di conservazione del prodotto che ne rispetta le proprietà nutritive e i sapori. Non è neppure necessario aggiungere ulteriori ingredienti durante il procedimento perché, la semplice eliminazione dell'acqua, metodo base dell'essiccazione, non altera nulla della frutta essiccata se non le dimensioni.

Per quanto riguarda l'azienda presa in esame, i locali che verranno adibiti per l'essiccazione andranno a trasformare: fichi, pere, mele, prugne e pomodori, frutta secca a guscio nello specifico mandorle e noci; erbe aromatiche quali lavanda, origano, salvia e liquirizia.

Lo scenario produttivo futuro che l'azienda vuole raggiungere è il seguente:

- 2 ettari collinari impianti boschivo di pioppo;
- 2 ettari oliveto;
- 1 ettari di frutta secca a guscio;
- 1 ettaro di frutta quali pere, mele;
- 1 ettaro di fichi e prugne;
- 2,5 ettari di orticoltura da pieno campo;
- 0,5 ettari di produzione di piante aromatiche.

4.2.1. Essiccazione dei prodotti agroalimentari

Il termine essiccazione è equivalente a disidratazione. Quest'ultima è maggiormente utilizzata per indicare un procedimento a livello scientifico e industriale, mentre l'essiccazione indica lo stesso processo, ma svolto empiricamente.

La disidratazione indica il processo di rimozione dai cibi del surplus d'acqua senza distruggere i tessuti cellulari e alterare il contenuto originario delle sostanze nutritive.

I vegetali comunemente deidratati sono le carote, le bietole, le patate bianche e le patate dolci, le cipolle, l'aglio, il pomodoro concentrato e in fette. Prima della deidratazione si sottopongono i vegetali a un procedimento che ha lo scopo di inattivare gli enzimi.

Agli enzimi si devono in parte l'aroma e il sapore dei vegetali e quindi è necessario che essi non vadano distrutti.

In Fig. 8 il diagramma di Mollier, il quale sintetizza graficamente le relazioni psicometriche dell'aria permettendo, fra le altre, di verificare la capacità essiccante dell'aria e il fabbisogno energetico per il riscaldamento.

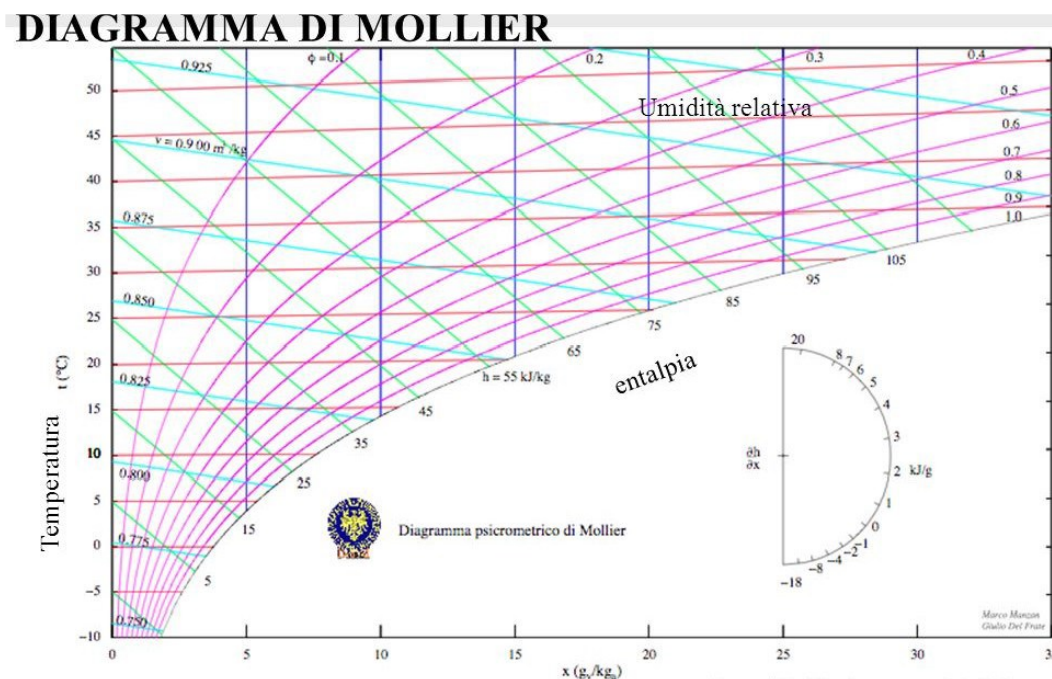


Figura 8: Il diagramma di Mollier sintetizza graficamente le relazioni psicometriche dell'aria permettendo, fra le altre, di verificare la capacità essiccante dell'aria e il fabbisogno energetico per il riscaldamento.

4.2.2. Il mercato della frutta e degli ortaggi essiccati in Italia

La frutta essiccata intera, quali prugne, fichi e uva, è destinata prevalentemente al consumo diretto, mentre i prodotti in pezzi o in polvere sono richiesti quasi esclusivamente come semilavorati.

Per la frutta intera, una maggiore offerta sul mercato italiano si deve all'offerta di composizioni di frutta secca arricchite con prodotti di importazione, soprattutto in coincidenza di particolari festività. È da sottolineare che la frutta così consumata riguarda un piccolo mercato, mentre i semilavorati di frutta che trovano sbocco nell'industria dolciaria, ed in particolare in quella dei prodotti da forno, acquistano sempre maggiore importanza.

In Europa gli ortaggi essiccati hanno buone prospettive di sviluppo in quanto ingredienti base per zuppe, creme disidratate ed altri preparati rigenerabili, che sono attualmente un mercato in netta espansione.

In Italia, le difficoltà nel settore dei semilavorati sono dovute sia alla scarsità di materia prima tecnologicamente idonea, sia ai prezzi elevati non competitivi con quelli dei mercati internazionali.

La materia prima dovrebbe possedere caratteristiche morfologiche e di composizione ben definite: colore, consistenza, composizione zuccherina e acidità, residuo secco, pezzatura, resistenza alla temperatura e all'imbrunimento. Quando le coltivazioni specializzate sono possibili, la scelta di varietà idonee rappresenta la soluzione ottimale, ma quando motivi economici o realtà di fatto non lo consentono si rende necessario adattare "il processo al prodotto" o viceversa, ricorrendo a soluzioni tecniche e a pretrattamenti che migliorino l'essiccabilità.

4.2.3. Gestione del ciclo di essiccamento

Nella pratica, l'essiccamento di prodotti ortofrutticoli è estremamente semplice e si realizza compiendo la sequenza di operazioni che segue:

- esame visivo del materiale da essiccare ed eliminazione dei pezzi visivamente non idonei;
- lavaggio (se necessario);
- mondatura dei pezzi rovinati (se necessaria);
- (eventuale lavaggio);
- Operazioni di preparazione, se previste (denocciolatura, sbucciatura, porzionatura, depicciolatura, ecc);
- Pretrattamenti (se previsti);
- Asciugatura (se prevista);
- Disposizione sulle arelle dell'essiccatore;

- Inserimento delle arelle nell'essiccatore;
- Estrazione delle arelle dall'essiccatore;
- Confezionamento immediato;
- Raffreddamento delle confezioni;
- Immagazzinamento del prodotto finito.

4.2.4. Il processo di essiccamento ed essiccatori

L'essiccazione della frutta è un'operazione importante per la conservazione della frutta, che porta alla creazione di un'ampia varietà di prodotti commerciali a base di frutta secca. L'essiccazione, tuttavia, modifica la forma fisica e biochimica della frutta, provocando un restringimento e un cambiamento di colore, consistenza e sapore.

La frutta disidratata è un'importante fonte nutrizionale ed è molto popolare in molti Paesi.

La frutta può essere essiccata intera (ad esempio, uva, albicocca, prugna), a fette (ad esempio, banana, mango), in forma di purea (ad esempio, albicocca), o in polvere. A seconda della forma fisica della frutta da essiccare, devono essere utilizzati diversi tipi di essiccatori.

La Fig. 9 mostra le varietà di essiccatori che si possono trovare nell'industria per l'essiccazione della frutta. La ricerca sulle tecnologie di essiccazione ha evidenziato il potenziale di tecnologie alternative come i processi di essiccazione basati sull'energia elettromagnetica (ad esempio, l'essiccazione a microonde e a radiofrequenza). Alcune di queste tecnologie di essiccazione emergenti sono già state implementate commercialmente in altri settori dell'industria alimentare [24].



Figura 9: Vari tipi di essiccatori per la disidratazione della frutta e degli ortaggi [24].

4.2.5. Essiccatore per alimenti a cippato

In commercio esistono degli essiccatori per alimenti che possono essere alimentati anche utilizzando il cippato. Un esempio è l'essiccatoio STN GRIFO AGRO [25].

Esso è alimentato a pellet, cippato, sansa di olive, gusci di frutta e PKS e si caratterizza per il funzionamento ad immissione di aria calda nella cella dal basso verso l'alto. È realizzato grazie all'integrazione del generatore di aria calda a griglia fissa a cippato e combustibili triti modello GRIFO, macchina tecnologicamente avanzata, frutto di una progettazione innovativa e di anni di esperienza nel campo della generazione d'aria calda per la climatizzazione di ambienti, serre e per la produzione di calore di processo di forni di essiccazione. È un generatore di calore con griglia fissa subalimentato a policombustibili secchi tra cui cippato di legno.

Gli essiccatori GOME sono dotati di innovativi quadri di controllo con sonde di temperatura, remotabili a distanza. I sistemi di controllo e gestione GOME-HTR hanno la predisposizione per memorizzare i dati di processo, inviare allarmi sul tuo dispositivo mobile e connettersi in remoto con il nostro centro di diagnosi per il supporto tecnico online.

Questo modello può essere accessoriato con:

- Contenitore per pellet, cippato e combustibili solidi triti da 2,5 m³ con sistema di estrazione oppure container da 8 o 10 m³ con sistema di estrazione,
- Sistema di estrazione a bracci rotativi per depositi quadrati,
- Filtro a maniche con bypass e pulizia pneumatica.

La gamma di essiccatoi GOME per i prodotti agroalimentari è rivolta a tutte le industrie agroalimentari che sentono la necessità di ridurre i loro costi e i tempi di manodopera, aumentare la qualità dei loro prodotti, migliorarne il gusto e la conservazione delle proprietà organolettiche.

Gli essiccatoi GOME sono stati ideati per l'essiccazione di: ortaggi, frutta, legumi, cereali, sementi varie, ma è possibile realizzare essiccatoi personalizzati su richiesta.

CAPITOLO 5

5. ANALISI E CONVENIENZA DEL PROGETTO

I mercati alimentari di quartiere hanno rappresentato per lungo tempo una delle fonti principali di approvvigionamento di prodotti freschi (ortofrutta, latticini, carne e pesce) per gli abitanti delle città, il cui sviluppo però è rapidamente diminuito a causa da un lato dell'evoluzione dell'industria alimentare e dall'avvento della grande distribuzione organizzata, dall'altro per cambiamento e della differenziazione degli stili di vita e di consumo. Al momento sembra vi sia la compresenza di una dimensione commerciale all'interno della quale l'offerta alimentare è molto ampia, la qualità standardizzata, appiattita su marche più o meno note (centro commerciale/ipermercato) e della dimensione basata sui rapporti personali e prodotti di elevata qualità (mercato contadino, negozi biologici e di prodotti tipici, gruppi di acquisto solidale).

Sia per pura sopravvivenza, sia per strategia di diversificazione della propria offerta, la vendita diretta rappresenta un'opportunità di garantirsi un reddito sicuro o accrescere ed integrare quello derivante della produzione primaria. Ad esempio vi è l'occasione di trovare uno sbocco commerciale a prodotti da parte di imprese situate in aree marginali o di piccolissimi produttori, come chi coltiva per l'autoconsumo che periodicamente ha delle eccedenze da vendere o di aumentare il valore aggiunto dei beni primari per coloro che aprono anche un'attività di trasformazione. Dal punto di vista economico i caratteri di stagionalità e territorialità che distinguono la vendita diretta consentono risparmi in termini di costi di produzione, la possibilità di rispettare il ciclo naturale delle stagioni permette di limitare l'uso delle energie necessarie. Con le vendite di prodotti su scala locale si evita anche il trasporto su lunghe distanze, risparmiando quindi i costi di conservazione, imballaggio e carburante.

Il concetto di filiera corta può essere ampliato anche sulla produzione di energia. Una filiera di auto approvvigionamento di cippato può permettere di produrre energia per una azienda che si trova nelle immediate vicinanze dell'impianto.

La realizzazione e la gestione di un impianto di teleriscaldamento alimentato a biomassa presuppone, come requisito fondamentale, la disponibilità di una sufficiente quantità annua di combustibile (cippato), nonché una sua fornitura sicura e regolare, soprattutto nei periodi di maggior richiesta. In teoria, nella fase preliminare alla realizzazione di una centrale risulta indispensabile procedere ad una pianificazione delle modalità e dei ritmi con cui il materiale impiegato dovrà essere conferito. Nel caso in esame, purtroppo, le centrali di teleriscaldamento sono già realizzate o in fase di completamento e

quindi ciò costringe ad effettuare una pianificazione a “consuntivo”, con il rischio reale (e probabile) che l’auto-approvvigionamento da “filiera corta” non possa verificarsi se non in minima parte. Il problema principale, infatti, sta nel progettare bene la filiera, partendo dalle reali potenzialità dei bacini di approvvigionamento in una logica di filiera più "corta" possibile.

L’azienda presa in esame in questo lavoro di tesi si trova in un luogo adatto per avere la possibilità di mettere in pratica tale logica, sia perché si trova in una zona prevalentemente boschiva e quindi con la possibilità di produrre la materia prima in loco, sia dal punto di vista dei limitati fabbisogni di energia che un impianto a cippato può garantire. È proprio nei boschi, infatti, che risiede la convenienza economica per un progetto di filiera di produzione di cippato che vada ad essere impiegata all'interno della struttura aziendale. Oltre alla convenienza economica, tale progetto porterebbe ad un beneficio ambientale permanente, garantendo una costante pulizia delle aree boschive situate ai confini dei centri abitati e permettendo lo sviluppo adeguato delle piante migliori permettendo la crescita di ceppaie sane, potendo sempre bilanciare i tagli tra ceppaie e fustaie e continuando ad alberare le zone più a rischio e soggette ad impoverimento causato dall'erosione e dai continui cambiamenti climatici.

Sarebbe possibile favorire la nascita di nuove aziende sul territorio, ciò garantirebbe di creare nuovi posti di lavoro, l’impiego delle materie prime in loco, di creare beneficio alle comunità produttive, ma soprattutto evitare il trasporto delle materie prime in aziende distanti dal luogo di produzione diminuendo così l'inquinamento.

Uno dei metodi per evitare lo spreco di frutta ed ortaggi, che risulta inevitabile in aziende agricole di piccole dimensioni, potrebbe essere quello di essiccare tali alimenti. Inoltre non bisogna sottovalutare che le recenti tendenze dei consumatori indicano una preferenza per alimenti comodi e gustosi che conservano maggiormente il loro contenuto "naturale" originale e le loro caratteristiche intrinseche. In aggiunta, gli studi clinici sulla nutrizione dimostrano che il consumo di frutta e verdura contribuisce a migliorare la salute e a ridurre il rischio di numerose malattie croniche. L'industria della frutta secca si trova in una posizione unica per capitalizzare queste tendenze, fornendo forme convenienti di frutta che contengono i composti intrinseci della frutta che promuovono la salute in forme attive e concentrate. In commercio esistono degli essiccatori per alimenti a cippato, soluzione che viene proposta come ottimale per l’azienda presa in esame in questo lavoro di tesi. Tale processo produttivo permetterebbe di ridurre al massimo lo spreco della frutta e degli ortaggi prodotti e utilizzando come risorsa energetica il cippato sarebbe possibile ottimizzare il fatturato e limitare al massimo le immissioni inquinanti in atmosfera.

BIBLIOGRAFIA

- [1] “Piano di sviluppo 2021”, Terna Spa. https://download.terna.it/terna/Piano_Sviluppo_2021_8d94126f94dc233.pdf
- [2] IEA (2021), “World Energy Outlook 2021”, IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>.
- [3] IRENA (2021), “World Energy Transitions Outlook 2021”, IRENA.
- [4] Petersen, A.K.; Solberg, B.” Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: A review of micro-level analyses from Norway and Sweden”. For. Policy Econ. 2005, 7, 249–259, doi:10.1016/S1389- 9341(03)00063-7.
- [5] Coyette, H.; Schenk, C. “Agriculture, Forestry and Fishery Statistics”, 2019th ed.; Cook, E., Ed.; Eurostat: Luxemburg, 2019; ISBN 9789279330056.
- [6] Keegan, D.; Kretschmer, B.; Elbersen, B.; Panoutsou, C. Cascading use: A systematic approach to biomass beyond the energy sector. *Biofuels Bioprod. Biorefin.* 2013, 7, 193–206, doi:10.1002/bbb.1351.
- [7] Cadei, A.; Marchi, L.; Mologni, O.; Cavalli, R.; Grigolato, S. “Evaluation of Wood Chipping Efficiency through Long-Term Monitoring”. *Environ. Sci. Proc.* 2021, 3, 17. <https://doi.org/10.3390/IECF2020-08078>.
- [8] Cavalli, R., Emer, B., Grigolato, S., & Bergomi, L.Z. (2007). “WOOD CHIPPING SERVICE: AN ANALYSIS APPROACH IN NORTHEASTERN ITALY”.
- [9] Spinelli R., Nati C., Magagnotti N. (2007). “Recovering logging residues: experiences from the Italian Eastern Alps. *Croatian Journal of Forest Engineering*”. 1(28):1-9.
- [10] Hytönen, J.; Moilanen, M. Effect of harvesting method on the amount of logging residues in the thinning of Scots pine stands. *Biomass Bioenergy* 2014, 67, 347–353, doi:10.1016/j.biombioe.2014.05.004.
- [11] Spinelli, R.; Eliasson, L.; Han, H.S. A Critical Review of Comminution Technology and Operational Logistics of Wood Chips. *Curr. For. Rep.* 2020, 6, 210–219, doi:10.1007/s40725-020-00120-9.

- [12] Spinelli, R.; Magagnotti, N.; Aminti, G.; De Francesco, F.; Lombardini, C. The effect of harvesting method on biomass retention and operational efficiency in low-value mountain forests. *Eur. J. For. Res.* 2016, 135, 755–764, doi:10.1007/s10342-016-0970-y.
- [13] Spinelli, R.; Nati, C.; Magagnotti, N. Recovering logging residue: Experiences from the Italian Eastern Alps. *Croat. J. For. Eng.* 2007, 28, 1–9.
- [14] De la Fuente, T.; González-García, S.; Athanassiadis, D.; Nordfjell, T. Fuel consumption and GHG emissions of forest biomass supply chains in Northern Sweden: A comparison analysis between integrated and conventional supply chains. *Scand. J. For. Res.* 2017, 32, 568–581, doi:10.1080/02827581.2016.1259424.
- [15] Mihelič, M.; Spinelli, R.; Poj, A. Production of wood chips from logging residue under space-constrained conditions. *Croat. J. For. Eng.* 2018, 39, 223–232.
- [16] Herington, M.J.; van de Fliert, E.; Smart, S.; Greig, C.; Lant, P.A. Rural energy planning remains out-of-step with contemporary paradigms of energy access and development. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2017, 67, 1412–1419.
- [17] Rocha, Cecilia, Emile Frison, and Nick Jacobs. "Health Impacts: The Hidden Costs of Industrial Food Systems." *True Cost Accounting for Food*. Routledge, 2021. 68-82.
- [18] AIEL, Associazione Italiana Energie Agroforestali. www.aiel.cia.it
- [19] "Particle Size Analysis of Wood Chips", <https://biofuelregion.se/wp-content/uploads/2018/12/Infosheet-No-37-Particle-Size-Analysis-of-Wood-Chips.pdf>
- [20] Pedišius, N.; Praspaliauskas, M.; Pedišius, J.; Dzenajavičienė, E.F. Analysis of Wood Chip Characteristics for Energy Production in Lithuania. *Energies* 2021, 14, 3931. <https://doi.org/10.3390/en14133931>
- [21] Bošnjaković, Mladen & Soldan, Christian & Veljić, Nataša. (2020). INFLUENCE OF MOISTURE CONTENT IN WOOD CHIPS ON THE BOILER OPERATION.
- [22] Anerud, Erik and Larsson, Gunnar and Eliasson, Lars (2020). Storage of Wood Chips: Effect of Chip Size on Storage Properties. *Croatian Journal Of Forest Engineering*. 41 , 277-286
- [23] Regione Siciliana Ente di Sviluppo Agricolo Relazione Tecnico – Agronomica, "Via dei Borghi" "Giuliano" San Teodoro.
- [24] Stockmann, R. and Sikes, A. and Horticulture Australia, Identifying the Health Benefits of Dried Fruits, Horticulture Australia, 2004.
- [25] Essiccatore industriale per alimenti - MOD "STN GRIFO AGRO", <https://www.gome.it/it-it/catalogo/essiccatori/agroalimentare/linea-bio/essiccatore-industriale-per-alimenti-mod-stn-grifo-agro>

