



STUDIO DEGLI IMPATTI SOCIO-AMBIENTALI DELLA FILIERA “LEGNO-ENERGIA”

**PROGETTO AGREEGREEN
MISURA 16 SOTTOMISURA 16.1
PSR UMBRIA 2014-2020**

GRUPPO DI LAVORO:

Coord. prof. Franco Cotana

Componenti: prof. Andrea Nicolini, prof. Federico Rossi, ing. Alessandro Petrozzi, ing. Gianluca Cavalaglio, ing. Mattia Manni

INDICE

Introduzione.....	3
1. Studio della biomassa legnosa a livello regionale e proposte per un possibile sviluppo nel medio termine.....	5
1.1 Piazzole per la raccolta della legna.....	8
1.2 Impiego energetico dei sarmenti di vite.....	12
1.3 Produzione di biocombustibile dalla potatura di olivi.....	14
2. Impatto ambientale dello scenario di impiego della biomassa e relativo sistema viario.....	16
3. Analisi dei posti di lavoro coinvolti.....	21
Conclusioni.....	23
Bibliografia.....	25

Introduzione

Le politiche di tutela e conservazione del patrimonio forestale e di sviluppo e crescita delle sue filiere produttive, come quelle energetiche, sono legate alle attuali emergenze e sfide: la crisi del cambiamento climatico in corso, le esigenze di decarbonizzazione dell'economia, la necessità di sostenere uno sviluppo più sostenibile [1], il problema del consumo e l'abbandono del suolo [2], la protezione e la salvaguardia dell'ambiente ed il recupero degli ecosistemi degradati e la tutela della biodiversità ed infine le recenti modifiche amministrative e gestionali che hanno visto la ricollocazione del Corpo Forestale dello Stato e la trasformazione delle Comunità Montane.

Una prospettiva per la gestione sostenibile e circolare delle foreste è rappresentata dalla cosiddetta filiera "Legno-Energia" nella quale vengono annoverati sistemi ed impianti oggi impiegati per la cogenerazione, ovvero la produzione combinata di energia elettrica, riscaldamento e anche raffreddamento e che, in quanto tali, rientrano nella categoria degli *impianti a biomassa* come da definizione fornita dal cosiddetto Decreto Rinnovabili, il D.Lgs n.28 del 03/03/2011 [3].

Gli impianti energetici a biomassa vengono annoverati tra gli impianti ad energia rinnovabile e pertanto concorrono al conseguimento degli obiettivi virtuosi e strategici per l'abbattimento delle emissioni climalteranti, l'efficienza energetica e lo sviluppo sostenibile secondo il *Pacchetto Clima-Energia al 2020* di cui alla Direttiva 2009/28/CE. Ai fini del raggiungimento dell'obiettivo comunitario finale di soddisfacimento del 20% dei consumi finali di energia mediante fonti rinnovabili (di cui il 10% per i trasporti), corrispondente ad un 17% per l'Italia, sono stati varati numerosi decreti per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta dalla combustione del biogas in motori endotermici [4].

Ai fini della transizione energetica verso una low-carbon economy, l'upgrade al 2030 del pacchetto Clima-Energia è avvenuto tramite la *Renewable Energy Directive n. 2 recast to 2030 (RED II)*, ovvero la Direttiva 2018/2001/EU che incrementa l'obiettivo di utilizzo di energia da fonti rinnovabili ad almeno il 32% al 2030 (di cui il 14 % nel settore dei trasporti), direttiva che deve essere recepita dagli stati membri entro il 30 giugno 2021. La RED II indica i regimi di sostegno che devono essere basati su criteri di mercato, tenendo conto degli eventuali costi di integrazione del sistema e della stabilità della rete, e definiti sotto forma di integrazione economica sul prezzo (feed in premium), con possibili deroghe per impianti di piccola taglia e i progetti pilota [5].

Gli obiettivi della RED II si attuano attraverso lo strumento del PNIEC, il *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* per la decarbonizzazione al 2030 [6], all'interno del quale ha trovato collocazione il decreto Fonti Energetiche Rinnovabili n.1 (FER1) approvato con D.M. 04/07/2019 [7]. Gli impianti che possono beneficiare degli incentivi previsti dal decreto sono finora soltanto quelli alimentati da fonti e tecnologie cosiddette "mature", quali i fotovoltaici di nuova costruzione, eolici on-shore, idroelettrici e infine quelli a gas di depurazione.

Al momento dello scrivere si attende l'approvazione e la pubblicazione del decreto FER2 dedicato alle tecnologie cosiddette "innovative" quali bioenergie, geotermia, solare termodinamico e che potrà sostenere finanziariamente gli impianti della filiera legnosa. Pertanto, la filiera "Legno-Energia" che rientra nel settore delle bioenergie è in attesa di ulteriori definizioni normative che definiranno la modalità di impiego e di incentivazione dei prodotti dell'energia solare delle biomasse, accumulate grazie al processo di fotosintesi clorofilliana. Le biomasse possono essere classificate anche in base alla loro origine e disponibilità: prodotti diretti, residui del settore agricolo-forestale, infine sottoprodotti o scarti dell'industria agro-alimentare e come scarti della catena della distribuzione e dei consumi finali. Lo sfruttamento può avvenire mediante processi di tipo termochimico o biochimico e costituisce grosse opportunità di filiera per il comparto forestale.

1. Studio della biomassa legnosa a livello regionale e proposte per un possibile sviluppo nel medio termine

Il patrimonio forestale italiano è costituito da oltre 9 milioni di ettari di foreste e da quasi 2 milioni di ettari di altre terre boscate, in prevalenza arbusteti, boschi di neoformazione e macchia [8]. Complessivamente, le aree forestali coprono circa il 36,4% del territorio nazionale [8], in aumento di quasi sette punti percentuali rispetto al 1990: la nostra Penisola possiede il patrimonio forestale più ricco in ambito europeo per diversità biologica, ecologica e aspetti bio-culturali, con circa 130 specie arboree, per lo più di latifoglie (23,8%), leccio, faggio, rovere etc. La vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione ricopre circa il 10,8% del territorio e rappresentano il processo di transizione di terre agricole abbandonate o di aree interessate da disastri ambientali verso una rigenerazione boschiva. A livello regionale, le quote di copertura boschiva variano da meno del 10% della Puglia a oltre il 70% della Liguria. L'aumento di quasi due punti percentuali nella superficie registrato a livello nazionale nel periodo 2005-2015 è stato diffuso con intensità diversa in tutte le regioni a eccezione della Lombardia, dove si è registrata una lieve contrazione [9]. Pertanto, in alcune Regioni e Province autonome le foreste occupano circa il 50% o più della superficie regionale [10] con una distribuzione approssimativa del 32% nelle regioni bio-geografica-alpina, il 16% in quella continentale e il 52% in quella mediterranea. Gli ultimi dati sull'estensione si evincono dalla bozza della *Strategia Forestale Nazionale per il settore forestale e le sue filiere* [8] prevista all'articolo 6, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2018 n.34, elaborata nel Febbraio 2020 per consentire una strategia di Gestione Forestale Sostenibile (GFS) come strumento necessario per garantire l'equilibrio di interessi e coinvolgere correttamente e consapevolmente i proprietari e gli operatori del settore. Persistono infatti numerose criticità inerenti la filiera foresta-legno, che sono state individuate in dettaglio dal *Piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020)* redatto dal MIPAAF - Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali nel 2014 [11]. Le criticità ed i punti nodali che persistono sono:

- concezione conservativa e non gestionale;
- bassa diffusione di tecniche di gestione pianificata e presenza di vincoli ambientali idrogeologici;
- scarsa capacità di divulgazione delle accessioni migliorate;
- riduzione di attività di piantagione da rimboschimento e fuori foresta;

- scarso accesso all'innovazione scientifica e tecnologica e difficile applicazione della meccanizzazione ai cantieri forestali;
- bassa remunerazione delle utilizzazioni forestali: alto costo del lavoro e scarsa dinamicità della filiera vivaistica forestale nazionale;
- bassa remunerazione di alcune formazioni forestali;
- innovazione sfavorita dalla legislazione sul commercio dei materiali forestali di moltiplicazione;
- ridotta professionalità degli operatori.

Lo stesso piano fornisce altresì stimoli e spunti per superare le criticità evidenziate: ricorrere a genotipi migliorati per il rimboschimento, utilizzo del fitorimedio per i terreni contaminati e l'arboricoltura fuori foresta; tecniche di arboricoltura da legno e agroforestry anche per il recupero di aree marginali o percorse da incendi [11].

Il censimento della disponibilità di biomassa legnosa nel territorio umbro è affidato a progetti e attività che ruotano attorno alla Regione, in particolare il comparto forestale e quello energetico. Un valido strumento di analisi e censimento delle foreste, e che cronologicamente costituisce l'ultimo studio pubblico diffuso, è rappresentato dallo *Stato delle Foreste* del 2008 [12] e dal successivo *Piano Forestale Regionale 2008-2017* elaborato dalla Regione Umbria [13] secondo i criteri e gli indicatori della MCPFE - Conferenza Interministeriale per la Protezione delle Foreste in Europa. Secondo tali rapporti in Umbria l'area boschiva occupa oltre 371.000 ha, nell'ambito del territorio amministrativo della Regione che, complessivamente, ammonta a 845.604 ettari. Tale copertura rappresenta il 4,2% dei boschi italiani di interesse selvicolturale ed è pari al 46% del territorio regionale. Di questo, un'aliquota di circa il 2% della superficie regionale non ha alcun ruolo produttivo e rappresenta soltanto la disponibilità di aree boscate funzionali alla protezione del suolo e della biodiversità [12, 13]. Il coefficiente di boscosità regionale, inteso come rapporto percentuale tra la superficie forestale e quella territoriale, supera sensibilmente il valore medio nazionale (22,5%) assestandosi su circa il 30,5% [14].

Gli stessi dati sono stati in questo ultimo anno (2020) rielaborati e pubblicati sia dall'ISTAT [9] che dal *RAF Italia 2017-2018 - Rapporto nazionale sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia* [10] basandosi su dati dell'INF 2015-2005 - *Inventario Forestale Nazionale per Regioni e Province Autonome*, redatto a cura di Arma dei Carabinieri, Comando unità per la tutela forestale, ambientale ed agroalimentare, e del CREA Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia agraria [15].

Si riportano pertanto di seguito i grafici relativi alla copertura forestale in Italia per estrapolare il dato della regione Umbria (Fig. 1) ed alla composizione arborea delle specie nazionali e loro distribuzione sul territorio (Fig. 2).

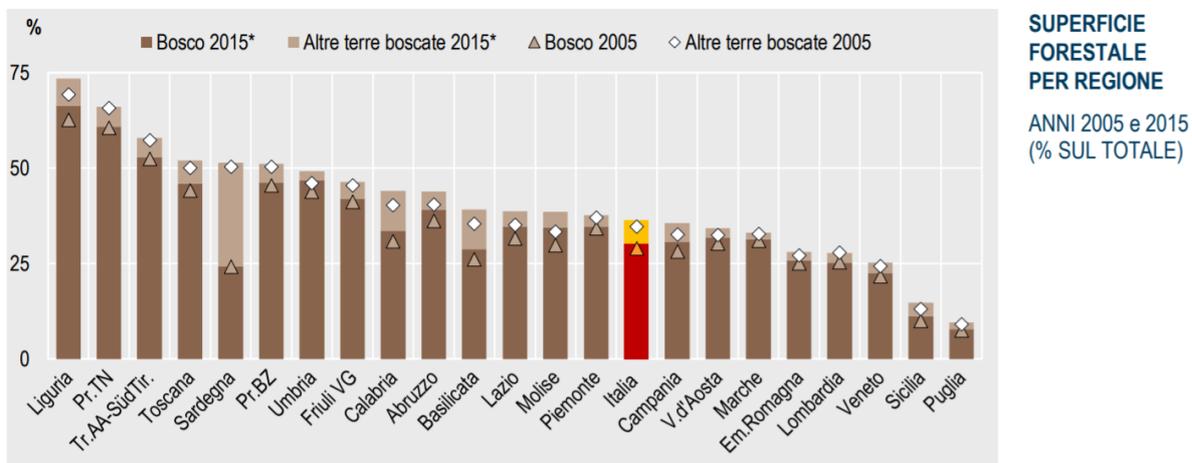


Fig. 1: Superficie forestale regionale.

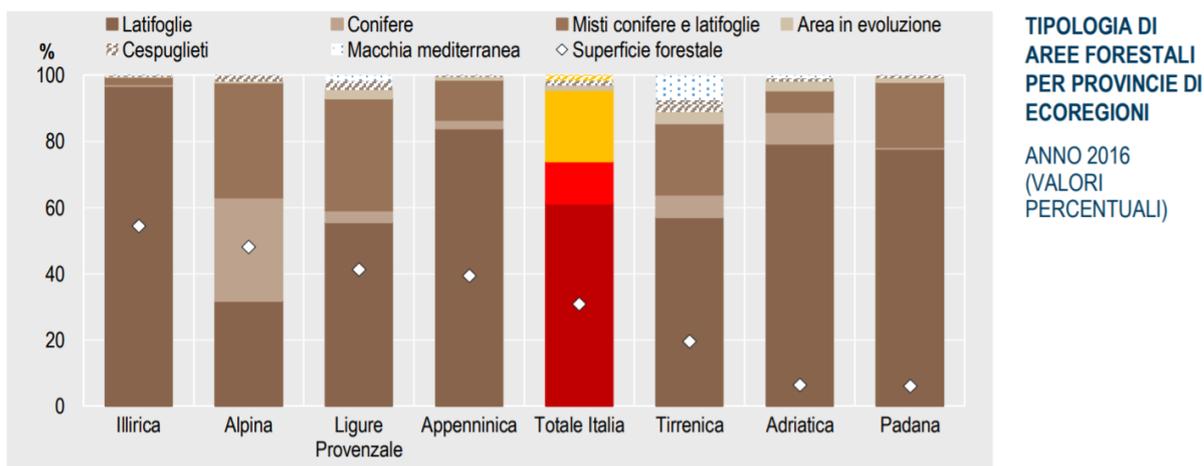


Fig. 2: Tipologia di composizione della superficie forestale italiana.

In Umbria il bosco ceduo interessa l'87% della superficie classificata per tipo colturale, le fustaie quindi interessano il restante 13%, di cui l'1% è rappresentato da fustaie transitorie [12, 13].

Per quanto concerne il prelievo di legna, i dati del decennio 1993-2002 sono contenuti nella *RSA - Relazione sullo Stato dell'Ambiente* [16] che evidenzia come i prelievi annui siano in media contenuti entro i 350.000 m³, dei quali i prelievi cosiddetti "fuori foresta" rappresentano solo l'8,4% delle utilizzazioni legnose realizzate sul territorio regionale, che per il 91,6% interessano formazioni boscate. L'impiego di tale prelievi è per il 91% destinato a legna per combustibile, la rimanenza è legname da opera. Pertanto, a fronte di un prelievo medio annuo di 1,4 m³/ha, le

formazioni forestali ombre registrano ritmi di crescita che, in funzione della forma di governo (ceduo o fustaia), sono compresi tra 2,7 m³ e 3,6 m³ per ettaro.

Lo stesso RAF [10] ci riporta la tipologia di proprietà del bosco umbro: il 73% del bosco umbro è di proprietà privata, la restante parte è pubblica; ma la quasi totalità (97%) è interessato dal vincolo idrogeologico, istituito dal R.D.L. 3267/23, che sulla superficie boschiva italiana è in media circa l'80,9% che, contribuendo alla conservazione ed al mantenimento del bosco, certamente contribuisce al rallentamento dello sviluppo di buone pratiche di valorizzazione energetica.

Si presentano di seguito alcune ipotesi di sviluppo nel medio termine per la produzione di legna da avviare alla filiera "Legna-Energia": la creazione di un comparto logistico di una rete di piazzole sul territorio, l'esempio virtuoso dell'impianto energetico alimentato da sarmenti di vite ed uno studio per la produzione di biocombustibile dalla potatura degli olivi.

1.1 Piazzole per la raccolta della legna

Una ipotesi di sviluppo nel medio termine è rappresentata dalla creazione di apposite piazzole per la raccolta e la gestione logistica della biomassa legnosa. Il CRB – Centro nazionale di Ricerca sulle Biomasse dell'Università degli Studi di Perugia, ha partecipato alle attività del *progetto BEN Biomass ENergy register for sustainable site development for European regions* nell'ambito del progetto EU Intelligent Energy Europe (IEE) [17] assieme a partner inglesi, austriaci, polacchi e tedeschi tra cui il prestigioso Fraunhofer Institute (UMSICHT). Tra i risultati prodotti dalle attività del gruppo di ricerca, per l'area della regione Umbria è stato messo a punto un registro con un censimento delle biomasse, degli stakeholder e le soluzioni tecnico-logistico per lo sfruttamento energetico delle stesse (Fig. 3).

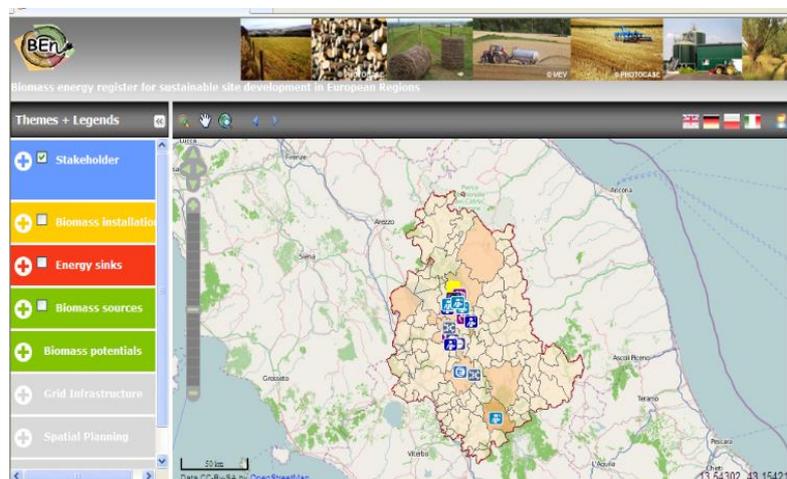


Fig. 3: Registro per le biomasse, sezione stakeholders.

Secondo le simulazioni fatte e sulla scorta delle esperienze dei paesi partner del progetto, a fianco dei due bacini già esistenti che sono quello di Campo Reggiano/Gubbio e Perugia, vengono individuati altri bacini, inglobando le aree in cui è presente la biomassa boschiva e la viabilità esistente ed in modo da ricomprendere un diametro di circa 25-30 km. Vengono individuate pertanto nell'area Umbra un totale di 9 bacini aggiungendo a quelli esistenti le aree di Magione ed il lago Trasimeno, Orvieto, Todi, Narni, Cascia, Foligno e Gualdo Tadino (Fig. 4).

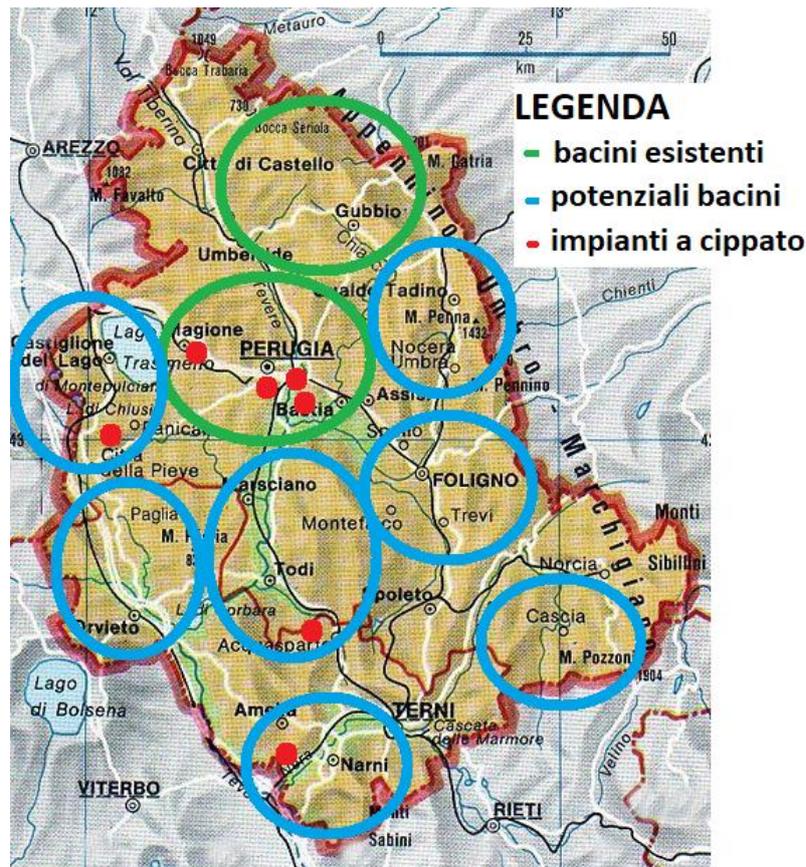


Fig. 4: Bacini di approvvigionamento nella regione Umbria.

Ciascuna area, considerando un adeguato grado di copertura forestale e garantendo una rotazione di 25 anni, è in grado di conferire in una piazzola il più possibile baricentrica un quantitativo annuo di circa 8.000 t di biomassa da bosco ceduo. La piazzola per lo stoccaggio della biomassa viene opportunamente progettata affinché sia ottimale da un punto di vista logistico. A tale proposito si riporta l'inserimento della piazzola nello spazio areale di Orvieto lungo la strada provinciale (Fig. 5) e che è composta nel dettaglio (Fig. 6) al suo interno di: spazio con area di manovra dei mezzi, area di deposito della materia prima, cippatura ed area di stoccaggio del cippato, ufficio per la pesatura e i registri di trasporto (Fig. 7).

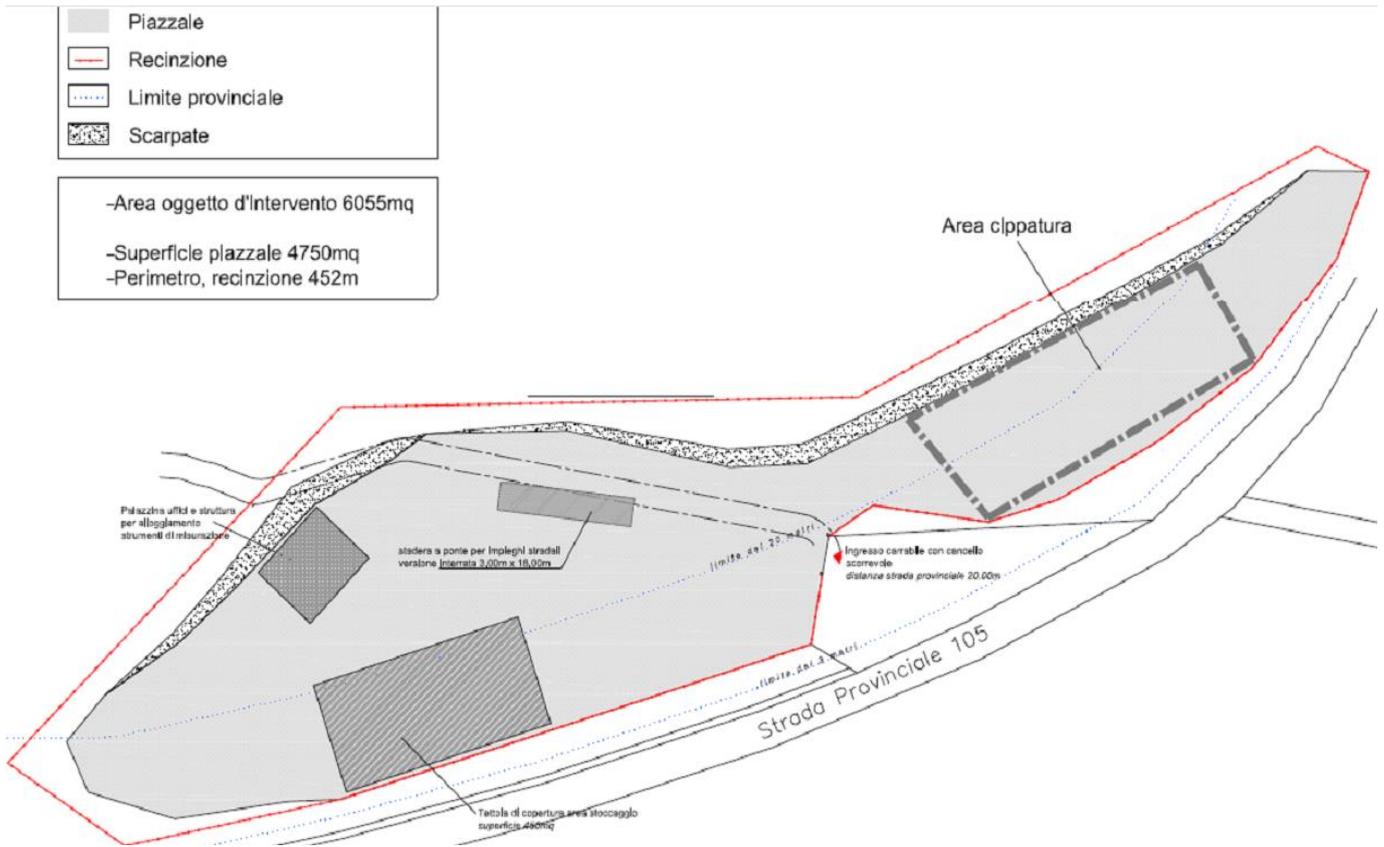


Fig. 5: Ipotesi di inserimento della piazzola di Orvieto (TR).

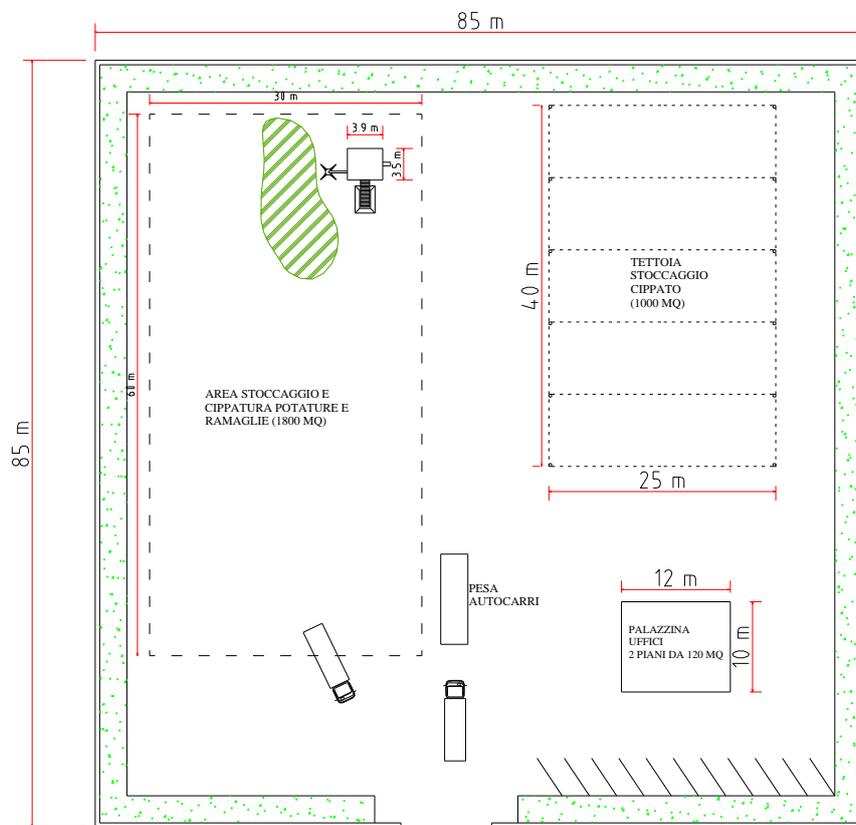


Fig. 6: Piazzola per raccolta e trattamento della biomassa.



Fig. 7: Operazioni sulla piazzola, a. cippatura, b. stoccaggio, c. movimentazione del cippato.

I valori di prelievo del bosco sono del tutto compatibili con quelli censiti dalla RSA [16] e che potrebbero oggi essere aggiornati a 400.000 m³/anno. Volendo lasciare un 10% per il mercato del legname da costruzione, l'impiego delle 9 piazzole consente una produzione di legname di circa 72.000 t/anno di legna che corrispondono a circa 120.000 m³/anno che è un terzo dell'attuale fabbisogno di biomassa legnosa. Tali quantitativi non vanno pertanto in conflitto con le filiere già esistenti ma provvedono ad un graduale efficientamento delle stesse.

In ipotesi di collocazione della piazzola vicino a stakeholders e utenze termiche, come ad esempio quartieri direzionali uffici e scuola, si può integrare la piazzola con un impianto di utilizzazione termica del cippato prodotto (Fig. 8).

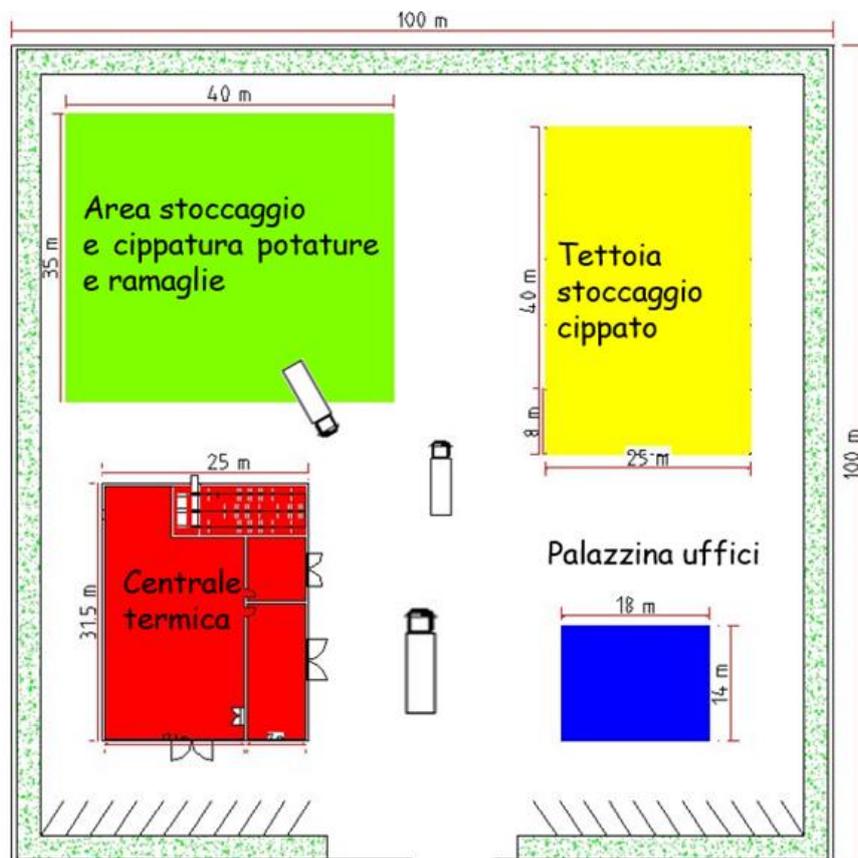


Fig. 8: Piazzola per raccolta, trattamento e valorizzazione della biomassa.

In tal caso si raccomanda l'esecuzione delle operazioni di cippatura dopo un certo periodo di stoccaggio della legna che, per traspirazione, perderà parte del proprio contenuto d'acqua. Lo stesso cumulo di cippato, da proteggersi sotto una tettoia, dovrà essere ogni tanto rivoltato per favorire l'asciugatura ed evitare il formarsi di parassiti, muffe e batteri. Il sistema di carico della biomassa prevede anche opportuni sistemi di allontanamento della cenere prodotta ed un suo adeguato smaltimento come ammendante in agricoltura.

1.2 Impiego energetico dei sarmenti di vite

Una applicazione virtuosa di tale logistica è stata attuata dal CRB - Centro di Ricerca sulle Biomasse nello stabilimento vitivinicolo Lungarotti di Torgiano (PG). Il progetto, ERAASPV - Energia Rinnovabile per le Aziende Agricole derivante da Scarti di Potature dei Vigneti realizzato su cofinanziamento del MIPAAF, ha avuto come obiettivo la realizzazione di un progetto pilota volto a dimostrare la fattibilità di un sistema logistico innovativo e ad alta efficienza [17, 18]. Il progetto è un dimostrativo di come la biomassa per uso energetico non sia solo di origine forestale, ma sia anche proveniente dalle filiere agricole, come quella vitivinicola che produce come sottoprodotto i sarmenti di vite. Il progetto è stato strutturato con lo scopo di implementare un modello di filiera, replicabile su tutto il territorio nazionale, per la produzione, l'approvvigionamento, e la conversione energetica di biomasse residuali, reperite in ambito locale, mediante combustione di cippato in impianti di piccola taglia. La realizzazione delle attività ha consentito la messa a punto della filiera energetica così articolata (Fig. 9): raccolta meccanizzata della biomassa, suo stoccaggio, cippatura e successiva valorizzazione energetica. La raccolta avviene attraverso una macchina rotoimballatrice che produce balle da 1 quintale ciascuna. Da 200 ha si ottengono circa 2.000 rotoballe. Lo stoccaggio viene effettuato all'aperto, in prossimità dei vigneti stessi. Si lascia asciugare la biomassa nelle aree di stoccaggio dedicate per procedere poi attraverso un carro miscelatore alla cippatura dei sarmenti di vite.



Fig. 9: Fasi della filiera, a. raccolta, b. stoccaggio, c. conversione energetica.

Infatti, si osserva che le rotoballe di vite, lasciate asciugare per un anno all'aria aperta, anche senza alcuna copertura, tendono a perdere progressivamente il proprio contenuto di umidità, aumentando di conseguenza il potere calorifico (Fig. 10). Si osserva infatti che il contenuto di acqua che al momento della raccolta è attorno al 38-40%, si riduce in estate fino ad un 6%, per poi tornare a livelli accettabili in autunno del 12%. Tali valori di umidità garantiscono l'utilizzo energetico della biomassa con un potere calorifico inferiore che si assesta così su valori di 17.300 kJ/kg che equivalgono a 4,8 kWh/kg.

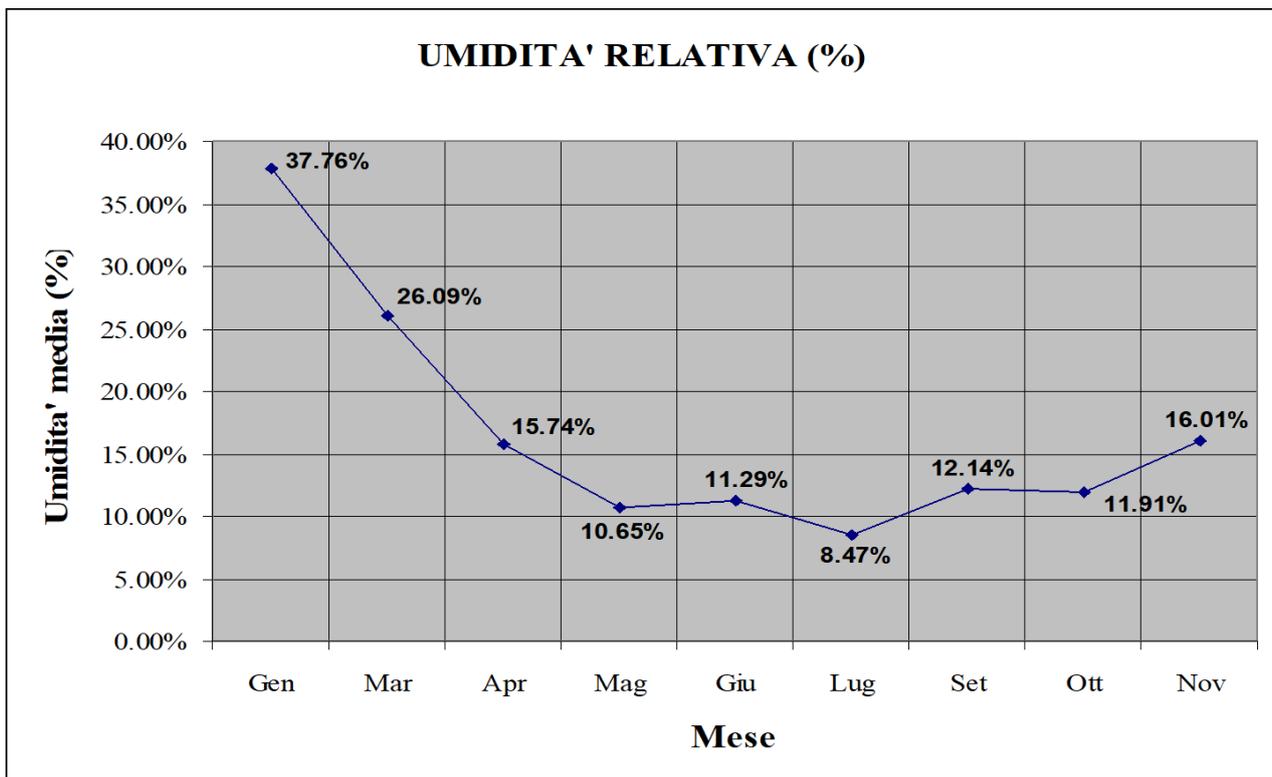


Fig. 10: Andamento dell'umidità nella biomassa in funzione dei mesi dell'anno.

Il processo di conversione energetica prevede la combustione del cippato di vite all'interno di una caldaia ad olio diatermico con potenza termica utile pari a 400 kW, in grado di soddisfare le esigenze termiche dell'azienda relative al riscaldamento dei locali e alla produzione di vapore per la sterilizzazione delle bottiglie. La caldaia ad olio diatermico viene utilizzata anche per l'alimentazione di una macchina frigorifera ad assorbimento per il processo di vinificazione che va a sostituire le macchine frigorifere a compressione attualmente impiegate nell'azienda, consentendo un notevole risparmio energetico ed economico. In tal modo, oltre al risparmio di combustibile (GPL e gasolio) si otterrà anche un sensibile risparmio di energia elettrica.

1.3 Studio per la produzione di biocombustibile dalla potatura di olivi

Non finora mai state sono riportate esperienze all'interno della regione Umbria legate al recupero ed utilizzazione delle biomasse legnose provenienti dai frutteti in quanto si tratta di quantitativi molto ridotti e che contengono anticrittogamici, per i quali si può considerare un quantitativo di circa 10 kg a pianta per un totale di circa 500.000 piante presenti nella regione, come stimato dal *PNBB – Piano Nazionale Biocarburanti e Biomasse agroforestali per usi energetici* del 2007 [19]. Lo stesso documento ed i successivi aggiornamenti del CRB presentano un'ulteriore applicazione che riguarda la possibilità di recupero delle potature dai circa 5 milioni di olivi presenti in Umbria, per un quantitativo di circa 200 kg di potatura all'anno a pianta. Tale filiera consentirebbe di evitare un fenomeno abbastanza frequente e pericoloso: quello dell'abbruciamento direttamente nell'arboreto del residuo delle operazioni di potatura. Un indice della preoccupazione in merito a tale fenomeno si evince nella integrazione del regolamento regionale Regione Umbria del 4 novembre 2013, n. 4. Viene affrontato per la prima volta dal legislatore regionale il problema, indicando le procedure, compreso l'impiego delle ceneri residue e specificando i materiali che possono essere bruciati. Il punto cardine dell'idea prevede la realizzazione di una infrastruttura ed un servizio sul territorio (Fig. 11) per il prelievo e soprattutto il conferimento in forma autonoma delle potature, a cui si potranno integrare anche scarti di potature derivanti dall'attività di giardinaggio e manutenzione dei parchi e dei giardini sia pubblici che privati impiegando una rete innovativa di piattaforme ecologiche. Logisticamente significa analizzare la vocazione del territorio ed il suo potenziale di produzione e individuare delle piazzole in modo strategico, compatibilmente con i costi di realizzazione e gestione, così da ridurre le distanze e quindi i costi di conferimento e l'impatto ambientale e di sicurezza prodotto dal trasporto del materiale lungo le strade, spesso effettuato con mezzi agricoli. In questo modo si vuole incentivare il conferimento autonomo e quindi la responsabilizzazione del piccolo produttore. La biomassa conferita alle piattaforme secondarie, dislocate sul territorio, verrà poi trasportata previa compattazione e trattamento grossolano, ad una piattaforma di lavorazione principale. Da lì dopo un periodo di tempo in cui avviene l'essiccamento naturale esclusivamente per opera degli agenti atmosferici, verrà incanalata a seconda della pezzatura verso due linee di trasformazione per l'ottenimento di un biocombustibile innovativo: il cippatino, ovvero cippato di dimensioni paragonabili al pellet, e altri prodotti eco-sostenibili, in particolar modo compost al 100% naturale. Tronchi, ramaglie e tutto il materiale di consistenza legnosa verranno triturati e ridotti in cippato attraverso cippatrici munite

di un vaglio che ne limiterà le dimensioni, consentendo la produzione di cippatino. Il cippatino verrà insacchettato e immesso sul mercato della grande distribuzione con le stesse modalità attuali del pellet, mentre i prodotti residui, quali il sottovaglio ed il cippato di maggiore pezzatura, verranno venduti ad impianti civili e industriali alimentati a cippato di elevata taglia, conferendolo direttamente franco impianto mediante scarrabili o big-bag, a seconda della configurazione dell'area di stoccaggio. Con questa tecnologia si potranno abbattere i costi e ridurre l'inquinamento derivante dall'importazione in quanto la materia prima è direttamente reperibile in loco, creando un prodotto "a km zero". Per quanto riguarda gli sfalci d'erba, foglie, piccole ramaglie e comunque tutto quel materiale di origine prevalentemente erbacea non idoneo alla produzione di combustibile, verrà convogliato in un'altra linea produttiva per la produzione di compost di qualità al 100% di origine naturale. Questo compost verrà in seguito commercializzato come ammendante naturale soprattutto nei settori orto-floro vivaistici dove normalmente se ne fa già largo uso, ma verrà soprattutto impiegato in agricoltura come coadiuvante o addirittura sostituto delle attuali concimazioni con prodotti chimico-minerali, preservando così le falde acquifere.



Fig. 11: Locandina del progetto del CRB.

2. Impatto ambientale dello scenario di impiego della biomassa e relativo sistema viario

Da un punto di vista ambientale il bosco costituisce un “carbon sink” ovvero un sistema di accumulo del carbonio. Il RAF [10] rielabora i dati dell’INF [15] e fornisce una stima della quantità di carbonio organico accumulato nelle foreste italiane nelle quattro componenti detti pool a differente capacità di stoccaggio: la biomassa arborea epigea accumula il 38,1%, la necromassa il 2%, la lettiera il 2,3% e il suolo organico e minerale il 57,6%. Per effetto dell’accrescimento degli alberi vengono fissati annualmente 12,6 Mt di carbonio, che corrispondono ad un assorbimento di anidride carbonica dall’atmosfera di 46,2 Mt, pari a circa 5 t/ha di CO₂ equivalente. Per quanto concerne la regione Umbria i dati riportati indicano lo stoccaggio di carbonio organico totale e per unità di superficie per le categorie forestali dei boschi alti rispettivamente di 45.153.665 Mt che rappresentano il 3,6% del patrimonio complessivo italiano e 121,5 t/ha.

La foresta non è solo un “carbon sink”: lo stesso impiego della biomassa come biocombustibile al posto dei combustibili fossili costituisce una produzione energetica a cui non corrisponde alcuna emissione di gas climalteranti. Le stesse fonti, consultando il *Rapporto del GSE Gestore dei Servizi Energetici sulle Rinnovabili* per il periodo 2013-2017 [20] mostrano che in Italia, soprattutto nelle aree interne si utilizza molto la biomassa solida principalmente per il riscaldamento domestico, ma anche per contesti non residenziali e industriali. Si riportano nella tabella che segue (Tab. 1) i consumi energetici espressi in Terajoule (TJ) derivanti dall’impiego di biomasse solide nel settore termico nel periodo 2013-2017 e diversificando tra consumi diretti e derivati da altra fonte come ad esempio impianti cogenerativi.

Tab. 1: *Impiego di biomassa solida per la produzione di energia termica (TJ).*

	2013	2014	2015	2016	2017
Consumi diretti	281.558	244.494	277.342	268.041	292.025
Residenziale	277.698	237.623	267.682	258.465	282.916
Industria	2.300	3.489	6.110	5.422	4.886
Commercio e servizi	1.485	2.488	2.119	2.691	2.746
Agricoltura	75	894	1.431	1.462	1.477
Produzione di calore derivato	25.151	28.388	26.740	27.575	27.973
Da impianti cogenerativi	22.059	25.672	23.800	24.324	24.697
Da impianti di sola produzione termica	3.092	2.716	2.940	3.251	3.276
Totale	300.709	272.882	304.082	295.616	319.999

Del totale, per la sola componente residenziale, limitatamente alla regione Umbria, si ha: 737.000 tonnellate di biomassa solida per un equivalente di 10.564 TJ, che costituiscono circa il 3,7% dell'intero consumo nazionale. I due biocombustibili più impiegati sono legna da ardere e pellet: la prima rappresenta circa l'88% del totale equivalente a circa 5,8 milioni di tep - tonnellate equivalenti di petrolio. Nel periodo temporale analizzato il consumo di pellet, che risulta molto più pratico da impiegare rispetto alla legna, è risultato in costante aumento, come si evince dalla figura sottostante (Fig. 12) ed in coerenza con l'aumento su area europea che è stato mediamente del 10% nel 2017.

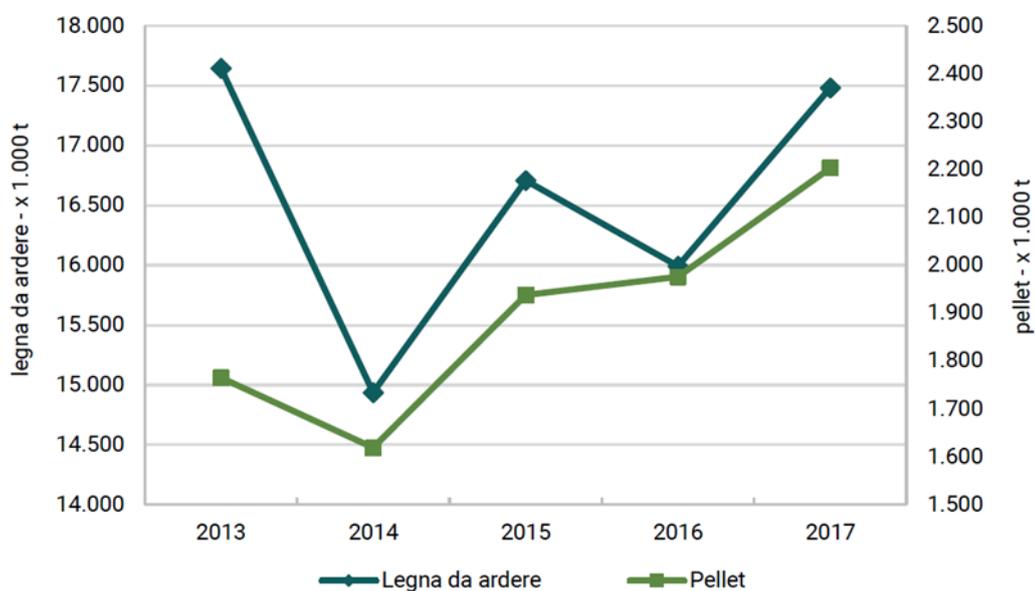


Fig. 12: Trend di crescita di legna da ardere e pellet.

L'Italia si conferma come il secondo paese europeo per consumo di pellet dopo l'Inghilterra; ma mentre in Italia il consumo è per il 96% a livello residenziale per produrre calore domestico in Inghilterra viene utilizzato per alimentare i grandi impianti termoelettrici. Infatti, in Italia sono state censite nel 2016 oltre 1,6 milioni di stufe e caldaie a pellet, con un andamento in costante crescita negli ultimi 4 anni [21] che vedono il nostro Paese come leader in Europa, con oltre il 90%, sul mercato delle stufe come da report IEA - International Energy Agency [22]. Al 2017 risultano ben 403 impianti certificati con la qualifica di Impianto Alimentato da Fonti rinnovabili - IAFR per la produzione di energia elettrica e che possiedono una potenza installata che può arrivare in alcuni casi a superare i 10 MW, per un totale complessivo di 731 MW ed una produzione elettrica di circa 4.193 GWh.

Un tecnologia che vede l'alimentazione nel Centro e nel Nord della Penisola di ben 101 impianti a biomassa nel 2017, è quella basata sul cippato di legna. Tali impianti, oltre a fornire calore alle comunità locali, rappresentano un importante mercato per le imprese boschive del territorio e per l'indotto tecnologico. L'impiego del cippato di legna contribuisce infatti alla creazione di filiere virtuose che permettono la valorizzazione della biomassa del territorio, che viene raccolta per la pulizia dei boschi e degli alvei fluviali, riducendone il trasporto e favorendo la crescita economica locale e lo sviluppo di professionalità del territorio. Altri vantaggi indiretti, ma di estrema importanza sono la prevenzione dei dissesti idrogeologici e dello sviluppo e propagazione degli incendi in quanto una periodica pulizia del bosco consente un alleggerimento del sistema naturale unitamente all'approvvigionamento di biocombustibile per uso energetico.

Prendendo in considerazione il primo scenario ipotizzato nel precedente capitolo, ovvero la produzione di legna da piazzole collocate nel territorio regionale, si effettua l'analisi dell'emissione di anidride carbonica prodotta durante tutto il processo produttivo che permette di arrivare alla produzione del cippato di legna. L'impiego logistico di una rete di piazzole permette di limitare il trasporto sul territorio di materiale composto da acqua, per la produzione di un materiale come il cippato, a maggiore densità energetica e minore impatto ambientale. Per la valutazione della LCA – Life Cycle Assessment, in accordo con le ISO 14041-42-43, si considerano delle librerie predisposte per la valutazione dell'emissione di carbonio per le singole attività della filiera forestale [23, 24, 25]. Tali attività sono: abbattimento con motosega, trasporto con il trattore da 4 t per una distanza media di 3 km dalla strada forestale all'imposto, trasporto con mezzo da 28 t fino alla piazzola, sollevamento con una gru di capacità di 3 t, cippatura con un mezzo di capacità 110 mc/h. Considerando che l'alimentazione degli attrezzi è a gasolio, si attribuisce un fattore di emissione di 3,17 kg CO₂/kg fuel [26]. Per quanto concerne gli impatti sul sistema viario, ciascuna area bacino tra quelle individuate in Fig. 3 è servita da almeno una strada extraurbana principale e la piazzola viene realizzata proprio a ridosso della strada provinciale come riportato nel caso dell'Orvietano in Fig. 4. La valutazione dell'impatto sul sistema viario è quantificata in 286 viaggi all'anno di percorrenza media 12 km del mezzo pesante da 28 t che porta la legna dai boschi limitrofi alla piazzola e in 2.000 viaggi con il trattore da 4 t che dalla strada forestale interna al bosco giunge fino alla strada principale. Inoltre, per la valutazione dell'impatto emesso sia dal trasporto con trattore da 4 t e quello su strada, che avviene con un "Heavy Duty Truck" da 28 t, si può ricorrere al software digitale di simulazione delle sostanze inquinanti emesse, tra

cui è compresa anche l'anidride carbonica, elaborato da ISPRA Ambiente [27]. Si fornisce di seguito una tabella (Tab. 2) che riassume, a titolo esemplificativo, la produzione di CO₂ analizzata nella LCA.

Tab. 2: Valutazione della CO₂ di processo prodotta per lo scenario a piazzole.

Processo	Caratteristica	Fatt. temporale (t/h)	consumi fuel (l/h)	consumi fuel tot (l)	CO ₂ emessa (kg/anno)
Motosega	Consumo 0,39 l/t	0,70	0,55	3080	9.763,6
Trattore A	Percorso 3 km	15	20	8.000	25.360,0
Trattore R	Percorso 3 km	25	15	3.600	11.412,0
Gru	Capac. carico 3 t	44,4	10	444	1.408,9
Cippatrice	Capac. 110 mc/h	111,9	40	4.476	14.187,4
Trasporto	Percorso 12 km x2	60	22	2.514	7.970,3
totale					70.102,2

Lo scenario ipotizza la realizzazione di n.9 piazzole a cui afferisce un quantitativo di circa 8.000 t/anno di biomassa ed a cui corrisponde una produzione di CO₂ di processo complessiva di circa 630 t CO₂/anno.

Prima di passare alla valutazione delle tonnellate di CO₂ che possono essere evitate dagli impianti a biomassa, si effettua un focus sui procedimenti autorizzativi degli impianti energetici alimentati da biomassa solida. Infatti, in attuazione della normativa nazionale sull'autorizzazione degli impianti da fonte rinnovabile del D.M. 10 settembre 2010 [28] e relative semplificazioni del D.Lgs n.28 del 03/03/2011 [3] la procedura amministrativa per l'autorizzazione all'installazione ed all'esercizio degli impianti che impiegano le biomasse è indicata dal Regolamento Regionale della Regione Umbria n. 7 del 29 luglio 2011 [29]. Tutte le procedure per la Regione Umbria [30] sono raccolte nell'Allegato A del R.R. 7/2011, diversificate in funzione di alcuni parametri (potenza elettrica installata, ubicazione e tipologia di impianto, vincoli esistenti nell'area), e sono le seguenti: comunicazione di inizio lavori, PAS – Procedura Abilitativa Semplificata, AU – Autorizzazione Unica. Nel caso di impianti esterni agli edifici e con potenza superiore a 50 kWe si devono rispettare i criteri generali di localizzazione e progettazione di cui all'Allegato B nonché considerare le aree non idonee elencate nell'Allegato C del R.R. 7/2011.

Ad oggi in Italia sono presenti impianti termoelettrici alimentati a biomassa legnosa per una potenza elettrica complessiva di 731 MW ed una produzione di energia elettrica annuale di circa 4.193 GWh. Considerando un fattore di emissione per il mix energetico nazionale per il 2017 pari a 445,5 g CO₂/kWh [31], con la produzione energetica da biomassa anziché combustibile fossile, si compensano quasi 2 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente per ogni anno.

Nel tornare al progetto pilota proposto, si ipotizza ora che tutta la biomassa legnosa che viene coltata attraverso la rete di 9 piazzole nella regione Umbria, per un totale di 72.000 t/anno, venga destinata alla sola produzione termica. Pertanto, assumendo un rendimento del processo termochimico di 0,9 ed un potere calorifico del cippato ottenuto di circa 3,3 kWh/kg [19], si ottiene una produzione termica di circa 214 GWht. La medesima produzione termica da realizzarsi mediante combustione del gas metano, con potere calorifico di 10 kWh/Nm³, avrebbe richiesto un consumo di gas metano di circa 23 milioni di metri cubi. Unitamente al considerevole risparmio economico, considerando un fattore di produzione di anidride carbonica di 1,8 kg CO₂/Nm³ di metano [19], si libererebbero in atmosfera circa 42 mila tonnellate di CO₂ all'anno.

3. Analisi dei posti di lavoro coinvolti

Sul Piano Regionale Forestale [13] e sullo stesso sito dell'AFOR [31] si riportano le procedure per l'ottenimento del patentino da operatore forestale. In Umbria risultano ad una decina di anni fa circa 6 mila iscritti, senza grandi variazioni per gli anni a venire.

Il Piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020) redatto dal MIPAAF nel 2014 [11] evidenzia i numeri della filiera foresta-legno, che comprende la produzione, la trasformazione e la commercializzazione di prodotti finiti ed energetici:

- oltre 80 mila imprese per circa 500 mila unità lavorative;
- Italia primo esportatore europeo, secondo nel mondo, di prodotti finiti;
- 1% della produzione totale del settore primario e solo l'1,5% del valore aggiunto;
- sistema legno-arredo: comparto trainante della filiera con il 15% delle imprese
- il settore legno-arredo è il secondo settore dell'industria manifatturiera italiana con un volume d'affari complessivo pari a 32,4 miliardi di euro (20,5 miliardi di euro dal settore mobile e 11,9 miliardi di euro dal settore legno).

Per quanto concerne le importazioni:

- l'Italia risulta il paese dell'UE a 25 con il più basso grado di auto-sufficienza nell'approvvigionamento di materia prima legnosa.
- 18-20 Mm³ di materia grezza (30% per uso energetico): 80% del fabbisogno nazionale, terza voce import nazionale

Il sistema proposto composto dalla creazione di una rete di piazzole nella regione Umbria per l'approvvigionamento e la valorizzazione energetica potrebbe fornire lavoro per un numero di [19, 21] di 10 addetti a piazzola per un totale di 90 persone in tutta la regione Umbria. Un identico valore può essere considerato come lavoro indiretto.

Per quanto concerne le ricadute occupazionali, una importante opportunità è emersa a valle della consultazione per la Strategia Nazionale sulle Foreste promossa dalla Direttrice Generale del MIPAAF dott.ssa Alessandra Stefani che auspica la creazione del Cluster Tecnologico nazionale Foresta-Legno, da svilupparsi a livello regionale. Per la vocazione che caratterizza la regione Umbria tale Cluster costituirebbe una grossa opportunità per il territorio.

Ulteriori opportunità occupazionali potrebbero emergere in attuazione della due Strategie Nazionali per l'Idrogeno elaborate dal Ministero dell'Università e della

Ricerca (SIRI) e dal Ministero dello Sviluppo Economico in quanto, tra le possibili fonti per la produzione dell'idrogeno viene evidenziato come la pirogassificazione con vapore di biomassa lignocellulosica risulti economicamente vantaggiosa.

Conclusioni

L'importanza delle foreste si evince dalla pluralità di strumenti messi in campo: il *Piano strategico delle foreste delle Nazioni Unite* per il 2017-2030, adottato dal Forum delle Nazioni Unite sulle Foreste (UNFF) che mira alla gestione sostenibile ed al contrasto alla deforestazione; Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile che nei 17 Sustainable Development Goals - SDGs) individuano uno stretto legame tra il benessere umano e la salute dei sistemi naturali boschivi, a cui hanno fatto seguito le Strategie Europee e le loro declinazioni su scala nazionale e regionale.

I Programmi Forestali Regionali sono orientati per l'attuazione di precise Azioni Operative attraverso la Gestione Forestale Sostenibile che riguardano a fianco della promozione della gestione sostenibile e valorizzazione del ruolo multifunzionale delle foreste, una conoscenza e responsabilità globale ma soprattutto lo sviluppo sostenibile delle economie delle aree rurali, di quelle interne e urbane, attraverso lo sviluppo di filiere locali, tracciabili, sostenibili, responsabili, qualificate e socialmente integrate.

A fronte della crescente attenzione ed attività di tutela delle foreste, si prevede per i prossimi anni un incremento della domanda di consumo di legna: i livelli attuali di consumo globale di legname sono superiori ai 3 miliardi di metri cubi annui; al 2030 le previsioni sono di 8,5 miliardi e al 2050 di 13 miliardi [32]. Il crescente fabbisogno è dovuto a tre tipologie di domanda:

- un incremento dei consumi di prodotti legnosi quali imballaggi, mobili, legname per le costruzioni etc.;
- un aumento, a partire dai Paesi a più alto tasso di sviluppo, dei consumi per la produzione di energia, in particolare energia termica, ma anche di energia elettrica e di bio-fuel per il settore dei trasporti;
- crescenti politiche di de-carbonizzazione e nuovi impieghi di materie prime rinnovabili nella bio-economia: bioplastiche, bio-tessili, bio-medicinali, prodotti ingegnerizzati per l'edilizia e tutti gli altri nuovi materiali in grado di sostituire prodotti ricavati da fonti non rinnovabili [33].

Infine, il regolamento UE 842/2018 [34] sul Land Use, Land Use Change and Forests (LULUCF) definisce l'elaborazione, da parte di ogni Stato europeo membro, di un Piano Nazionale di Contabilizzazione Forestale (NFAP) per il 2021-2025, che individua da parte dell'Italia uno stoccaggio di 19.656 milioni di tonnellate annue di CO₂ equivalente e pertanto, la gestione forestale in Italia può espandere le attività di prelievo fino ad un massimo del 40-45% dell'incremento annuo, partendo dall'attuale

utilizzo stimato nel RAF del 33%. Questi ampi margini di manovra, unitamente alla nuova normativa di regolazione e individuazione di un nuovo contingente finanziario di sostegno dedicato alle bioenergie, consentiranno, nei prossimi anni, un incremento massiccio dell'applicazione virtuosa della filiera "Legno-Energia" con forti ricadute economiche, sociali ed ambientali per l'intero sistema paese Italia.

Ulteriori opportunità sono costituite dallo sviluppo di Cluster Legno-foresta a carattere regionale e dalle nuove prospettive offerte dalle Strategie Nazionali sull'Idrogeno che individuano nella pirogassificazione a vapore della biomassa una fonte sostenibile ed economicamente vantaggiosa.

Bibliografia

1. Risoluzione del Parlamento europeo del 28 novembre 2019 sull'emergenza climatica e ambientale, 2019/2930.
2. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Report a cura di Munafò, M., SNPA 08/19.
3. Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
4. Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
5. Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.
6. <https://www.mise.gov.it/index.php/it/energia/energia-e-clima-2030>.
7. D.M. 04/07/2019 Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.
8. Bozza della Strategia Forestale Nazionale per il settore forestale e le sue filiere, Ministero per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, 2020.
9. ISTAT, Rapporti Tematici, Cap. 2: La struttura del territorio, 2020.
10. RAF Italia 2017-2018 - Rapporto nazionale sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia, Prodotto dalla Rete Rurale Nazionale (RRN 2014-2020), Compagnia delle Foreste, Arezzo, 2019.
11. Piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020), Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, 2014.
12. Stato delle Foreste in Umbria, Regione Umbria, 2009.
13. Piano Forestale Regione Umbria 2008-17, Regione Umbria, 2008.
14. ISPRA Ambiente, annuario dei dati ambientali, Capitolo 2: Biodiversità, 2008.
15. INF 2015-2005 - Inventario Forestale Nazionale per Regioni e Province Autonome, redatto a cura di Arma dei Carabinieri e CREA.
16. RSA - Relazione sullo Stato dell'Ambiente, Regione Umbria, 2002.
17. <http://www.sviluppumbria.it/-/crb-centro-ricerca-biomasse>.
18. F. Cotana, G. Cavalaglio. Impianto pilota per la conversione energetica degli scarti di potatura dei vigneti. Atti del 8° Congresso Naz. Ciriap. Perugia, 4-5 Aprile 2008.

19. CIRIAF - Centro di Ricerca Interuniversitario per l'Inquinamento da Agenti Fisici dell'Università di Perugia, PNBB – Piano Nazionale Biocarburanti e Biomasse agroforestali per usi energetici, 2007.
20. Rapporto del GSE Gestore dei Servizi Energetici sulle Rinnovabili per il periodo 2013-2017.
21. <https://www.eurobserv-er.org/solid-biomass-barometer-2017/>.
22. <https://www.ieabioenergy.com/>
23. Valente C., Spinelli R., Hillring B. G., 2011. LCA of environmental and socioeconomic impacts related to wood energy production in alpine conditions: Valle di Fiemme (Italy). Journal of Cleaner Production, 19, 1931-1938.
24. Rivela B., Hospido A., Moreira M.T., Feijoo G., 2006. Life Cycle Inventory of Particleboard: a case study in the wood sector. Int JLCA, 11, 106-113.
25. Anna Maria Vignini, Tesi di Dottorato: "Strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici: analisi della sostenibilità di una filiera agroenergetica nell'ambiente montano dell'Alto Mugello (Toscana). 2012.
26. APAT, rapporto 28/2003: Analisi dei fattori di emissione di CO2 dal settore dei trasporti. Metodo di Riferimento IPCC, modello COPERT ed analisi sperimentali.
27. <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>.
28. D.M. 10 settembre 2010, Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.
29. Regolamento regionale 29 luglio 2011, n. 7 Disciplina regionale per l'installazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.
30. <https://www.regione.umbria.it/energia/biomassa>.
31. ISPRA, Rapporto 303/2018. Fattori di emissione atmosferica di gas ad effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei.
31. <https://www.afor.umbria.it/ente/contatti/>.
32. WWF. Living Forests Report Chapter 4: Forests and Wood Products su fonti FAO e IIASA. 2012.
33. L. 28 dicembre 2015, n. 221, art. 67. Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.
34. Regolamento UE 842/2018 Land Use, Land Use Change and Forests (LULUCF).