



**Fondazione  
Università  
Ca'Foscari**

# **RICADUTE SOCIO-ECONOMICHE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOMASSE SOLIDE**



**FONDAZIONE CA' FOSCARI**

**MARZO 2019**

# RICADUTE SOCIO-ECONOMICHE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOMASSE SOLIDE

## RELAZIONE FINALE

Responsabile tecnico scientifico: prof.ssa Carmen Marchiori

Committenti: Bonollo Energia S.p.A., Tampieri Energie S.r.l., Zignago Power S.r.l.

Con il contributo di: Associazione Energia da Biomasse Solide - EBS

MARZO 2019

## INDICE

1. PREMESSA ED OBIETTIVI GENERALI	4
2. IL CONTESTO	8
2.1 Tipologia di biomasse e comparti di approvvigionamento	8
2.1.1 Comparto forestale e agro-forestale	8
2.1.2 Comparto agricolo	9
2.1.3 Comparto agro-industriale	10
2.2 Disponibilita' potenziale di biomassa solida in Italia	11
2.2.1 Disponibilita' dei residui delle colture erbacee ed arboree	11
2.2.2 Disponibilita' delle biomasse residuali del settore forestale	12
2.2.3 Disponibilita' delle biomasse residuali dell'industria del legno	13
2.2.4 Disponibilita' delle biomasse residuali dell'industria agroalimentare	13
2.3 Tecniche di trasformazione e tipologie di prodotto	15
3. APPROCCIO METODOLOGICO E VARIABILI DI INTERESSE	17
4. ANALISI D'IMPATTO ECONOMICO	21
4.1 Effetti occupazionali	21
4.2 Valore aggiunto sulla filiera	24
4.3 Consumi e gettito fiscale sulla filiera	25
4.3.1 Consumi indotti	25
4.3.2 Gettito fiscale	26
4.3.3 Valutazioni di carattere generale	26
5. CONSIDERAZIONI SUGLI ASPETTI AMBIENTALI	28
5.1 Effetti globali	28
5.2 Effetti locali	29
5.3 Benefici ambientali netti	30
6. BIOMASSE AGROFORESTALI E MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI DISSESTO IDROGEOLOGICO	31
6.1 Dissesto Idrogeologico	31
6.2 Fenomeni franosi ed erosione idrica del suolo	31
6.3 I costi del dissesto idrogeologico	36

6.4 Azioni di mitigazione	37
7. CONCLUSIONI	39
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	41

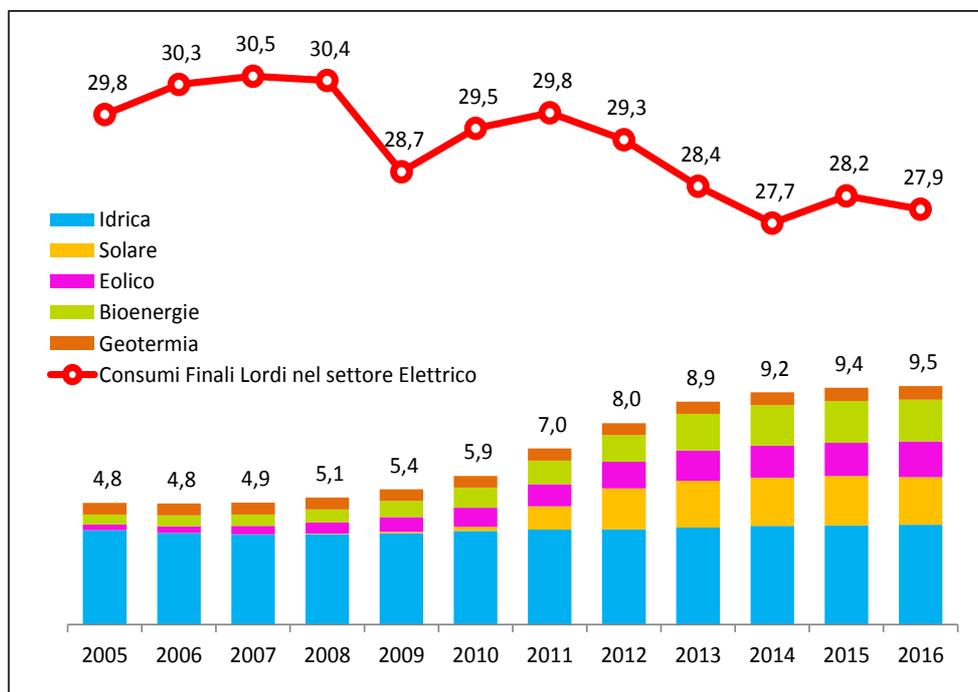
## 1. PREMESSA ED OBIETTIVI GENERALI

Il ruolo delle biomasse nel soddisfacimento della domanda complessiva di energia è un tema entrato nel dibattito politico ed economico internazionale, investendo questioni tanto ambientali quanto sociali ed economiche.

Da un punto di vista di politica energetica e ambientale, l'interesse nei riguardi delle biomasse e' riconducibile alla necessita' di raggiungere gli ambiziosi obiettivi per l'energia e il clima 2030 stabiliti dall'Unione Europea; tali obiettivi prevedono: (i) una riduzione vincolante delle emissioni di gas serra almeno del 40% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990; (ii) una quota dei consumi energetici coperta da rinnovabili pari almeno al 32%; e (iii) un miglioramento almeno del 32.5% dell'efficienza energetica (Direttiva UE 2018/2001).

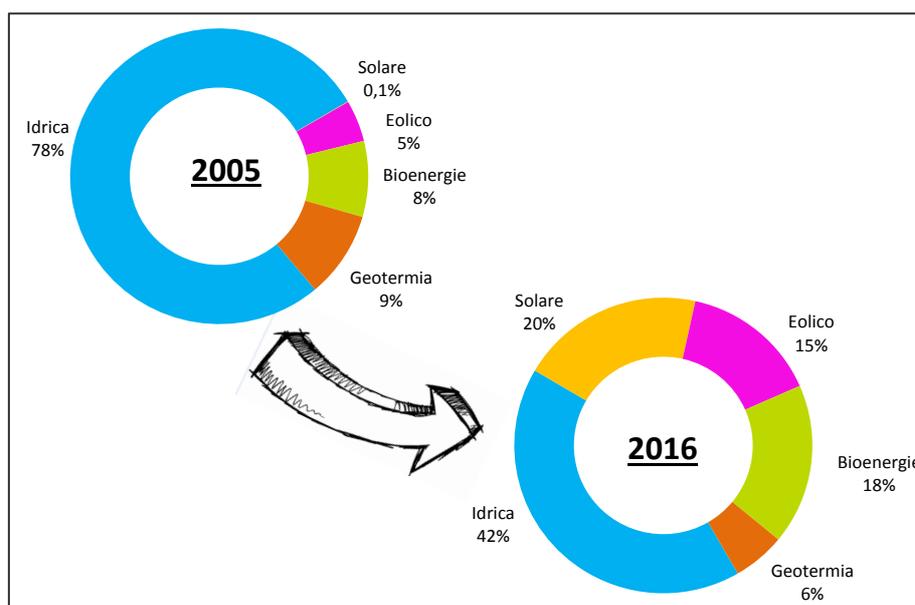
Ad oggi l'Italia ha raggiunto una quota di fonti energetiche rinnovabili (FER) sui consumi finali lordi del 18,3%, un valore superiore rispetto al target assegnato al nostro Paese dalla Direttiva 2009/28/CE per il 2020 (17,0%). Tale risultato è stato possibile, da un lato, per il calo dei consumi, dall'altro, per la crescita delle FER soprattutto nel settore elettrico. Dal 2005 ad oggi, l'energia elettrica da FER e' infatti raddoppiata, passando da 4,8 Mtep a 9,5 Mtep circa (Figura 1). Al tempo stesso, il mix rinnovabile del Paese si e' decisamente diversificato, integrando alla storica produzione idroelettrica e geotermica gli ormai sempre piu rilevanti contributi di energia solare, energia eolica ed energia da biomasse (Figura 2) (GSE, 2018).

Figura 1. Andamento FER per fonte e consumi finali lordi, 2005-2016 (Mtep).<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Fonte: elaborazioni dati GSE (2018).

Figura 2. Mix di fonti nelle rinnovabili elettriche, 2005-2016 (%).<sup>2</sup>



Come sottolineato dal Piano Nazionale per l’Energia e il Clima 2018 (PNEC) del 2018, il raggiungimento degli obiettivi rinnovabili al 2030 renderà necessario “non solo stimolare nuova produzione, ma anche preservare quella esistente e anzi, laddove possibile, incrementarla promuovendo il revamping e repowering di impianti”. Queste considerazioni si applicano soprattutto al settore elettrico, che – sempre secondo il piano nazionale – è il settore destinato a contribuire in modo più significativo al raggiungimento degli obiettivi rinnovabili futuri; si prevede, infatti, che la quota vincolante del 32% di consumi coperti da FER sia così ripartita tra i diversi settori: (i) 55,4% nel settore elettrico; (ii) 33% nel settore termico; (iii) 21,6% nei trasporti.

In questo processo di trasformazione profonda del sistema di generazione di energia elettrica è fondamentale riuscire a garantire la sicurezza e continuità delle forniture di energia. In quest’ottica, le bioenergie, e in particolare le biomasse solide, possono giocare un ruolo di grande importanza in quanto rappresentano una rilevante fonte rinnovabile *programmabile*.

In aggiunta alle considerazioni di politica energetica e sul clima, vi sono altre importanti ragioni alla base della crescente attenzione nei confronti delle biomasse (in particolare quelle legnose): in primo luogo, la progressiva riduzione della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) del nostro Paese e i conseguenti impatti ambientali ed economici. Come emerge da un recente studio condotto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali<sup>3</sup>, negli ultimi 40 anni la SAU è infatti diminuita di circa 5 milioni di ettari, passando da 18 a 13 milioni di ettari (-28%). Tale processo è stato accompagnato da due fenomeni ad alto impatto ambientale, la cementificazione e l’incuria in vaste aree non più presidiate dall’uomo. L’attivazione di filiere della bioenergia potrebbe generare un’inversione di tendenza, contrastando spopolamento e abbandono e rilanciando il ruolo delle attività agricole sia

<sup>2</sup> Fonte: elaborazioni dati GSE (2018).

<sup>3</sup> “Costruire il futuro: difendere l’agricoltura dalla cementificazione” – Rapporto Mipaaf in collaborazione con Inea, Ispra, e Istat (2012).

come “presidio” del territorio che come fattore di sviluppo e valorizzazione produttiva di aree a rischio di marginalizzazione.

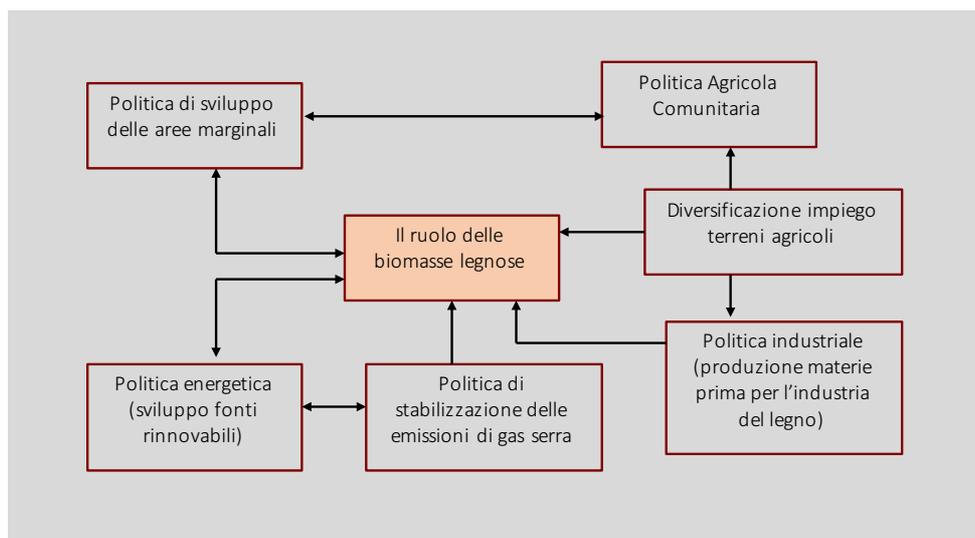
Parallelamente alla riduzione della SAU, e in buona parte come sua diretta conseguenza, l'estensione del patrimonio forestale italiano è praticamente raddoppiata in 40 anni, passando da 5,5 a quasi 11 milioni di ettari. Come si evince dal “Piano di settore della filiera legno: 2012-2014” (MiPAAF, 2014), tale incremento delle superfici boscate esula da una politica lungimirante di governo del territorio. Oggi, infatti, una parte consistente dei boschi nazionali sono il frutto di ricolonizzazioni spontanee da parte della vegetazione forestale di aree in cui sono cessate le preesistenti attività agro-silvo-pastorali. L'assenza di una loro corretta gestione limita enormemente il potenziale produttivo (legna da opera o ad uso energetico) e protettivo delle nostre foreste, con serie ripercussioni sul fronte del dissesto idrogeologico, di intensità e frequenza in costante crescita, a cui concorrono sia aspetti di tipo fisico (geologia e morfologia), sia di mancata governance del territorio. Il documento “Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure e interventi in campo agricolo e forestale” – frutto della collaborazione tra il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF) e il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio – denuncia i costi per la collettività del dissesto idrogeologico, e sottolinea l'importanza di agire in via preventiva attraverso azioni mirate di manutenzione e messa in sicurezza del territorio, che prevedano anche la valorizzazione delle biomasse per impiego energetico (ISPRA, 2013).

Infine, per quel che riguarda il settore agricolo, è interessante notare che la Politica Agricola Comune (PAC) per il periodo 2014-2020 presenta interessanti opportunità per lo sviluppo di filiere bioenergetiche in quanto vincola gli aiuti economici da destinare agli agricoltori allo svolgimento di “pratiche verdi” benefiche per l'ambiente e per il clima (greening), prevedendo esplicitamente che gli Stati membri possano optare, con impegni dello sviluppo rurale, per delle “pratiche equivalenti” a quelle più propriamente “verdi”, a condizione che queste assicurino ricadute in termini di qualità dell'acqua e del suolo, biodiversità, preservazione del paesaggio, mitigazione dei cambiamenti climatici. Di conseguenza, si può pensare di inserire tra le “pratiche equivalenti” alcune colture dedicate da destinare alla produzione di energia, insieme all'attivazione di filiere bioenergetiche basate sul recupero di biomasse residuali a seguito degli interventi di manutenzione delle formazioni vegetali spontanee.

La produzione di energia da biomasse potrebbe dunque dare un grande contributo al miglioramento delle emergenze ambientali del nostro Paese, e dell'Europa in genere, favorendo al contempo la diffusione di un modello agricolo multifunzionale, sostenibile e competitivo in un'ottica di sviluppo economico più circolare e resiliente.

Alla luce delle potenzialità evidenziate (e sintetizzate in Figura 3), la quantificazione degli effetti della produzione energetica da biomasse è di estrema importanza sia da un punto di vista di policy che per gli operatori del settore.

Figura 3. Tematiche connesse al ruolo attuale e potenziale delle biomasse legnose



Il presente lavoro si propone, dunque, di valutare le ricadute socio-economiche del settore, concentrandosi sulla produzione di energia da biomasse solide; in particolare, partendo dai dati raccolti e attraverso l'impiego di metodologie quantitative, intende rispondere ai seguenti quesiti:

- Quali sono gli impatti economici diretti, indiretti e indotti generati?
- Qual è l'impatto occupazionale complessivo?
- Quali i benefici in termini di gettito fiscale?

A complemento dell'analisi economica, verranno discussi alcuni aspetti prettamente ambientali, nonché il ruolo delle biomasse agro-forestali nella mitigazione del dissesto idrogeologico.

Le informazioni e i dati raccolti al fine dell'elaborazione del presente documento provengono da varie fonti bibliografiche e dalla letteratura disponibile di settore, nonché da documentazione fornita dall'Associazione Energia da Biomasse Solide (EBS).

Tale associazione raggruppa 12 operatori per un totale di 14 impianti distribuiti su tutto il territorio nazionale per una potenza elettrica complessiva installata pari a oltre 300 MW costituente quasi il 50% della potenza elettrica installata relativa a tutto il settore degli impianti alimentati a biomasse solide. In termini di produzione di energia elettrica, gli impianti di EBS rappresentano la parte preponderante dell'intera produzione di energia elettrica prodotta dagli impianti a biomasse solide in Italia e quasi il totale della produzione se si considera quella generata dagli impianti di potenza elettrica superiore a 5 MW.

Caratteristica comune di tali impianti è l'utilizzo preponderante di biomassa costituita da residui o sottoprodotti agroforestali e agroindustriali provenienti, per circa il 90% (per un totale di quasi 3 milioni di tonnellate) da filiera locale italiana.

## 2. IL CONTESTO

Le biomasse non sono un settore omogeneo, ma un complesso diversificato e articolato di materie prime, processi, prodotti, filiere, tecnologie, che possono generare benefici e impatti estremamente differenti. Prima di procedere ad una qualsiasi valutazione del settore è, quindi, necessario un suo inquadramento e una chiara definizione del contesto d'analisi.

### 2.1 Tipologie di biomassa e comparti di approvvigionamento

In base allo stato fisico che le caratterizza all'ingresso nel processo di generazione di energia, le biomasse si possono classificare in: (i) biomasse solide, di origine vegetale; (ii) biomasse liquide, ovvero gli oli o il risultato della "spremitura" delle colture oleaginose; (iii) biomasse gassose, originate dalla trasformazione dei liquami o dalla digestione di colture ad hoc.

Come menzionato in precedenza, il presente studio si concentra sulle biomasse solide di origine vegetale, e in particolare sulle biomasse legnose. Per la loro localizzazione in aree rurali spesso svantaggiate, le biomasse legnose rappresentano, infatti, una risorsa che comporta uno stretto legame tra la loro valorizzazione e le politiche di sviluppo delle aree marginali. Inoltre, sono estremamente importanti nel panorama italiano delle rinnovabili, dove si stima che la disponibilità potenziale di materiale legnoso, sia sotto forma di materia prima (la superficie forestale italiana è di circa 10 milioni di ettari pari al 35% del territorio nazionale) che di residui dall'attività agroforestale e delle lavorazioni del legno, sia molto elevata ed adeguata a rispondere a fabbisogni energetici decentrati. La biomassa più utilizzata in Italia è infatti il legno, che è anche, tra le rinnovabili, la seconda fonte di energia primaria italiana (circa il 30%) dopo l'idroelettrico.

I principali comparti di approvvigionamento delle biomasse solide sono:

- I. Comparto forestale e agroforestale: residui delle operazioni selvicolturali o delle attività agroforestali, utilizzazione di boschi cedui, ecc.
- II. Comparto agricolo: residui provenienti dall'attività agricola e colture dedicate.
- III. Comparto agro-industriale: residui provenienti dalle industrie del legno o dei prodotti in legno, residui dell'industria della carta, e residui dell'industria agroalimentare.

A ciò si aggiungono i residui delle operazioni di manutenzione del verde pubblico.

#### 2.1.1 Comparto forestale e agro-forestale

Il prodotto principale ottenibile dal bosco è il legno, utilizzato in varie tipologie di industria (costruzioni, mobili, carta, pasta di cellulosa, ecc.) e per la produzione di energia. Il principale strumento tecnico della selvicoltura naturalistica è costituito da operazioni di taglio ed eliminazione di alcune piante che consentano l'utilizzazione della produzione legnosa senza inficiare il processo di preservazione e crescita del bosco. I residui forestali risultanti dai diversi tipi di intervento selvicolturale (taglio, allestimento, sramatura, scortecciatura, depezzatura, ecc.) vengono comunemente indicati come biomassa forestale.

Le operazioni interessanti per il prelievo di biomassa forestale a fini energetici comprendono sia interventi selvicolturali in boschi governati a fustaia (come ad esempio il prelievo degli assortimenti minori, comunemente lasciati in bosco, in seguito a interventi di taglio degli assortimenti forestali maggiori) sia interventi in boschi governati a ceduo.

Un'ulteriore fonte di approvvigionamento è costituita dal materiale legnoso derivante dai tagli intercalari, ovvero dagli interventi applicati alle giovani fustaie o alle fustaie in via di ricostituzione per aumentarne la stabilità e accrescerne la produzione di valore. Infine, tra le biomasse legnose, vanno annoverate quelle che derivano da attività di forestazione in ambito prettamente agricolo; le fonti di biomassa a fini energetici, in questo caso, sono principalmente da ricondursi ai residui derivanti da utilizzazioni a fini commerciali di coltivazioni legnose, e da utilizzazioni di formazioni lineari (come siepi e filari o piccoli boschetti) e di formazioni boschive dedicate realizzate su superfici agricole.

### 2.1.2 Comparto agricolo

Questo comparto può fornire un'ampia gamma di materiali potenzialmente utilizzabili a fini energetici: dai prodotti residuali di varie coltivazioni ai materiali derivanti da coltivazioni specialistiche dedicate alla produzione di biomassa combustibile.

La categoria dei residui agricoli comprende l'insieme dei sottoprodotti derivanti dalle coltivazioni erbacee e legnose altrimenti non utilizzabili o con impieghi alternativi marginali. Tali residui si originano dalle operazioni svolte alla fine del ciclo colturale per le colture annuali (taglio, raccolta, ecc.) o dalle operazioni effettuate con varia periodicità sulle colture poliennali (potatura ed espianco). Le parti utilizzabili per la trasformazione energetica possono essere raccolte direttamente in campo (come gli steli dei cereali, e i tutoli del mais), oppure ottenute dalla lavorazione del prodotto (i raspi dell'uva, le brattee, la lolla di riso, ecc.) o ancora dai rami e i tronchi derivati da potature ed espianco a fine ciclo colturale delle piante da frutto.

Con il termine colture dedicate si fa riferimento a coltivazioni allestite allo scopo di produrre biomassa da destinare alla produzione di energia elettrica e/o termica. Tali colture possono seguire le stesse metodologie colturali delle coltivazioni tradizionali (es. mais per biogas, girasole per olio vegetale, pioppo per biomassa) oppure differire per le varietà utilizzate, le cure colturali, i terreni su cui insistono (es. ex discariche, fasce di terreno ai bordi stradali e ferroviari, ecc.), e i sistemi di raccolta, a volte studiati appositamente per queste colture.

Il principale ostacolo alla diffusione delle colture dedicate a fini energetici è oggi rappresentato dalla scarsa conoscenza delle opportunità che possono offrire al mondo agricolo. Alcuni fattori devono però essere attentamente valutati nella scelta delle specie più indicate. In generale, le biomasse di origine erbacea provenienti da colture perennanti, a parità di quantità di biomassa prodotta, sono caratterizzate da costi di produzione decisamente inferiori rispetto alle biomasse provenienti da colture legnose. Il vantaggio di costi inferiori della materia prima non compensa, tuttavia, una serie di ostacoli che ne limitano decisamente l'utilizzo nella produzione di calore ed elettricità: tra i principali si riscontrano la minor efficienza durante la combustione, se comparata con l'utilizzo di biomassa legnosa, ma anche il minor potere calorifico per unità di peso, e il maggiore contenuto di ceneri e altri composti indesiderati. Strategie che consentono di ridurre nella biomassa le concentrazioni di questi elementi includono: l'utilizzo di piante con ciclo fotosintetico C4 anziché C3, in quanto più efficienti nell'uso della risorsa idrica; evitare l'utilizzo di fertilizzanti contenenti cloro; preferire la coltivazione su terreni sabbiosi piuttosto che argillosi (è stato dimostrato infatti che, nel primo caso, il contenuto di ceneri alla raccolta è inferiore). Tra le colture dedicate, quelle maggiormente impiegate in virtù delle loro rese colturali sono: il pioppo; la robinia; l'eucalipto; la canna comune; il miscanto; e il cardo da fibra.

### 2.1.3 Comparto agro-industriale

Come accennato in precedenza, la biomassa proveniente dal comparto industriale comprende principalmente i residui dell'industria del legno e dei prodotti in legno, i residui dell'industria delle cellulose e della carta, e gli scarti dell'industria agroalimentare.

I residui dell' industria del legno più significativi in termini di utilizzo come fonte energetica possono essere classificati in: (i) residui della prima lavorazione del legno: sciaveri, segatura, corteccia, trucioli, intestature, etc.; e (ii) residui della seconda lavorazione del legno: segatura, trucioli, refili, e così' via. La produzione in termini di qualità e quantità varia molto in funzione del processo produttivo adottato dall'azienda e dalla tipologia del materiale legnoso lavorato; ad esempio, un'industria che lavora molto legno di conifera ha elevate produzioni di corteccia rispetto alle latifoglie. Il recupero dei residui può essere effettuato con sistemi di raccolta meccanica (specie per sciaveri, intestature, refili e trucioli) o con sistemi di aspirazione (per segatura e polveri legnose).

Per prevenire che in fase di combustione possano svilupparsi gas nocivi, pur in presenza di tecnologia di trattamento dei fumi, possono essere utilizzati a fini energetici solo i residui e i sottoprodotti legnosi non trattati chimicamente (ad esempio residui da scortecciatura, taglio, pressatura, ecc.) o trattati con prodotti non contenenti metalli pesanti o composti alogenati organici.

Per quanto concerne i residui provenienti dall' industria delle cellulose e della carta, essi possono essere classificati in tre gruppi, ciascuno con caratteristiche specifiche: (i) residui di produzione dell'industria cartaria; (ii) scarti di lavorazione, gli sfridi e i foglicci; (iii) altri residui (scarti di ferro, legno e plastica provenienti dalla gestione degli imballaggi, gli oli esausti, etc.).

I primi sono generalmente prodotti dal processo di depurazione delle acque e si presentano principalmente sotto forma di fanghi; essi sono idonei al recupero sia di materia che di energia. Gli scarti di lavorazione, gli sfridi e i foglicci sono generalmente riavviati direttamente in testa all'impianto e dunque rimessi in produzione. I residui appartenenti alla terza categoria hanno minore importanza e sono generalmente assimilabili ai rifiuti urbani.

Infine, le industrie di trasformazione agroalimentare che producono scarti idonei per un possibile impiego energetico sono quelle legate alla lavorazione di prodotti quali vino e bevande alcoliche, olio, riso e, in misura minore, dell'industria di lavorazione delle carni, dell'industria lattiero-casearia e dell'industria conserviera. In questo settore le tipologie di biomasse residuali più significative, rispetto alla loro potenzialità di recupero come possibile fonte energetica, possono essere così classificate: (i) residui dell'industria olearia (sansa vergini ed esauste); (ii) residui dell'industria delle bevande alcoliche (vinacce fresche ed esauste); (iii) residui dell'industria risiera (pula, lolla, ecc.); (iv) residui dell'industria conserviera: noccioli di frutta fresca, gusci di frutta secca, semi e bucce di pomodoro.

Tali scarti vegetali possono essere destinati alla valorizzazione energetica con modalità differenti a seconda delle caratteristiche chimico-fisiche che li caratterizzano. Parametri importanti per determinare l'idoneità ai diversi impieghi energetici sono l'umidità, il P.C.I. e il rapporto C/N. Per la conversione termochimica, per esempio, il rapporto C/N deve essere maggiore di 30 e la percentuale di umidità inferiore a 50. Sulla base di tali criteri, gli scarti dell'industria agroalimentare più adatti alla conversione termochimica sono rappresentati da gusci, noccioli, sansa esausta, vinacce esauste, ecc.

## 2.2 Disponibilita' di biomassa solida in Italia

### 2.2.1 Disponibilita' dei residui delle colture erbacee ed arboree

La disponibilita' di biomasse provenienti dal comparto agricolo e' distribuita in modo non-uniforme lungo il territorio italiano. In particolare, la disponibilita' di residui da colture erbacee e' nettamente maggiore al Nord, dove si concentra quasi il 70% del potenziale nazionale (Tabella 1).

Tabella 1. Disponibilita' potenziale dei residui da colture erbacee in Italia.<sup>4</sup>

Regioni	TOTALE Produzione residuo t/anno s.s.	Regioni	TOTALE Produzione residuo t/anno s.s.
Piemonte	1.474.550	Abruzzo	115.400
Valle d'Aosta	137	Molise	100.516
Lombardia	1.691.829	Campania	161.638
Trentino-Alto Adige	1.928	Puglia	508.453
Veneto	1.496.340	Basilicata	217.305
Friuli-Venezia Giulia	486.241	Calabria	102.191
Liguria	2.751	Sicilia	363.363
Emilia-Romagna	1.138.035	Sardegna	139.254
<b>Nord Italia</b>	<b>6.291.811</b>	<b>Sud Italia+Isole</b>	<b>1.708.120</b>
Toscana	395.079		
Umbria	291.495		
Marche	420.279		
Lazio	249.687		
<b>Centro Italia</b>	<b>1.356.540</b>	<b>ITALIA</b>	<b>9.356.471</b>

Al contrario, i residui da colture arboree sono localizzati prevalentemente nel Sud Italia, specie per quanto concerne le potature di olivo e vite, in virta' della maggiore vocazione del territorio alla coltura primaria. Come si puo' osservare dalla Tabella 2 e' la Puglia a primeggiare con 776.000 t/anno.

Tabella 2. Disponibilita' potenziale dei residui da colture arboree in Italia.<sup>5</sup>

REGIONI	TOTALE Produzione residuo t/anno s.s	REGIONI	TOTALE Produzione residuo t/anno s.s
Piemonte	124.710	Lazio	206.165
Valle d'Aosta	1.512	<b>Centro Italia</b>	<b>535.066</b>
Lombardia	44.213	Abruzzo	112.785
Trentino-Alto Adige	66.718	Molise	33.245
Veneto	147.703	Campania	229.984
Friuli-Venezia Giulia	32.129	Puglia	775.809
Liguria	2.751	Calabria	323.506
Emilia-Romagna	614.370	Sicilia	600.724
<b>Nord Italia</b>	<b>1.034.106</b>	Sardegna	128.115
Toscana	225.781	<b>Sud Italia + Isole</b>	<b>2.204.167</b>
Umbria	59.324		
Marche	43.796	<b>ITALIA</b>	<b>3.773.339</b>

<sup>4</sup> Fonte: ENAMA (2011).

<sup>5</sup> Fonte: ENAMA (2011).

## 2.2.2 Disponibilita' delle biomasse residuali del settore forestale

Stimare il potenziale di biomasse di origine forestale destinabili ad uso energetico non è semplice, per il numero di variabili che entrano in gioco a partire dagli ostacoli tecnici fino a quelli di tipo gestionale dei boschi. Di recente, il Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste (DAF) dell'Università degli studi della Tuscia di Viterbo ha predisposto, a tal fine, dei criteri di calcolo che hanno portato a definire i seguenti valori: (i) residui forestali attuali (effettivi) 2,4 Mm<sup>3</sup>(pari a circa 845.000 t/anno s.s.); (ii) residui forestali potenzialmente disponibili (stima) 6,2 Mm<sup>3</sup> (pari a circa 2.100.000 t/anno s.s.); (iii) residui totali (effettivi + potenziali stimati) 8,6 Mm<sup>3</sup> (pari a circa 3.000.000 t/anno s.s.).

Da un'altra indagine pubblicata nel 2010 dall'ENEA, nell'ambito dello studio per la realizzazione dell'Atlante delle biomasse, risulta che il potenziale di risorse legnose a livello nazionale è pari a circa 2 milioni di tonnellate annue (s.s.) di cui circa 1,8 Mt/anno da Latifoglie e 126 Kt/anno da conifere. I potenziali maggiori risiedono in Trentino-Alto Adige (13% del totale nazionale) e Toscana (oltre il 12% del totale nazionale). E', tuttavia, doveroso sottolineare che la presenza di vincoli di natura strutturale (quota e pendenza) e di accessibilità (distanza dalla viabilità), riduce spesso in misura significativa la disponibilità effettiva di superfici forestali realisticamente annoverabili nell'ambito di un bacino di approvvigionamento locale per la produzione di energia.

Tabella 3. Stime circa la disponibilita' di biomasse forestali ad uso energetico.<sup>6</sup>

Regione	Biomassa attuale non prelevata (m <sup>3</sup> )	Biomassa potenziale per energia (m <sup>3</sup> )	Biomassa Totale (m <sup>3</sup> )
Piemonte	98.681	571.641	670.322
Valle d'Aosta	5.418	103.901	109.319
Lombardia	316.316	454.193	770.509
Trentino-Alto Adige	334.907	823.435	1.158.342
Veneto	72.230	278.354	350.584
Friuli-Venezia Giulia	51.449	210.694	262.143
Liguria	23.617	233.071	256.688
Emilia-Romagna	75.699	308.098	383.797
Toscana	440.484	620.366	1.060.850
Umbria	102.016	168.499	270.515
Marche	50.315	114.414	164.729
Lazio	213.069	286.187	499.256
Abruzzo	57.787	216.523	274.310
Molise	40.978	57.558	98.536
Campania	133.990	244.213	378.203
Puglia	23.615	100.706	124.321
Basilicata	87.947	206.314	294.261
Calabria	248.226	522.786	771.012
Sicilia	14.031	244.477	258.508
Sardegna	22.985	459.637	482.622
<b>ITALIA</b>	<b>2.413.760</b>	<b>6.225.067</b>	<b>8.638.827</b>

<sup>6</sup> Fonte: ENEA (2010).

### 2.2.3 Disponibilita' delle biomasse residuali dell'industria del legno

L'industria del legno in Italia è rappresentata da circa 80.000 imprese, distribuite tra i diversi settori di lavorazione. La prima lavorazione del legno è rappresentata da circa 5.000 aziende; la seconda lavorazione (per la produzione di tavolame semilavorato, imballaggi, pali strutture ecc.) è effettuata in circa 30.000 imprese, e quasi tutti i maggiori impianti sono situati in Italia del Nord, come peraltro gli stabilimenti per la lavorazione finale del legno (industria del mobile, infissi ecc.), per la quale l'Italia è il secondo produttore europeo. L'industria del mobile, costituita da circa 40.000 aziende, di cui il 22% di dimensioni industriali, impiega come materia prima i semilavorati provenienti dalla prima e seconda lavorazione del legno e circa 4 milioni di m<sup>3</sup>/anno di pannelli.

L'ENAMA stima che la disponibilita' annua effettiva di residui derivanti dalla prima e seconda lavorazione del legno, dal settore del legno riciclato e dall'industria della carta ammonta complessivamente a 5950 kt/anno (Tabella 4). Tale quantita' e' in parte impiegata all'interno delle stesse aziende produttrici per usi termici (riscaldamento ambienti e calore di processo), in parte (circa 3000 kt/anno) assorbita dal settore del pannello e dell'energia (elettrica e teleriscaldamento).

Tabella 3. Disponibilita' annue di scarti per l'industria del legno e della carta (s/s).<sup>7</sup>

Categorie	Disponibilita' potenziale kt	Disponibilita' effettiva kt	Usi attuali
I e II lavorazione legno	4.400	1.800	Pannelli, energia
Riciclo legno	8.000	4.000	Pannelli, energia
Industria carta	270	150	Energia
<b>Totale</b>	<b>12.670</b>	<b>5.950</b>	

### 2.2.4 Disponibilita' delle biomasse residuali dell'industria agroalimentare

Come discusso in precedenza, i residui dell'industria agroalimentare di maggiore rilevanza ai fini della presente indagine sono quelli derivanti dall'industria olearia e vinicola. Secondo fonti ENEA, la disponibilita' annua di tali residui si aggira intorno ai 1.300 kt/anno (s/s); di questi, 690 kt/anno circa sono rappresentati da sanse e il restante da vinacce (ENAMA, 2011).

Anche in questo caso la localizzazione varia a seconda della tipologia; in particolare le sanse sono prevalenti nel Sud (Figura 4); mentre le vinacce sono distribuite piu o meno equamente su tutto il territorio nazionale (Figure 5).

<sup>7</sup> Fonte: ENAMA (2011).

Figura 4. Disponibilità di sansa in Italia (kt/anno s.s.) – stima a livello regionale

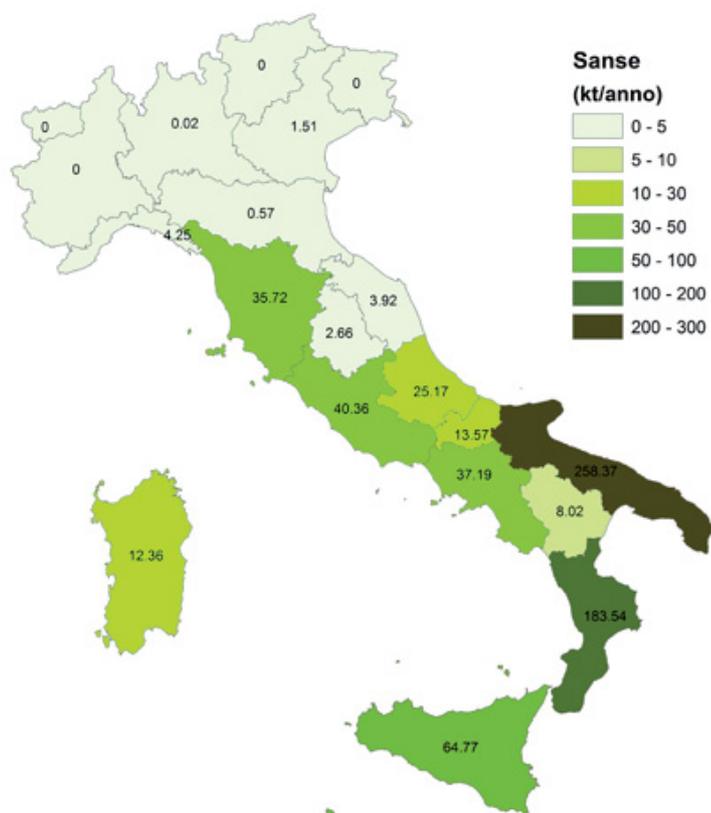
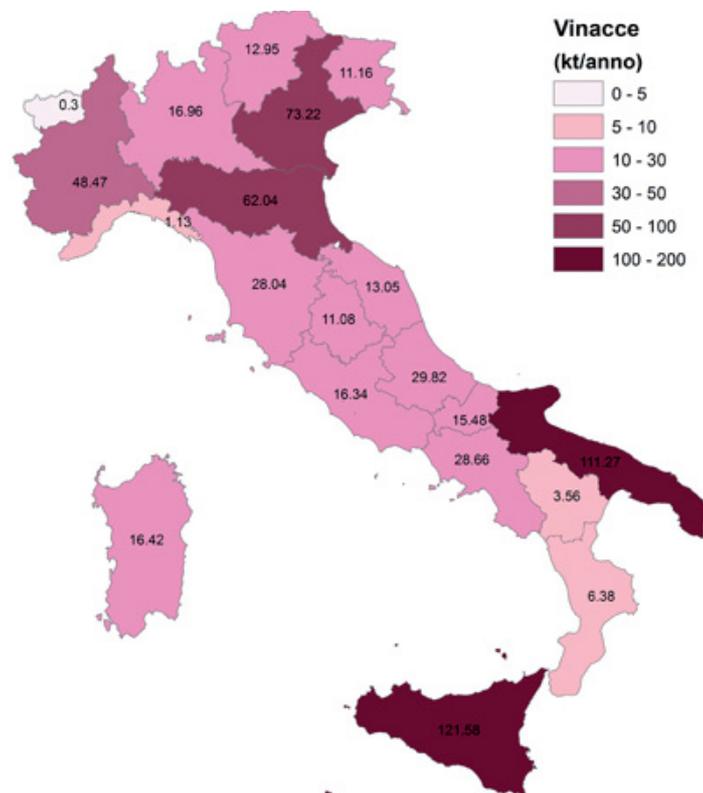


Figura 5. Disponibilità di vinacce in Italia (kt/anno s.s.) – stima a livello regionale

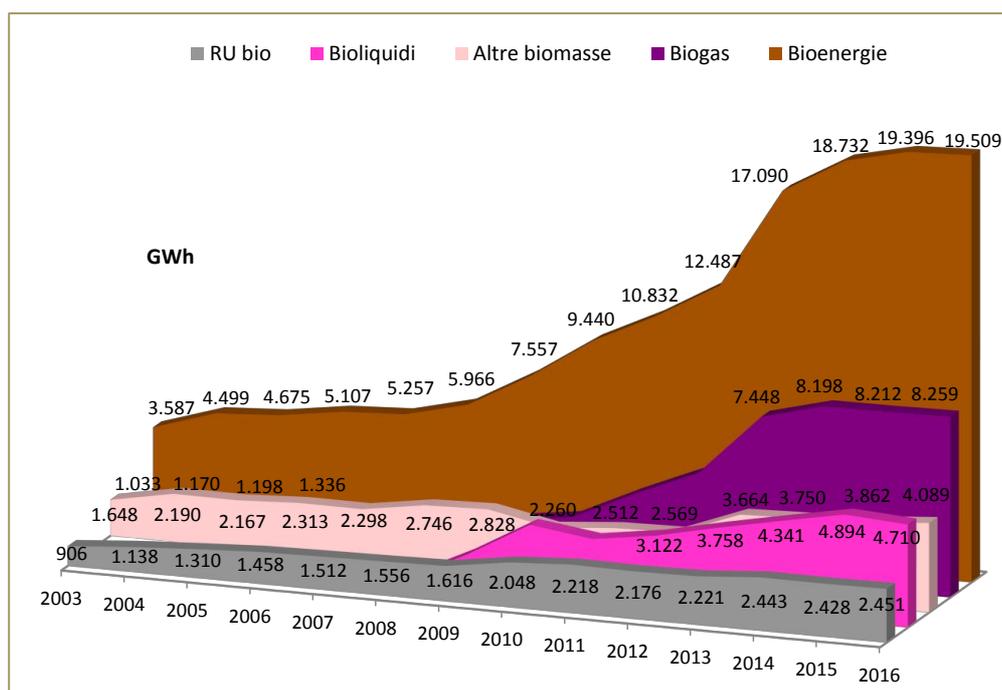


### 2.3 Tecniche di trasformazione e tipologie di prodotto

Le tecniche di trasformazione della biomassa sono costituite da una pluralità di processi fisici, chimici e biologici e possono dar vita ad una molteplicità di “prodotti”. Ad esempio, la biomassa proveniente dal comparto agricolo può essere trasformata, tramite conversione termochimica, in calore, che a sua volta può generare energia elettrica; oppure, tramite conversione biochimica (fermentazione e digestione anaerobica), in etanolo o biogas; o ancora, tramite un processo di conversione fisico-chimica (spremitura o esterificazione), in olio combustibile o biodiesel. Le diverse forme di energia (termica, elettrica, biocarburanti) possono inoltre essere prodotte separatamente o in combinazione (cogenerazione).

Con riferimento alle varie tipologie di prodotto, la presente indagine si concentra sul settore elettrico e, in particolare, sulla produzione di energia elettrica da biomasse solide; non verranno, dunque, presi in considerazione il settore termico e dei trasporti. Tra il 2003 e il 2016 l'elettricità generata mediante l'impiego di biomasse è cresciuta mediamente del 16% l'anno, passando da 3.587 GWh a 19.509 GWh. La produzione realizzata nel 2016 proviene per il 42,3% dal biogas, per il 33,6% dalle biomasse solide (12,6% dalla frazione biodegradabile dei rifiuti e 21,0% dalle altre biomasse solide) e per il 24,1% dai bioliquidi (Figura 6).

Figura 6. Evoluzione della produzione di energia elettrica da bioenergie



Secondo un recente rapporto GSE, la distribuzione regionale della produzione nazionale di energia elettrica da biomasse solide nel 2016 mostra una buona diffusione nell'Italia settentrionale, dove si distinguono il Piemonte con il 13,6%, l'Emilia Romagna con il 12,7%, il Veneto e la Lombardia al 10,4%. In Italia centrale, emerge il Lazio con una quota del 2,4%; tra le regioni meridionali, si distingue invece la Calabria, che detiene il primato nazionale nel 2016 con il 29,2% della produzione nazionale.

A livello provinciale, nel Nord Italia il contributo maggiore è dato dalle Province di Ravenna (6,5%),

Pavia (5,1%), Belluno (4,9%) e Ferrara (4,6%). Al Centro e al Sud la produzione è concentrata in circa 30 Province, mentre nelle altre è del tutto assente. La Provincia di Crotone, in Calabria, detiene il primato nazionale di produzione con il 19,3%; il discreto valore conseguito a livello regionale dalla Sardegna, infine, è da attribuire principalmente alla Provincia di Carbonia-Iglesias con il 4,8% del totale nazionale.

### 3. APPROCCIO METODOLOGICO E VARIABILI DI INTERESSE

Come menzionato in precedenza, lo scopo del presente lavoro è quantificare l'impatto economico della produzione di energia elettrica tramite impiego di biomasse solide. L'analisi si concentra su impianti termo-elettrici di dimensione medio-grande (>5MW), dei quali l'Associazione EBS rappresenta la quasi totalità sul territorio Italiano.

Saranno considerati tre settori produttivi che, nel loro complesso, costituiscono la filiera del valore del settore energia:

- Settore della produzione e approvvigionamento della biomassa: comprendente tutte le attività di produzione, recupero e conferimento della biomassa utilizzata come input dagli impianti di generazione dell'energia. Per produzione di biomasse intendiamo sia la coltivazione dedicata, sia la cessione di biomasse altrimenti inutilizzate e destinate alla distruzione o alla naturale decomposizione. Per approvvigionamento intendiamo invece la raccolta di residui agroalimentari, di residui della potatura o derivanti dalla pulizia delle aree boschive, di residui della lavorazione del legno e di biomassa proveniente da colture dedicate. Tale settore è a sua volta suddiviso per origine della biomassa in:
  - Comparto agricolo;
  - Comparto forestale;
  - Comparto agro-industriale.
- Settore del trasporto della biomassa: comprendente le attività di trasporto della biomassa dai punti di produzione e raccolta agli impianti di generazione.
- Settore della produzione energetica: comprendente gli impianti di generazione di energia.

L'analisi è volta alla misurazione dell'impatto su tre tipi di variabili economiche:

- Il valore aggiunto della filiera di produzione dell'energia (effetto diretto), e dell'industria locale nel suo complesso (effetto indiretto e indotto);
- I redditi e i consumi indotti;
- Le entrate fiscali a livello locale (royalties) e nazionale (imposte sui redditi e sui consumi).

Nello studio di impatto socio-economico si è soliti distinguere tra: impatto diretto sul valore aggiunto e sul reddito; impatto indiretto, attraverso le ricadute sulla produzione di beni intermedi delle industrie collegate; impatto indotto, risultante dagli effetti diretti e indiretti della maggiore domanda.

Definiamo di seguito le principali variabili prese in considerazione in questo studio, specificando per ciascuna le modalità di misurazione partendo dai dati a nostra disposizione, nonché, ove necessario, le ipotesi di scenario utilizzate per sopperire all'assenza di dati puntuali.

#### Occupazione

Abbiamo stimato gli effetti sull'occupazione sia in termini di posti di lavoro creati (per il settore di produzione di energia), sia in termini di ore lavorate (per gli altri settori della filiera).

Per il settore della produzione di energia, il dato è stato reso disponibile dagli impianti considerati. Per il resto della filiera (ovvero, approvvigionamento e trasporto biomassa), abbiamo utilizzato i dati forniti da due degli impianti del nostro campione, con informazioni dettagliate sulla suddivisione dei ricavi tra

le varie voci di costo e il margine operativo. Utilizzando la quota di ricavi imputabile al lavoro, abbiamo stimato il costo totale del lavoro applicando tale quota al costo totale del settore. Abbiamo poi diviso il costo totale del lavoro per il salario orario medio (dato fornito dai due impianti sopra menzionati) per ottenere il numero di ore lavorate.

#### Valore Aggiunto Impianto Energia

Per Valore Aggiunto si intende il volume di affari (ricavo) dell'impianto al netto dei costi dei fattori che ricadono nella categoria dei beni intermedi (ovvero beni prodotti lungo la filiera del valore). Nell'analisi abbiamo usato le seguenti definizioni:

- Ricavi Impianto Energia ( $R_E$ ): ove disponibile, abbiamo utilizzato il dato "Output Economico" fornitoci dalle imprese EBS (o, alternativamente, il prezzo medio di vendita dell'energia per la quantità di energia venduta); ove non disponibile, abbiamo stimato i ricavi come prodotto della produzione totale di energia ( $QT_E$ ) dell'impresa per il prezzo di vendita medio ( $p_E$ ) delle imprese che hanno fornito tale informazione.

$$R_E = p_E \times QT_E$$

- Costi Beni Intermedi ( $CT_B$ ): abbiamo utilizzato il costo totale (per l'impianto) della biomassa approvvigionata, calcolato come costo medio ( $CM_B$ ) per quantità totale di biomassa ( $QT_B$ ).

$$CT_B = CM_B \times QT_B$$

#### Valore Aggiunto Settore Approvvigionamento Biomassa

Sulla base delle informazioni fornite dal campione rappresentativo di impianti, si è ritenuto opportuno distinguere tre tipologie di provenienza della biomassa: Biomassa Agricola, Manutenzione Forestale, Biomassa Agroindustriale.

La variabile Ricavi Biomassa ( $R_B$ ) utilizzata per calcolare il valore aggiunto del settore di approvvigionamento è quantificata come il costo totale della biomassa per l'impianto di produzione energia ( $CT_B$ ). Come specificato sopra, tale valore è ottenuto moltiplicando il costo medio per tonnellata di biomassa ( $CM_B$ ) per la quantità di biomassa approvvigionata ( $QT_B$ ).

$$R_B = CT_B = CM_B \times QT_B$$

Il valore aggiunto è stato quindi stimato come il ricavo totale del settore al netto del valore della biomassa alla fonte. Tali dati specifici sono stati forniti da due degli impianti considerati nel nostro campione. Abbiamo quindi calcolato la quota di valore aggiunto media per tali impianti, ed applicato tale quota al resto degli impianti per il campione considerato.

#### Valore Aggiunto Settore Trasporto Biomassa

In questo caso non vi sono beni intermedi provenienti dalla filiera, per cui il valore aggiunto del settore trasporto biomassa coincide con i ricavi del settore stesso.

La variabile Ricavi Trasporto ( $R_{TR}$ ) e' quantificato come il costo totale del trasporto della biomassa per l'impianto di produzione energia ( $CT_{TR}$ ). Tale valore e' ottenuto moltiplicando il costo medio di trasporto per tonnellata di biomassa ( $CM_{TR}$ ) per la quantità di biomassa approvvigionata ( $QT_B$ ).

$$R_{TR} = CT_{TR} = CM_{TR} \times QT_B$$

### Consumi Indotti

I consumi indotti sono ottenuti moltiplicando la propensione media al consumo per i redditi totali. Questi ultimi comprendono salari totali e quota dei profitti distribuiti. Non avendo a disposizione dati sulla quota dei profitti distribuiti, ci siamo concentrati esclusivamente sui salari totali; ne consegue, che i valori risultanti rappresentano una stima per difetto dei consumi indotti.

Per le varie fasi della filiera, i salari sono misurati come segue:

- Salari Totali Produzione Energia ( $W_E$ ). I salari totali sono calcolati come il prodotto delle ore lavorate  $L_E$  (dato fornito dagli impianti considerati) per il salario orario medio per il settore. Per quest'ultimo dato abbiamo utilizzato una media dei valori forniti da due degli impianti considerati (ovvero, 35€/ora).

$$W_E = L_E \times 35$$

- Salari Totali Produzione Biomassa ( $W_B$ ). Dalle note contabili di due degli impianti considerati abbiamo calcolato la quota del costo della manodopera sul ricavo totale. Tale quota è stata poi applicata ai ricavi del resto degli impianti per stimare il costo totale del lavoro. Indicando con il parametro  $\alpha_B$  la quota del lavoro sui ricavi totali, il costo del lavoro è calcolato come:

$$W_B = \alpha_B \times R_B$$

- Salari Totali Trasporto Biomassa ( $W_{TR}$ ). Abbiamo seguito lo stesso procedimento descritto per il settore di Approvvigionamento Biomassa. Quindi, indicando con il parametro  $\alpha_{TR}$  la quota del lavoro sui ricavi totali, il costo del lavoro è calcolato come:

$$W_{TR} = \alpha_{TR} \times R_{TR}$$

Come spiegato sopra, i consumi totali sono ottenuti moltiplicando i salari totali per la propensione media al consumo; per il coefficiente medio di propensione al consumo ( $c$ ) abbiamo utilizzato il dato ISTAT per il 2017:  $c = 0.91$ . Denotando con  $W$  i salari aggregati lungo la filiera, i consumi totali sono, dunque, dati da:

$$C = c \times W = c \times (W_E + W_B + W_{TR})$$

### Gettito Fiscale

Una stima della contribuzione fiscale prende generalmente in considerazione il gettito generato sia dalle contribuzioni fiscali dei lavoratori dipendenti che dalla tassazione dei profitti distribuiti. Per mancanza di dati sulla percentuale dei profitti distribuita agli azionisti, non sono stati considerati i contributi derivanti dalla relativa tassazione; ne consegue, che i valori risultanti rappresentano una stima per difetto del gettito fiscale generato dal settore.

Per il gettito proveniente da lavoro dipendente, abbiamo applicato l'aliquota media del 25% ai redditi totali da lavoro per la filiera. Per il gettito proveniente dall'imposizione indiretta sui consumi, abbiamo applicato l'aliquota del 20% al valore dei consumi totali indotti. Per il gettito verso gli enti locali, sotto forma di royalties, abbiamo utilizzato il dato fornitoci dalle imprese considerate.

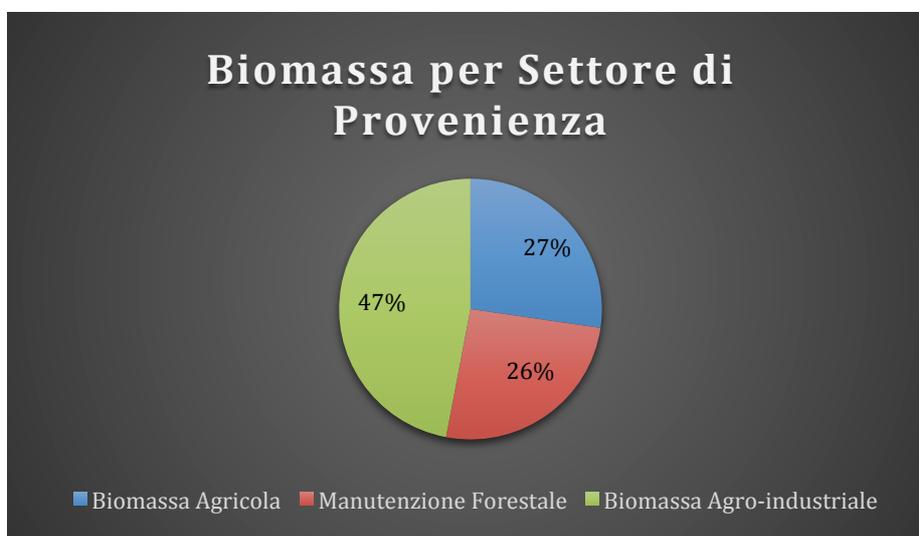
#### 4. ANALISI D'IMPATTO ECONOMICO

Le installazioni legate alla produzione di energia rinnovabile sono di recente tornate a crescere dopo un brusco rallentamento tra il 2012 e il 2015 (-14.2%). Tale rallentamento era da ricondursi in larga parte alla “turbolenza” innescata dalle modifiche al regime di incentivazione. La repentina ripresa delle FER suggerisce che il mercato comincia ad esprimere una domanda indipendente dai meccanismi di incentivazione. La nuova potenza installata nel corso del 2016 è stata di 778 MW, inferiore di circa 112 MW (-12%) rispetto a quella dello stesso periodo nel 2015, ma superiore di 78 MW rispetto a quella del 2014. Complessivamente, la potenza installata da rinnovabili ha quindi superato la soglia dei 51 GW. Per quanto riguarda il settore delle biomasse, variazioni significative riguardano le biomasse agroforestali (+30 MW) ed il biogas (+10 MW).

Nel settore delle biomasse agroforestali, la filiera rimasta a seguito della contrazione del mercato è costituita dai soggetti più strutturati e organizzati, che esprimono redditività coerenti con un'attività industriale svolta in un mercato che ha raggiunto un maggior grado di maturità. Il campione di 9 impianti EBS considerati in questo studio è rappresentativo dell'insieme di tali soggetti, e rappresenta una percentuale significativa dei grandi produttori di energia da biomasse in Italia.

Nel 2017, anno a cui si riferisce la nostra analisi numerica, la biomassa trattata dai nove impianti considerati proviene per metà dal settore agro-industriale, soprattutto dai residui della lavorazione del legno e delle uve; l'altra metà è divisa approssimativamente in parti uguali tra prodotti del settore agricolo e prodotti provenienti dalla manutenzione delle foreste.

Figura 7. Distribuzione biomassa per settori di provenienza



##### 4.1 Effetti Occupazionali

Ci occupiamo innanzitutto delle ricadute occupazionali e reddituali della produzione di energia da biomasse solide. Al 2017, i nove impianti di generazione considerati impiegano 251 occupati, per un totale di 226 mila ore lavorate. In termini di reddito da lavoro dipendente, abbiamo stimato che gli impianti considerati hanno distribuito redditi per circa 8 milioni di Euro ai lavoratori (tecnici, impiegati

e operai) coinvolti direttamente nella produzione di energia. Tale stima si basa su un salario medio orario di 35 Euro, cifra ottenuta come valore medio dei dati salariali fornitici da due degli impianti considerati (i valori vanno da un massimo di circa 53 Euro orari ad un minimo di 32 Euro per gli operai).

Questo effetto occupazionale diretto dell'attività di produzione energetica non tiene conto delle ricadute occupazionali sull'indotto, cioè sui settori di cui si compone la filiera del valore a valle della produzione finale di energia. Per il comparto dell'approvvigionamento della biomassa, abbiamo stimato un reddito totale lordo da lavoro pari a 10.300.000 Euro. Tale stima è stata ottenuta come segue. Abbiamo prima considerato i due impianti per i quali sono stati resi disponibili i bilanci lungo tutta la filiera; per questi due impianti, abbiamo innanzitutto calcolato la quota della manodopera sul costo totale per tonnellata di biomassa trattata. Per ogni impianto considerato nel nostro campione, abbiamo quindi moltiplicato tale quota per il costo totale della biomassa in entrata – tale costo rappresenta infatti il ricavo totale del settore approvvigionamento – ottenendo così il costo totale della manodopera impiegata nel settore approvvigionamento. Abbiamo quindi calcolato il monte lavoro indotto nel settore di approvvigionamento come il rapporto tra costo totale della manodopera e il salario orario medio del settore. La stima ottenuta è di circa 680 mila ore lavorate.

Come si evince dalla figura 8, gli effetti su occupazione e redditi da lavoro si distribuiscono in modo non uniforme tra i sottosectori dell'approvvigionamento. Il 56% dei redditi generati interessa il settore agricolo, il 40% va al settore forestale, mentre il restante 4% va al settore agro-industriale (a minore intensità di lavoro). A questo proposito, è importante ricordare come le ricadute occupazionali e reddituali per i settori agricolo e forestale siano particolarmente importanti dal punto di vista socio-economico, in quanto si innestano su una situazione di generale crisi settoriale, e vanno a svolgere pertanto un ruolo di sostegno indiretto alle famiglie operanti in tali settori.

Figura 8. Distribuzione redditi da lavoro per provenienza della biomassa (nostra elaborazione 2017)

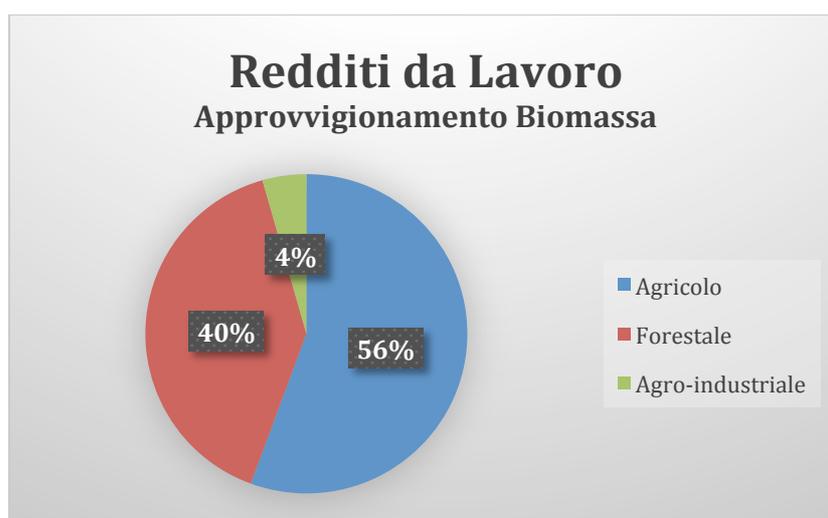
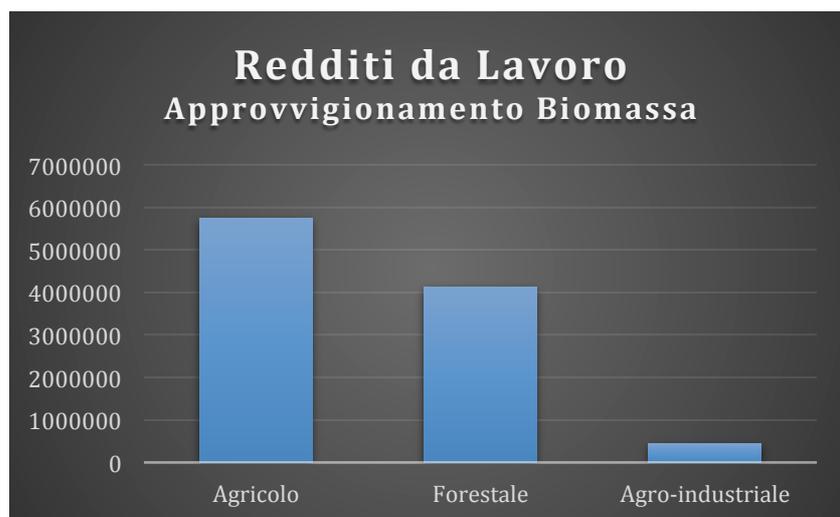


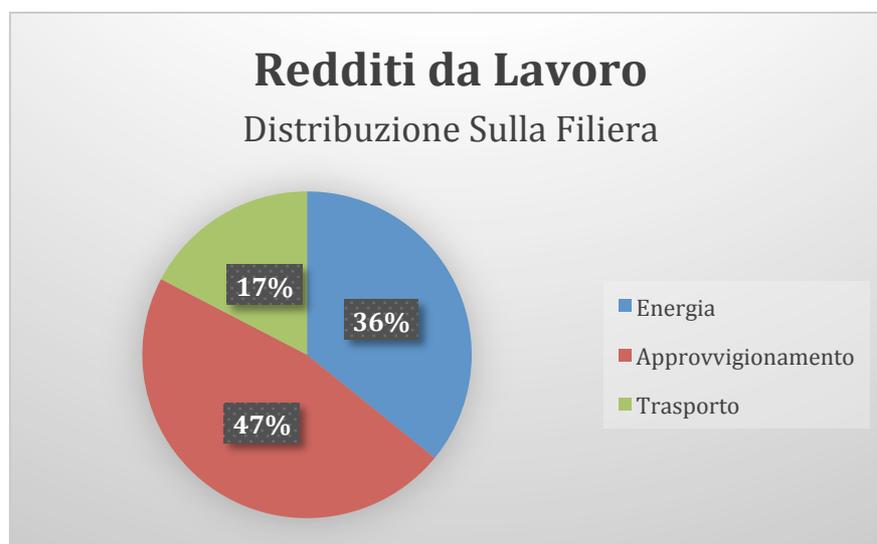
Figura 9. Redditi da lavoro per provenienza della biomassa (nostra elaborazione 2017)



Passando ora al comparto del trasporto della biomassa, l'indotto occupazionale è stimato in circa 255 mila ore lavorate, con un reddito totale lordo distribuito pari a 3.800.000 Euro (stime ottenute mediante le stesse operazioni descritte sopra per il settore approvvigionamento).

La filiera nel suo complesso ha quindi creato occupazione per circa 1.700.000 ore complessive (pari a circa 1300 posti di lavoro full-time) generando un reddito totale da lavoro pari a 22 milioni di Euro circa, di cui il 64% circa interessa l'indotto lungo la filiera, ed il 36% interessa la produzione di energia.

Figura 10. Distribuzione redditi da lavoro per settore della filiera (nostra elaborazione 2017)



Le stime riportate sopra non includono i redditi generati dalla produzione (colture dedicate) e dalla cessione delle biomasse. Basandoci sui dati fornitici da due impianti di grandi dimensioni, abbiamo stimato un valore complessivo della biomassa alla fonte pari a 70 milioni di Euro circa, di cui il 12% interessa il settore agricolo, l'84% quello industriale e il 4% il settore forestale. Non avendo sufficienti

informazioni per stimare la quota di tali redditi imputabile alla manodopera, non è stato possibile includere tali dati nella stima degli effetti occupazionali.

#### 4.2 Valore Aggiunto sulla Filiera

Il valore aggiunto misura il valore monetario del giro di affari (o fatturato) di un'impresa al netto del costo di acquisizione dei beni intermedi utilizzati – quindi al lordo del costo dei fattori di produzione (principalmente, lavoro e capitale). Il valore aggiunto generato lungo la filiera misura quindi il valore economico globale del settore di produzione di energia da biomassa e del suo indotto. I valori disaggregati per fase di produzione lungo la filiera forniscono invece un'idea di come tale valore economico complessivo si distribuisca per fase produttiva.

Consideriamo innanzitutto il settore della produzione finale di energia. Nel 2017, la produzione di energia da biomasse ha generato, limitatamente al campione dei nove impianti EBS osservato, un valore aggiunto di circa 151 milioni di Euro. Nella stima di tale valore abbiamo calcolato i ricavi di esercizio utilizzando direttamente il prezzo di vendita dell'energia (comprensivo degli incentivi) per quegli impianti che hanno reso il dato disponibile; per i rimanenti impianti abbiamo utilizzato una stima basata su un prezzo ipotetico di vendita pari a 240Euro/MWh.

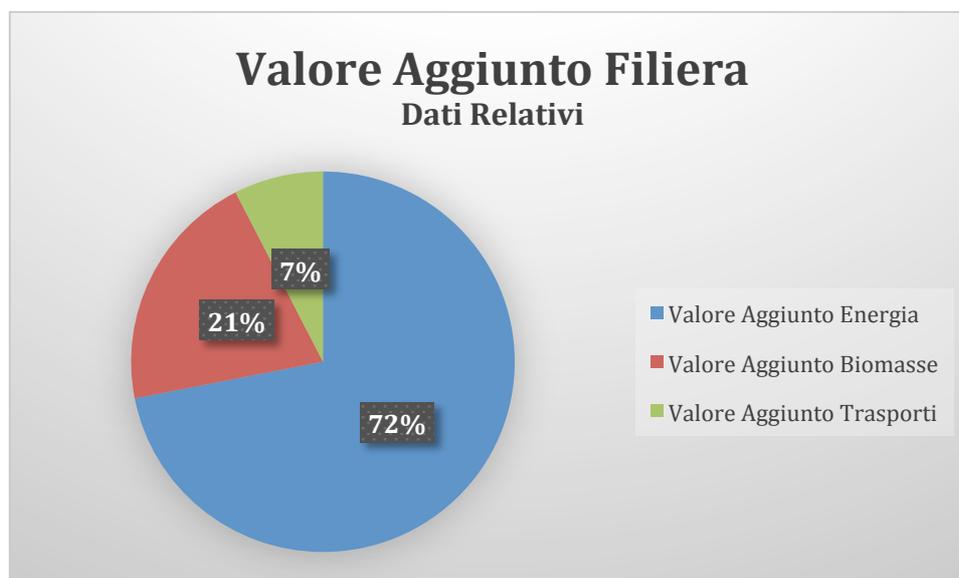
Per i settori di approvvigionamento e trasporto delle biomasse, il valore aggiunto è stato stimato come segue: utilizzando dati di bilancio forniti da due degli impianti del campione considerato, abbiamo calcolato la quota del valore aggiunto sui ricavi totali. Tale quota (60% per il settore approvvigionamento e 100% per il settore trasporti) è stata poi applicata al ricavo totale, stimato uguale al costo totale di approvvigionamento e di trasporto, rispettivamente, per ciascuno dei nove impianti considerati. Otteniamo un valore stimato di circa 43 milioni di Euro per il settore di approvvigionamento, e di circa 16 milioni di Euro per il settore trasporto.

La filiera approvvigionamento-trasporto-produzione genera, perciò, un valore aggiunto di circa 210 milioni di Euro.

Figura 11. Valore aggiunto lungo la filiera (Nostra elaborazione, 2017)



Figura 12. Distribuzione valore aggiunto lungo la filiera (Nostra elaborazione, 2017)



Come nel caso degli effetti occupazionali, le stime riportate sopra non tengono conto del valore aggiunto del settore di produzione della biomassa, per il quale non disponiamo di dati sufficienti a quantificare l'incidenza dei beni intermedi. In prima approssimazione, e limitatamente al conferimento di residui agricoli, industriali o forestali, tutto il valore della biomassa può essere considerato come valore aggiunto. Se teniamo inoltre in considerazione il fatto che per alcuni di questi residui sarebbe stata necessaria la rimozione e/o l'eliminazione, il valore aggiunto imputabile alla fase di conferimento della biomassa sarebbe addirittura superiore a quello che risulta dai libri contabili delle imprese di approvvigionamento sotto la voce "valore della biomassa". In questo caso, la nostra stima di circa 70 milioni di Euro di valore complessivo della biomassa potrebbe essere una stima per difetto del contributo del settore di produzione della biomassa al valore aggiunto della filiera. Il valore aggiunto complessivo della filiera si assesterebbe in questo caso al di sopra dei 280 milioni di Euro.

#### 4.3 Consumi e Gettito Fiscale sulla Filiera

##### 4.3.1 Consumi Indotti

Oltre alle ricadute occupazionali e reddituali sulla filiera del valore, la produzione di energia da biomassa genera ulteriori stimoli per l'economia locale tramite l'effetto che i redditi distribuiti hanno sulla spesa per consumi. Non disponendo di dati sui profitti distribuiti lungo la filiera, ci siamo concentrati su una stima dei consumi indotti dalla remunerazione del lavoro dipendente. Tale omissione non dovrebbe tuttavia distorcere troppo le stime in quanto è ai redditi da lavoro che sono tipicamente associate attività di consumo (di beni durevoli e non), mentre i profitti si prestano meno al meccanismo di trasmissione reddito-consumo in quanto o non sono distribuiti (e quindi non costituiscono reddito) o, se distribuiti, affluiscono a soggetti economici appartenenti a fasce più alte di reddito e per questo caratterizzati da una minore propensione al consumo.

Abbiamo stimato i consumi indotti ipotizzando una propensione media al consumo del 91% (dato Istat 2017), e moltiplicando tale percentuale per i redditi da lavoro totali lungo la filiera. La stima così ottenuta del consumo aggregato indotto dai nove impianti considerati è di circa 20 milioni di Euro.

#### 4.3.2 Gettito Fiscale

Redditi e consumi finali generano gettito fiscale a livello nazionale tramite imposte dirette e indirette. Per i redditi da lavoro, stimiamo un gettito fiscale diretto di circa 5 milioni di Euro per la filiera nel suo complesso (ipotizzando un'aliquota media del 25%, appropriata per i livelli salariali medi del settore); le imposte indirette sui consumi indotti generano, invece, un gettito fiscale di circa 4 milioni di Euro. A livello locale, le Royalties pagate agli enti locali hanno generato contributi fiscali sul territorio pari a circa 1 milione di Euro. In totale, il gettito fiscale generato lungo la filiera si aggira quindi intorno ai 10 milioni di Euro.

#### 4.3.3 Valutazioni di Carattere Generale

Le stime di valore aggiunto ed effetti occupazionali offrono solo un quadro parziale dei benefici economici e sociali associati alla filiera della biomassa solida. Tali stime non includono altri importanti, effetti economico-sociali, soprattutto locali, che non trovano riscontro nei valori contabili di costi e ricavi, e la cui misura richiederebbe un'analisi economica approfondita delle dinamiche settoriali.

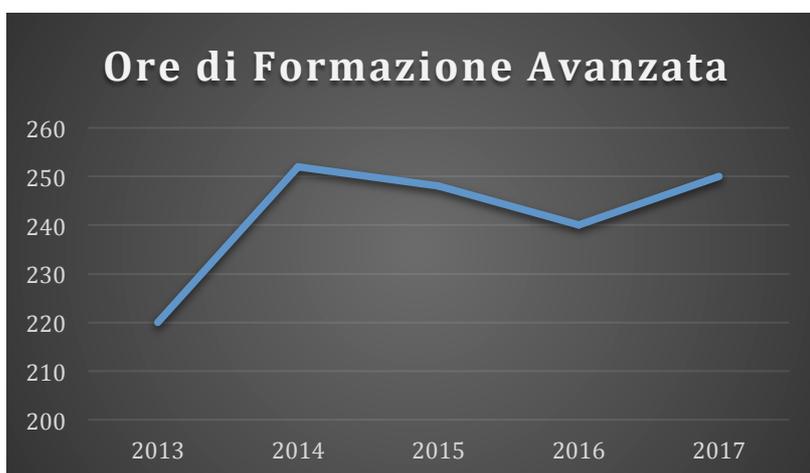
Occorre in primo luogo considerare gli effetti moltiplicativi della spesa per consumi. La spesa per consumi indotta dai maggiori redditi lungo la filiera si ripercuote, infatti, nella forma di maggiore domanda, sulla produzione di tutti i settori produttivi attivi a livello locale e non. Tale aumento produttivo si ripercuote a sua volta sulla domanda di beni intermedi e, tramite nuovi redditi, sui consumi finali, innescando così un processo moltiplicativo. Il risultato finale di tale processo viene stimato mediante l'uso di matrici input-output, che tengono conto sia delle interdipendenze settoriali, sia degli effetti di "feedback" dovuti al rapporto reddito-consumo. In Italia, tali matrici sono prodotte dall'Istat, ma non contemplano un settore specifico per la produzione di energia da fonti rinnovabili, e non sono quindi direttamente utilizzabili per una stima degli effetti di cui si occupa il presente studio. In un recente studio sul settore delle biomasse legnose in Giappone, si dimostra, adottando una versione integrata delle tavole input-output per includere il settore delle biomasse legnose, come l'investimento necessario a costruire una centrale di 5700 KW porterebbe ad un'espansione della produzione industriale aggregata (e dell'occupazione) più che doppia rispetto all'investimento iniziale; l'operatività corrente della centrale stessa causerebbe invece un incremento della produzione industriale annua maggiore del 50% rispetto all'output operativo dell'impianto (si veda Nakano, Murano e Washizu, *Journal of the Japan Institute of Energy*, 2015). Se valori simili dei moltiplicatori fossero appropriati per il caso italiano, le ricadute economiche di una possibile espansione del settore delle biomasse (e il relativo impatto potenziale su occupazione, consumi e redditi) sarebbero sostanzialmente maggiori delle stime riportate in questo studio, con effetti sul valore aggiunto nell'ordine dei 500 milioni di Euro per i soli impianti considerati nel presente studio.

Un altro importante effetto economico e sociale della filiera è il sostegno, mediante una continuità di rapporti economici e finanziari, di settori particolarmente sensibili a fluttuazioni congiunturali e a condizioni di incertezza, quali i settori forestale ed agricolo. A tale sostegno si aggiungono il mantenimento e la salvaguardia di tessuti economico-sociali e di competenze altrimenti a rischio, la

messa in sicurezza di porzioni di territorio altrimenti destinate al degrado e al progressivo abbandono (si veda il capitolo 6), e la formazione di competenze specialistiche.

Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, occorre sottolineare come la formazione di nuove figure professionali e ad alta specializzazione sia favorita dall'organizzazione della produzione di energia in impianti di capacità medio-alte, più propensi, grazie alle forti economie di scala del settore, all'adozione di nuove tecnologie e allo sviluppo professionale dei propri tecnici. Nel campione di impianti qui considerato, ad esempio, l'attività di produzione energetica ha reso necessaria la formazione avanzata di tecnici e la stipula di contratti di consulenza. Mentre la prima ha verosimilmente ricadute sulla qualità della forza lavoro locale nei territori dove operano gli impianti, i secondi hanno un effetto espansivo locale tramite la domanda di lavoro qualificato. Come si evince dalla Figura 14, le ore di formazione avanzata nel periodo 2013-2017 hanno seguito un andamento crescente, con una lieve flessione nel 2016, anno in cui sia la produzione di energia che l'approvvigionamento di biomassa hanno subito una flessione.

Figura 14. Ore di formazione avanzata (Nostra elaborazione, 2013-2017)



Altri potenziali benefici del passaggio alla produzione di energia da biomasse solide sono legati alla riduzione dei rischi idrogeologico e ambientale, e sono discussi in modo dettagliato nei prossimi capitoli. Entrambi si prestano ad una quantificazione in termini monetari. Nel capitolo 5 produciamo delle stime dei benefici ambientali legati al mutamento nella struttura delle emissioni dei diversi inquinanti nel passaggio dal mix energetico da combustibili non rinnovabili a produzione da biomassa solida. Nel capitolo 6 discutiamo nel dettaglio, ma senza fornire stime puntuali per il campione di impianti considerato, le potenzialità delle biomasse agroforestali nella prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico.

## 5. CONSIDERAZIONI SUGLI EFFETTI AMBIENTALI

La produzione di energia da biomassa solida presenta importanti vantaggi dal punto di vista ambientale. Innanzitutto, andando a valorizzare materiali residuali, spesso non apprezzati sul mercato, essa si sposa perfettamente con i principi cardine dell'economia circolare; inoltre, come vedremo nel prossimo capitolo (capitolo 6), la filiera bosco-legno-energia svolge un ruolo fondamentale nella gestione attiva del patrimonio boschivo, contribuendo così a prevenire e mitigare il rischio di dissesto idrogeologico.

La presente sezione intende, invece, offrire alcuni spunti di riflessione sui principali impatti ambientali in termini di emissioni di gas nocivi. Nel discutere tali impatti, si è ritenuto utile distinguere tra effetti di carattere globale, legati principalmente alle emissioni di CO<sub>2</sub>, ed effetti di carattere locale, legati alle emissioni di materiale particolato e NOx.

### 5.1 Effetti globali

Partiamo dalla considerazione che, per quanto attiene alla biomassa di origine forestale, la produzione di energia avviene a costo zero in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>. A differenza di quanto accade nel caso di combustibili di provenienza fossile, le emissioni di CO<sub>2</sub> liberate nell'atmosfera dalla combustione di biomassa legnosa restituiscono, infatti, ciò che le piante hanno assorbito durante la crescita. Sebbene sia stato argomentato che i tempi per la ricrescita e il riassorbimento dei gas serra siano piuttosto lunghi, possiamo dire che il ciclo di produzione di biomassa da colture dedicate assicurerebbe un bilancio nullo di emissioni nel lungo periodo.

È stato inoltre argomentato che le attività di approvvigionamento e trasporto lungo la filiera delle biomasse potrebbero rendere negativo il saldo di CO<sub>2</sub> legato all'uso di biomasse. Nonostante alcuni studi abbiano confermato le maggiori emissioni della filiera delle biomasse rispetto alla filiera di altre fonti energetiche tradizionali (eccetto il carbone), tali differenze appaiono marginali e comunque non sufficienti a rendere tali fonti preferibili alle biomasse legnose per quanto riguarda le emissioni di gas-serra. A titolo di esempio, riportiamo i dati per uno dei maggiori impianti EBS per l'anno di esercizio 2012 ("Studio dell'incidenza ambientale del trasporto di biomassa utilizzata per la produzione di energia", Soana Filippa, Politecnico di Milano, 2013). A fronte di un fattore di emissione di 32 gCO<sub>2eq</sub>/KWh per la biomassa solida, abbiamo fattori di 18 gCO<sub>2eq</sub>/KWh per il gas naturale (in relazione al quale vi sono quindi maggiori emissioni) e di 130 gCO<sub>2eq</sub>/KWh per il carbone in profondità (22 gCO<sub>2eq</sub>/KWh per il carbone in superficie).

Basandoci sui dati produttivi del nostro campione di impianti, abbiamo proceduto a stimare il risparmio in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto ad una equivalente produzione energetica da fonti tradizionali. A tal fine, abbiamo utilizzato un fattore di emissione di CO<sub>2</sub> pari a 519 gCO<sub>2eq</sub>/kWh, calcolato per il comparto energetico italiano per l'anno 2010 (fonte: rapporto ISPRA 2012). Moltiplicando il fattore di emissione per il totale della produzione energetica da biomassa del nostro campione di impianti, è stato possibile ottenere le emissioni teoriche di gas CO<sub>2</sub> nel caso in cui tale energia venisse prodotta mediante il mix produttivo (non FER) adottato in Italia. Il risultato dell'analisi è pari ad un totale di circa 590 mila tonnellate; tale stima rappresenta quindi il risparmio, in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>, derivante dalla produzione di energia da biomassa solida negli impianti del nostro campione. Per calcolare il valore monetizzato di tale risparmio abbiamo moltiplicato le minori emissioni per la stima del danno marginale di ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> emessa nell'atmosfera.

Esistono in letteratura numerosi lavori, basati su analisi costi-benefici e modelli integrati di equilibrio economico generale, che stimano – sotto diverse ipotesi riguardanti scenari futuri e tassi di sconto intertemporale – il valore monetario del danno derivante dall'emissione di CO<sub>2</sub>. Tali stime sono state poi utilizzate da enti governativi per valutare scenari alternativi di intervento di politica economica e ambientale. Vi sono diverse stime del valore monetario del danno ambientale causato da una tonnellata di CO<sub>2</sub>, che fanno riferimento a diversi scenari in termini di tasso di sconto, di impatto sulla salute e sul clima. Le stime medie di EPA (Environmental Protection Agency, 2016) sono di circa 70\$ per tonnellata di CO<sub>2</sub>, una stima vicina alla media ottenuta tramite il modello PAGE09 (<http://www.economics-ejournal.org/special-areas/special-issues/the-social-cost-of-carbon>, 2011), al valore di 70£ per tonnellata utilizzata dal governo inglese per interventi di politica ambientale, e alla stima dello "Stern's Report" per lo scenario "business as usual" nel 2006. Il report dell'IPPC "Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects", facente parte del Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, stima danni economici più ingenti, pari a 173,5 Euro per tonnellata di CO<sub>2</sub>. Lavori scientifici più recenti hanno inoltre evidenziato come gli effetti siano profondamente eterogenei tra paesi, suggerendo valori di molto superiori ai 70\$ per Stati Uniti ed altri paesi particolarmente suscettibili agli effetti dei gas serra (India, Brasile), e valori minori per l'Unione Europea a causa della temperatura più mite in partenza (si veda a tal proposito l'articolo "Country Level Social Cost of Carbon" pubblicato su Nature Climate Change, 2018).

Utilizzando una stima di 70 Euro/ton per il costo marginale sociale delle emissioni di CO<sub>2</sub>, otteniamo così un valore monetario dei benefici sociali della produzione da biomasse (riconducibili al risparmio di CO<sub>2</sub>) pari a circa 42 milioni di Euro. Un danno monetario di 173,5 Euro per tonnellata porta invece la stima dei benefici sociali a circa 102 milioni di Euro.

## 5.2 Effetti Locali

Un aspetto di criticità tipicamente associato alla produzione di energia da biomasse solide è il potenziale aumento di emissioni di gas NO<sub>x</sub> e di micro particelle (PM<sub>2.5</sub>). Tali emissioni sono associate ad alti livelli di tossicità sia per l'uomo che per gli animali. Sulla base dei dati forniti dagli impianti del campione, si è proceduto a confrontare il livello di emissione di tali gas con il livello che si otterrebbe se la stessa quantità di energia venisse prodotta con metodi tradizionali.

Per calcolare i livelli di emissioni annui di tali inquinanti generati dagli impianti del campione, abbiamo utilizzato dati puntuali sulla concentrazione dei gas nei fumi (mg/Nm<sup>3</sup>), sulla portata dei fumi nei vari impianti (Nm<sup>3</sup>/h) e sulle ore totali di attività degli impianti in un anno. Moltiplicando queste tre misure, abbiamo ottenuto le emissioni (in mg) annue di ogni impianto, e quindi quelle aggregate del campione.

Per calcolare, invece, le emissioni teoriche da metodi tradizionali di produzione energetica, abbiamo utilizzato i fattori medi di emissione per i gas NO<sub>x</sub> e per le PM<sub>2.5</sub> forniti dal rapporto ISPRA (2017) "Fattori di emissione atmosferica di CO<sub>2</sub> e altri gas a effetto serra nel settore elettrico". Il fattore di emissione misura le emissioni di un dato gas per unità di energia prodotta. La misura di tali fattori è quindi in mg/KWh. I valori stimati da ISPRA per il 2017 sono: 237 per NO<sub>x</sub> e 5,7 per PM<sub>2.5</sub>. Applicando tali indici alla produzione totale degli impianti considerati, abbiamo ottenuto i valori teorici delle emissioni.

I valori di NOx calcolati per gli impianti di produzione da biomassa risultano essere al di sopra dei valori teorici. In misura minore, simili conclusioni si applicano al caso delle microparticelle. In particolare, contro un'emissione annua totale di NOx di circa 900 milioni (in grammi), le stime per i metodi tradizionali si assestano su livelli di circa 270 milioni per target produttivi equivalenti. Per quanto riguarda le microparticelle, i valori osservati nel nostro campione sono intorno ai 10 milioni annui (grammi), contro un valore teorico di circa 4 milioni.

Per ottenere una stima monetaria del danno provocato da tali maggiori emissioni, abbiamo utilizzato una stima del costo sociale associato ad un aumento di NOx e di PM2.5. Tali stime sono riportate nello studio Economics and Cross Media Effects, pubblicato dalla Commissione Europea nel 2006. Per NOx abbiamo utilizzato una stima di 5700 Euro per tonnellata, mentre per PM2.5 la stima è di 34000 Euro per tonnellata. Moltiplicando tali valori marginali per la differenza tra le emissioni effettive misurate per il nostro campione di impianti e le emissioni teoriche (a parità di energia prodotta) riferite ad un mix produttivo tradizionale, otteniamo, rispettivamente, perdite di circa 3,6 milioni (NOx) e 80 mila Euro (Pm2.5). In altre parole, il danno sociale causato dal passaggio da fonti tradizionali a fonti da biomassa solida è stimato, per quanto riguarda le emissioni di NOx e PM2.5, intorno ai 3,7 milioni di Euro.

### 5.3 Benefici ambientali netti

La quantificazione e la stima di danni e benefici ambientali legati alle emissioni inquinanti contengono elementi di soggettività ed incertezza che possono limitarne l'utilità a livello di policy. La soggettività deriva dalle assunzioni, che è necessario fare a livello di analisi costi-benefici, riguardo sia il tasso di sconto da utilizzare, che i pesi da attribuire agli aspetti economici e sanitari che entrano nel calcolo dei danni. L'incertezza ha a che vedere principalmente con l'orizzonte temporale nel quale si verificano i cambiamenti sia economici che climatici sulla base dei quali tali stime vengono effettuate. Tali cambiamenti riguardano soprattutto i tassi di crescita economica, lo sviluppo tecnologico, i cambiamenti atmosferici, gli eventi estremi. Per questo motivo, ogni stima – per quanto accurata – va presa con la dovuta cautela nel passaggio dalla quantificazione degli effetti sulla salute (misurati ad esempio in DALY-DISABILITY ADJUSTED LIFE YEARS), alla monetizzazione dei danni ad essi legati.

La nostra analisi numerica fornisce, dunque, un'indicazione di massima riguardo agli effetti ambientali della produzione di energia nel campione di impianti considerato; al netto dei maggiori danno legati alle emissioni di NOx e di PM2.5, i benefici legati alla diminuzione di CO<sub>2</sub> producono un beneficio netto pari a circa 38 milioni di Euro nello scenario di bassa stima del danno ambientale da CO<sub>2</sub> (€70 per tonnellata) e di poco meno di 100 milioni di Euro nello scenario di alta stima del danno ambientale da CO<sub>2</sub> (€173,5 per tonnellata).

## 6 BIOMASSE AGROFORESTALI E MITIGAZIONE DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

### 6.1 Dissesto idrogeologico

Il dissesto idrogeologico è l'insieme dei processi morfologici che hanno un'azione fortemente distruttiva in termini di degradazione del suolo. Più precisamente, la legge-quadro sulla difesa del suolo n. 183 del 1989 (e sue successive modifiche) annovera, tra i fenomeni di dissesto idrogeologico, l'erosione idrica diffusa e quella profonda (frane), l'arretramento dei litorali (o erosione costiera), le alluvioni, la subsidenza indotta dall'uomo e le valanghe.

Tali fenomeni possono dipendere sia da fattori naturali, quali le condizioni atmosferiche, la geomorfologia del suolo o del bacino idrico, la pendenza e la copertura vegetale, che da fattori antropici. Questi ultimi includono opere idrauliche, argini, invasi, briglie, la tipologia d'uso del suolo, la presenza di particolari opere agricole, nonché il tasso di urbanizzazione e impermeabilizzazione del suolo. Fattori naturali e antropici spesso interagiscono contribuendo ad aumentare la fragilità del territorio.

Il rischio (R) relativo al dissesto idrogeologico è generalmente calcolato come:

$$R = E \times H \times V$$

dove:

- **E**: Elementi esposti, ovvero la popolazione, le proprietà e le attività economiche potenzialmente in pericolo con riferimento a un dato fenomeno catastrofico;
- **H**: Pericolosità naturale, ovvero la probabilità che un dato evento possa verificarsi in una data area in un certo periodo;
- **V**: Vulnerabilità, ovvero il grado di danno atteso nei confronti di un elemento o di un insieme di elementi, espresso con una scala da 0 (nessun danno) a 1 (distruzione totale).

L'Italia è un paese ad elevato rischio idrogeologico. In particolare, frane e alluvioni sono le calamità naturali che si ripetono con maggior frequenza e causano, dopo i terremoti, il maggiore numero di vittime e danni. Di particolare interesse, ai fini della presente indagine, sono i fenomeni franosi e l'erosione idrica diffusa, a cui è dedicata la sezione 6.2; come discusso di seguito, è alla mitigazione di tali forme di dissesto idrogeologico che le attività agroforestali associate all'impiego di biomasse possono contribuire in modo più significativo.

### 6.2 Fenomeni franosi ed erosione idrica diffusa

Le frane sono fenomeni estremamente diffusi in Italia, anche tenuto conto che il 75% del territorio nazionale è montano-collinare. Delle circa 900.000 frane censite nelle banche dati dei paesi europei (Herrera et al., 2018), quasi i 2/3 sono contenute nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome.<sup>8</sup> Il 28% delle frane italiane sono fenomeni a cinematisma rapido (crolli, colate rapide di fango e detrito), caratterizzati da velocità elevate, fino ad

---

<sup>8</sup> Progetto IFFI: <http://www.progettoiffi.isprambiente.it>

alcuni metri al secondo, e da elevata distruttività, spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane, come ad esempio in Versilia (1996), a Sarno e Quindici (1998), in Piemonte e Valle d'Aosta (2000), in Val Canale - Friuli Venezia Giulia (2003), a Messina (2009), a Borca di Cadore (2009), in Val di Vara, Cinque Terre e Lunigiana (2011), in Alta Val d'Isarco (2012) e a San Vito di Cadore (2015). Altre tipologie di movimento (es. colate lente, frane complesse), caratterizzate da velocità moderate o lente, possono causare ingenti danni a centri abitati e infrastrutture lineari di comunicazione.

I fattori più importanti per l'insorgere dei fenomeni franosi sono le precipitazioni brevi e intense, quelle persistenti e i terremoti. Negli ultimi decenni, i fattori antropici hanno, però, assunto un ruolo sempre più determinante tra le cause predisponenti delle frane, andando ad esacerbare la fragilità naturale del territorio italiano. In un recente rapporto sull'uso del territorio, l'ISPRA ha sottolineato gli effetti nefasti della cementificazione e quindi dell'impermeabilizzazione del suolo, che negli ultimi anni ha più che raddoppiato la propria incidenza per abitante rispetto agli anni '50: da 178 a 369 metri quadrati (ISPRA, 2014). Il risultato è che il suolo urbanizzato occupa oggi il 7,3% della superficie nazionale – a confronto del 2,9% di sessant'anni fa – ben oltre la media europea che è del 4,6%. Accanto all'impetuosa urbanizzazione e ad un uso del suolo spesso disordinato, si è verificato un notevole degrado degli ambienti rurali in vaste aree del Paese, in particolare nelle zone di collina e bassa montagna, con frequente abbandono delle attività agro-silvo-pastorali e delle connesse sistemazioni idrauliche, e il conseguente aumento dell'erosione del suolo.

Fino al 1989, l'Italia ha scontato un forte ritardo nella promulgazione di norme che imponessero di considerare i fenomeni franosi (e alluvionali) nella pianificazione territoriale e urbanistica. La Legge 183/1989, ispirata ai risultati della Commissione De Marchi, è infatti la prima norma organica per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo che individua il bacino idrografico come base territoriale di riferimento per la protezione idrogeologica, e le Autorità di bacino quali istituzioni responsabili della predisposizione del Piano di Bacino. Tuttavia fino all'evento catastrofico di Sarno del 5 maggio 1998, la Legge 183/89 non ha avuto piena attuazione. Con l'emanazione del Decreto Legge n. 180 dell'11 giugno 1998 viene impressa un'accelerazione all'individuazione, perimetrazione e classificazione delle aree a rischio frane e alluvioni, e all'adozione dei Piani per l'Assetto Idrogeologico (PAI).<sup>9</sup>

L'ISPRA, al fine di aggiornare la mappa della pericolosità da frana sull'intero territorio nazionale, ha proceduto, nel 2017, alla nuova mosaicatura nazionale delle aree a pericolosità dei Piani di Assetto Idrogeologico, classificando la pericolosità per l'intero territorio nazionale in 5 classi: pericolosità molto elevata (P4), elevata (P3), media (P2), moderata (P1), e aree di attenzione (AA). I risultati dell'analisi indicano che la superficie complessiva delle aree a pericolosità da frana PAI e delle aree di attenzione è pari a 59.981 km<sup>2</sup>, corrispondente al 19,9% del territorio nazionale. Se prendiamo in considerazione le classi a maggiore pericolosità (elevata P3 e molto elevata P4), le aree ammontano a 25.410 km<sup>2</sup>, pari all'8,4% del territorio nazionale (Tabella 4).

---

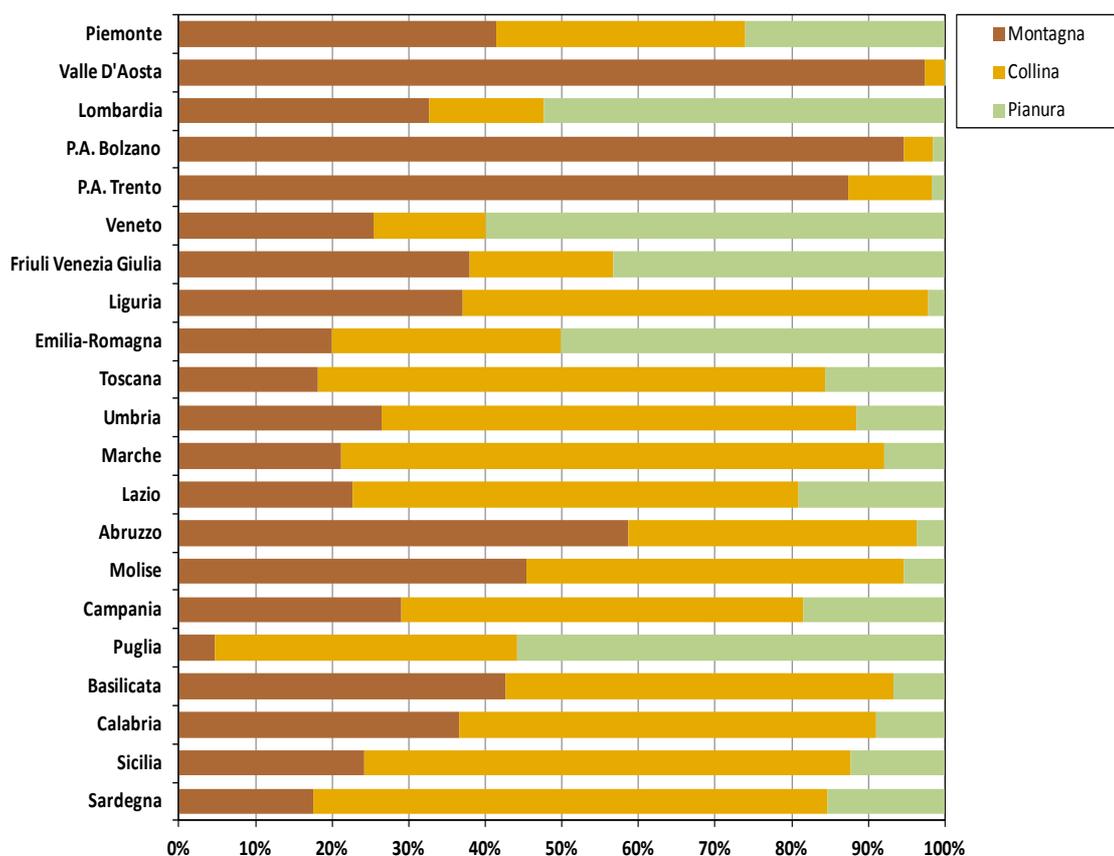
<sup>9</sup> La legge 183/89 è stata successivamente abrogata e in parte integrata nel D.Lgs. 152/2006.

Tabella 4. Aree a pericolosità da frana PAI in Italia – Mosaicatura 2017.<sup>10</sup>

Aree a pericolosità da frana			
		<i>km<sup>2</sup></i>	<i>% su territorio nazionale</i>
P4	<b>Molto elevata</b>	9.153	3,0%
P3	<b>Elevata</b>	16.257	5,4%
P2	<b>Media</b>	13.836	4,6%
P1	<b>Moderata</b>	13.953	4,6%
AA	<b>Aree di Attenzione</b>	6.782	2,2%
<b>Totale Italia</b>		<b>59.981</b>	<b>19,9%</b>

Le Figure 19 e 20 consentono di confrontare la ripartizione del territorio montano, collinare e di pianura e la distribuzione percentuale delle cinque classi di pericolosità da frana per ciascuna regione. La Valle d’Aosta, la Provincia di Trento, la Campania, la Liguria e la Toscana presentano la più elevata percentuale di territorio classificato a pericolosità da frana.

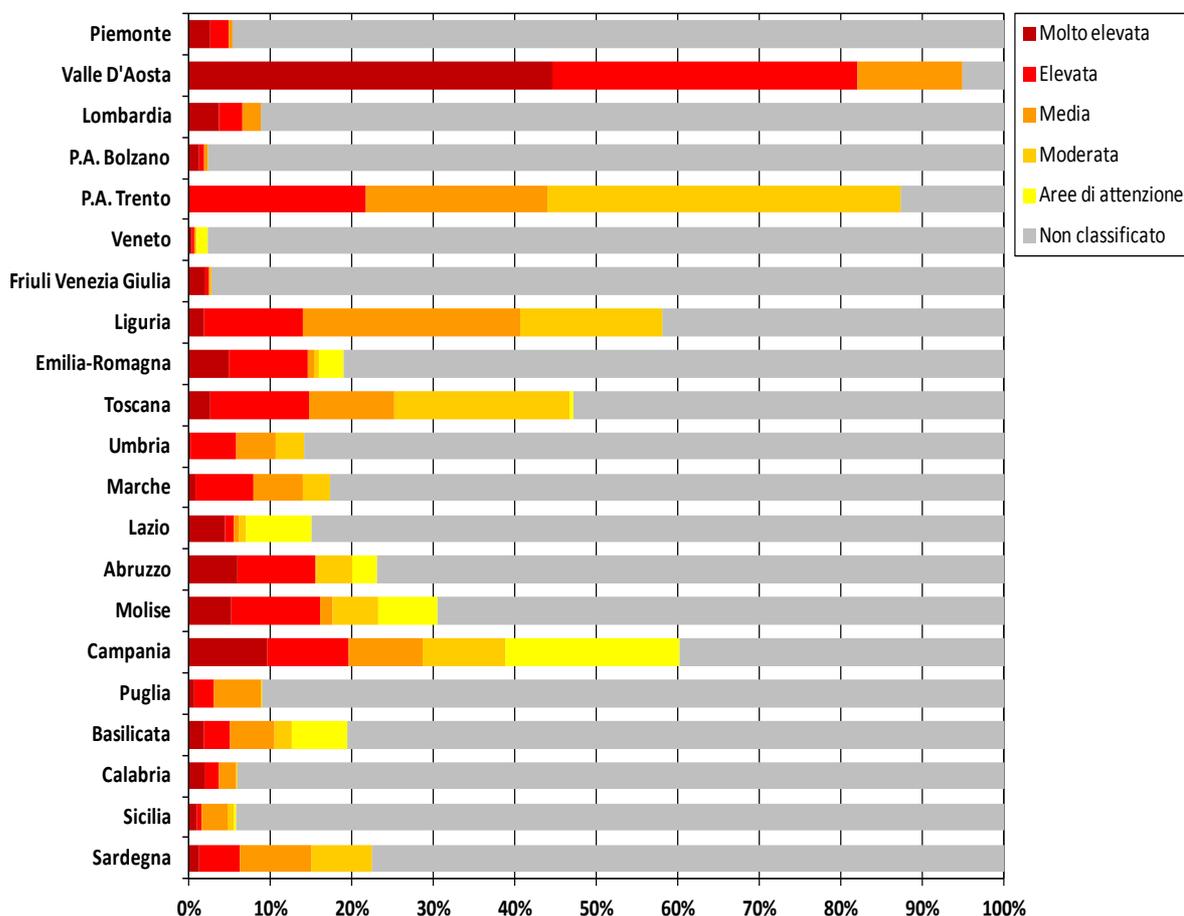
Figura 19. Distribuzione percentuale del territorio di montagna, collina e pianura (Modello Orografico d’Italia).<sup>11</sup>



<sup>10</sup> Fonte: ISPRA (2018).

<sup>11</sup> Fonte: ISPRA (2018).

Figura 20. Distribuzione percentuale delle aree a pericolosità da frana PAI sul territorio regionale – Mosaicatura 2017.<sup>12</sup>

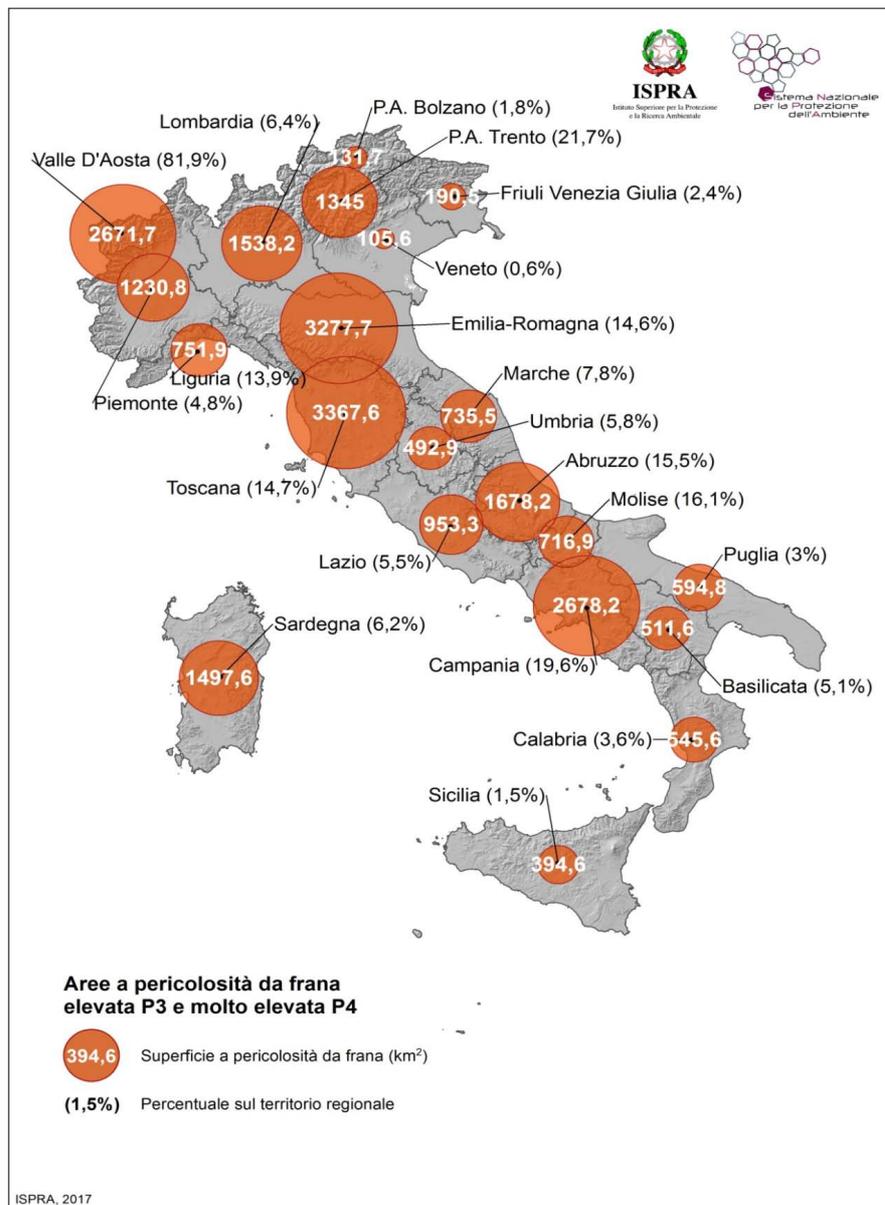


Le Regioni Toscana, Emilia-Romagna, Campania, Valle d'Aosta, Abruzzo, Lombardia, Sardegna e la Provincia Autonoma di Trento hanno le maggiori superfici (in km<sup>2</sup>) a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 (Figura 21). Se consideriamo, invece, la percentuale delle aree P3 e P4 dei PAI rispetto al territorio regionale, i valori più elevati si registrano in Valle d'Aosta, provincia di Trento, Campania, Molise, Abruzzo, Toscana, Emilia-Romagna e Liguria.

I comuni italiani interessati da frane sono 5.708, pari al 70,5% del totale: 2.940 sono stati classificati con livello di attenzione molto elevato. Per quanto riguarda le infrastrutture lineari di comunicazione, sono stati individuati 706 punti di criticità lungo la rete autostradale e 1.806 lungo la rete ferroviaria.

<sup>12</sup> Fonte: ISPRA (2018).

Figura 21. Aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 PAI su base regionale – Mosaicatura 2017.<sup>13</sup>



Accanto alle frane, che sono fenomeni di erosione idrica profonda, e' di notevole rilevanza ambientale ed economica anche il fenomeno dell'erosione idrica diffusa, ovvero l'asportazione della parte superficiale del suolo (maggiormente ricca in sostanza organica) per mezzo dell'azione battente della pioggia e delle acque di ruscellamento superficiale. I danni arrecati dall'erosione superficiale vengono generalmente classificati come danni manifesti nei luoghi in cui il fenomeno avviene (danni on-site) e danni che si verificano in aree distanti da quelle in cui il fenomeno erosivo è avvenuto (danni off-site). I primi portano alla perdita di suolo, di fertilità e di biodiversità, mentre i secondi si traducono in un aumento del trasporto solido dei corsi d'acqua, danni alle infrastrutture, riempimento dei bacini di irrigazione e idroelettrici e nell'inquinamento delle acque superficiali a causa dal trasporto di concimi e

<sup>13</sup> Fonte: ISPRA (2018).

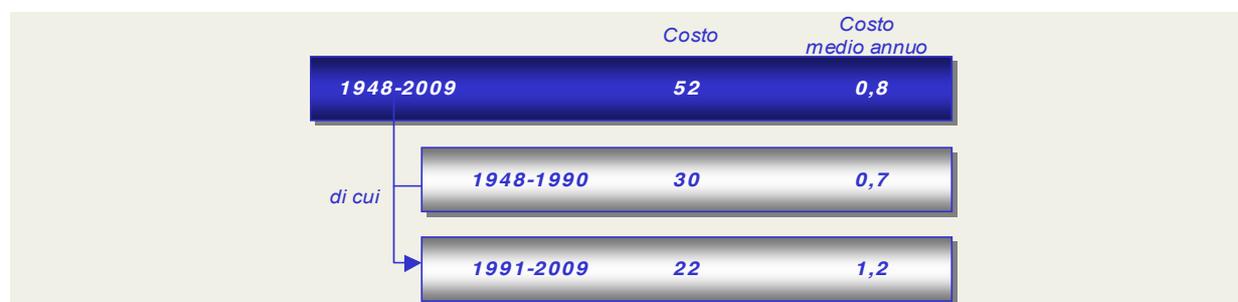
antiparassitari. La limitazione di tali danni, soprattutto nei territori agricoli di pregio, richiede spesso interventi correttivi economicamente molto rilevanti. Le elaborazioni modellistiche evidenziano che circa il 30% dei suoli italiani presenta una perdita di suolo superiore a 10 tonnellate ad ettaro l'anno (t/ha/anno), valore ai limiti o maggiore della soglia di tollerabilità (ISPRA, 2013). Il tasso di erosione tollerabile è il tasso di erosione, espresso in t/ha/anno, che consente di mantenere un sostenibile livello produttivo e protettivo dei suoli. Esso deve quindi essere generalmente inferiore alla velocità di formazione del suolo (pedogenesi) ed è pertanto variabile in funzione delle caratteristiche dei suoli e della variabilità dei fattori pedogenetici. Il Soil Conservation Service dell'United States Department of Agriculture (USDA) fissa il valore di 11,2 t/ha/anno per il limite in cui l'erosione è ritenuta tollerabile per suoli profondi e a substrato rinnovabile. L'OCSE indica, invece, come tollerabile una perdita di suolo inferiore a 6 t/ha/anno. Il confronto del dato nazionale con entrambi i valori soglia evidenzia uno scenario molto preoccupante ai fini della conservazione della potenzialità produttiva dei suoli agricoli italiani.

### 6.3 I costi del dissesto idrogeologico

Gli eventi di dissesto idrogeologico che si sono verificati a partire dal secondo dopoguerra hanno prodotto danni enormi. Il costo più rilevante è imputabile alla perdita di vite umane: 1.473 vittime dei dissesti idrogeologici dal 1950 al 2009. A ciò si aggiungono i danni relativi alle opere pubbliche, alle infrastrutture e opere di difesa del suolo, agli edifici privati, ai beni culturali e all'attività economica locale.

Secondo il Ministero dell'Ambiente, il costo complessivo dei danni materiali provocati dagli eventi franosi ed alluvionali dal 1948 al 2009, rivalutato in base agli indici ISTAT, risulta superiore a 52 miliardi di euro (in media 800 milioni di euro l'anno). È importante notare, tuttavia, che il 42% di tale cifra (ovvero 22 miliardi) riguarda eventi che si sono verificati tra il 1991 e il 2009, mentre il 58% (30 miliardi) fa riferimento al periodo 1948-1990. Rispetto ai due intervalli temporali considerati si osserva, dunque, un costo medio annuo ben diverso: 700 milioni tra il 1948 e il 1990, quasi il doppio (1,2 miliardi) nel ventennio successivo (schema 1). Negli ultimi anni, il costo del dissesto idrogeologico è ulteriormente aumentato raggiungendo, fra il 2010 e il 2012, i 7,5 miliardi di euro; in media 2,5 miliardi l'anno (Legambiente, Dossier 2012).

Schema 1. Costi del dissesto idrogeologico dal 1948 al 2009 – Mld € a prezzi 2009.



Fonte: Elaborazione Centro studi Consiglio Nazionale dei Geologi su dati Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Servizio Geologico Nazionale - Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia - Volume "Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990 di Vincenzo Catenacci".

Il ministero dell’Ambiente ha di recente sottolineato l’urgenza di un piano nazionale per la sicurezza e la manutenzione del territorio, quantificando gli investimenti necessari in circa 44 miliardi di euro, dei quali 4 relativi al recupero e alla tutela del patrimonio costiero e il rimanente per mettere in sicurezza le aree a rischio idrogeologico elevato. Da un punto di vista geografico, il 68% dei 40 miliardi necessari per “sanare” il dissesto idrogeologico nazionale riguardano interventi localizzati nelle 12 regioni centro-settentrionali e il 32% (13 miliardi) quelli localizzati nelle 8 regioni del mezzogiorno. Tali quote rispecchiano quelle della superficie territoriale e della popolazione ad elevato rischio idrogeologico (70% il centro nord e 30% il mezzogiorno).

#### 6.4 Azioni di mitigazione

Di fronte alla vulnerabilità del territorio e agli ingenti costi del dissesto idrogeologico, appare evidente che occorrono non solo indispensabili interventi in emergenza, ma anche e soprattutto fondamentali azioni di prevenzione e protezione, volte a ridurre l’impatto degli eventi eccezionali. In quest’ottica, e’ essenziale – accanto ad una corretta pianificazione territoriale e ad interventi strutturali di messa in sicurezza dei centri abitati e delle infrastrutture – intervenire in campo agricolo e forestale. Come recentemente sottolineato dal MiPAAF, le attività agro-forestali possono infatti incidere significativamente sul presidio del territorio e sulla mitigazione dei fenomeni di dissesto attraverso pratiche di gestione sostenibile, tenuto conto che buona parte del Paese è tuttora rurale (ISPRA, 2013).

Con particolare riferimento ai territori montani e alle aree boschive, che rappresentano spesso le zone a più alta suscettività da frana ed erosione, le azioni che possono contribuire a prevenire e mitigare il rischio idrogeologico sono varie. Per i boschi abbandonati con vegetazione instabile, per esempio, è necessario incrementare le attività di diradamento e cure colturali attraverso il taglio e l’asportazione della vegetazione instabile, deperiente o secca. Per le aree ad alta pendenza, l’azione più efficace è il rimboschimento dei terreni; gli impianti di boschi permanenti o di arboricoltura da legno a ciclo medio-lungo consentono, infatti, un forte aumento della stabilità dei pendii e una graduale riduzione dell’erosione con aumento della protezione degli strati di suolo superficiali, attraverso il drenaggio delle acque sub-superficiali, favorendo l’infiltrazione e regolando di conseguenza anche i livelli di falda. Tutti i corsi d’acqua connessi beneficiano in questo modo di una consistente riduzione dell’erosione e del trasporto solido a valle e di una complessiva stabilizzazione dei loro alvei. In altri casi, gli interventi necessari richiedono delle conversioni nella conduzione forestale, come ad esempio l’avviamento dei cedui alla struttura di alto fusto, o il mantenimento di tale forma di governo in zone non più coltivate a ceduo sui versanti più instabili.

La valorizzazione della biomassa legnosa per usi energetici può svolgere un ruolo estremamente importante in relazione agli interventi di mitigazione sopra descritti. D’altra parte, come sottolineato in un recente studio della Federazione Italiana dei Produttori di Energia da fonti Rinnovabili, la filiera bosco-legno-energia trae spesso origine proprio da esigenze di tipo ambientale, legate al presidio del territorio e alla “coltivazione” del bosco attraverso manutenzioni periodiche che ne incrementano il valore ambientale ed economico (FIPER, 2018). Dai primi anni ’90, la costituzione dei consorzi forestali, in stretta sinergia con le imprese boschive, è stata di vitale importanza per la filiera a monte,

proponendosi gli obiettivi di garantire il presidio dei territori montani, gestire direttamente il territorio boschivo ove la proprietà risultava troppo frazionata e dunque di difficile gestione, valorizzare le risorse forestali, e fornire servizi eco-sistemici quali appunto la prevenzione del dissesto idrogeologico e degli incendi. Lo sviluppo delle reti di teleriscaldamento e di produzione di energia elettrica da biomasse ha rappresentato l'anello della filiera a valle, capace di garantire una domanda di biomassa locale continuativa e duratura nel tempo; un "volano" che ha permesso di gestire e prelevare i residui e gli scarti legnosi forestali, tra cui materiali spesso non apprezzati sul mercato, che rappresenterebbero pertanto "materiale da smaltire". Di fatto, il settore ha svolto un ruolo di manutenzione e gestione attiva del territorio, contribuendo ad evitare alla collettività i costi degli interventi selvicolturali necessari a prevenire il rischio idrogeologico.

La valorizzazione della biomassa legnosa per usi energetici rappresenta, dunque, una grande opportunità per il miglioramento delle foreste esistenti, anche attraverso l'introduzione di moderne pratiche di gestione forestali, coerenti con le necessità ambientali di interventi di conversione e rafforzamento dei boschi degradati sopra evidenziate.

## 7 CONCLUSIONI

Questo studio ha offerto un'analisi qualitativa e quantitativa dell'impatto economico e ambientale della produzione di energia elettrica tramite biomasse solide. Dopo una discussione critica del contesto delle biomasse e delle principali problematiche legate al settore, lo studio ha presentato un'analisi numerica degli impatti economici della produzione di energia da biomasse solide in termini di ricadute occupazionali, reddituali e fiscali sul settore stesso e sull'indotto industriale (la filiera del valore: approvvigionamento, trasporto e produzione energetica). L'impatto ambientale è stato poi discusso in termini quantitativi per quanto riguarda gli effetti legati all'emissione di gas inquinanti, ed in termini qualitativi per quanto riguarda la mitigazione dei danni idrogeologici.

Questo capitolo ha lo scopo di aggiungere alcune considerazioni conclusive riguardo a possibili interventi di policy sul settore. Tre tipologie di domande sono alla base di qualunque intervento regolatorio sul settore: (i) quali sono i vantaggi legati alla produzione tramite biomasse solide rispetto a fonti tradizionali di origine fossile?; (ii) quali sono i vantaggi relativi rispetto ad altre fonti rinnovabili, quali l'eolico e l'idroelettrico?; (iii) come dovrebbe essere organizzata la produzione di energia da biomassa e, in particolare, su quali dimensioni e capacità di impianto si dovrebbe puntare in un piano di sviluppo strategico del settore?

Partendo dall'ultima domanda, vi sono diversi elementi a favore di un'organizzazione basata su impianti di dimensioni medio-grandi (indicativamente almeno dell'ordine di qualche MW fino a decine di MW). In primo luogo, la struttura decrescente dei costi medi per unità di energia prodotta rende impianti sopra una certa capacità più profittevoli economicamente e, in quanto tali, meno onerosi in termini di incentivi governativi. Inoltre, all'aumentare della potenza installata tende ad aumentare il rendimento del ciclo produttivo e, di conseguenza, la capacità produttiva a parità di unità di biomassa utilizzata. Ne deriva quindi una maggior efficienza nell'utilizzo della risorsa in ingresso e la possibilità, inoltre, dell'impiego di tecnologie più efficienti – in conformità alle Best Available Techniques di cui alla Direttiva IPPC dell'Unione Europea – anche per quanto riguarda la riduzione delle emissioni verso l'ambiente. Inoltre, potenze di impianto maggiori consentono l'utilizzo, grazie all'impiego di migliori tecnologie, di biomassa vergine meno "nobile", costituita in larga parte da residui e sottoprodotti provenienti dalla filiera produttiva agroforestale o agroindustriale (ad esempio, residui della lavorazione del legno, residui da potature o da lavorazione di prodotti agricoli, residui provenienti dall'industria olearia quali la sansa esausta, dalla produzione vinicola o di bevande alcoliche quali le vinacce esauste, dall'industria risiera come, ad esempio, la lolla di riso, ecc.). Infine, come già argomentato, impianti di taglie medio-grandi tendono a favorire lo sviluppo e la formazione di figure professionali e tecniche ad alta specializzazione, nonché lo sviluppo tecnologico anche mediante contratti esterni di consulenza, con evidenti ricadute sul territorio.

Rispetto all'utilizzo di fonti non rinnovabili, la produzione da biomassa presenta criticità soltanto riguardo alle elevate emissioni di gas inquinanti a livello locale (soprattutto NO<sub>x</sub> e, in misura minore, PM<sub>2.5</sub>), e proprio per questo maggiormente invisibili alle popolazioni limitrofe agli impianti. Nella nostra analisi numerica, che interessa 9 impianti di dimensioni medio-grandi, abbiamo tuttavia stimato un impatto ambientale aggregato con un saldo positivo che va da un minimo di circa 38 milioni di Euro ad un massimo di quasi 100 milioni di Euro, a seconda della valutazione monetaria bassa o alta del danno legato alle emissioni nette di CO<sub>2</sub>. Su tale saldo incidono in modo determinante i benefici derivanti

dalle emissioni di CO<sub>2</sub> evitate, che più che compensano l'impatto negativo delle maggiori emissioni di NO<sub>x</sub> e PM<sub>2.5</sub>.

Esistono inoltre importanti argomenti a favore del settore delle biomasse di carattere prettamente economico e sociale. Questi attengono soprattutto al sostegno economico ed occupazionale di settori sensibili quali quelli agricolo e forestale, al recupero di territori e colture in fase di abbandono, alla valorizzazione economica di beni e materiali altrimenti destinati all'abbandono o all'eliminazione (con un conseguente aggravio sui settori agricolo e forestale), ed alla preservazione di tessuti sociali ed economici altrimenti a rischio.

Attorno al ciclo produttivo dell'impianto sia nella fase di costruzione che, soprattutto, nella fase di esercizio si generano un'economia e relativi effetti occupazionali diretti ed indiretti (indotti) che riguardano l'attività operativa e di gestione tecnica ed amministrativa del ciclo produttivo dell'impianto, le attività di manutenzione, ma soprattutto di approvvigionamento della biomassa e relativa filiera fino al trasporto della stessa all'impianto. Il valore aggiunto aggregato della produzione di energia e del suo indotto è stato stimato, per le 9 imprese del nostro campione, tra i 210 e i 280 milioni di Euro, con un effetto occupazionale stimato equivalente a circa 1300 posti di lavoro a tempo pieno.

Va poi sottolineato come la più ampia consistenza economica e finanziaria correlata alla maggior capacità produttiva data da impianti di dimensione medio-grande si ripercuota positivamente su tutta la filiera di approvvigionamento della biomassa e sulle attività economiche legate ai servizi funzionali alla gestione tecnica dell'impianto (quali, ad esempio, i servizi di manutenzione). Garantendo una fonte di reddito regolare e continuativa e flussi finanziari certi nel lungo periodo alla filiera dell'approvvigionamento della biomassa e alle attività affidate in outsourcing connesse all'esercizio degli impianti, si favorisce il consolidamento di tutto il settore dell'indotto, l'aumento della sua solidità economica ed il miglioramento della sua organizzazione e struttura (si pensi, ad esempio, al miglioramento tecnologico che l'industria forestale ha potuto raggiungere con l'acquisto di migliori macchinari per la gestione forestale, cippatori, ecc. grazie all'effetto volano generato proprio dalla presenza degli impianti a biomassa).

Rispetto alle altre fonti rinnovabili – *in primis* l'eolico ed il fotovoltaico – la produzione da biomassa presenta differenze sotto due punti di vista. Da un lato, l'importante impatto economico locale e la valorizzazione di risorse altrimenti inutilizzate o addirittura dannose conferiscono alla produzione da biomassa un vantaggio comparato rispetto, ad esempio, all'eolico che presenta ricadute economiche limitate all'investimento iniziale, insieme ad evidenti problematiche di tipo paesaggistico e ambientale. Dall'altro, la biomassa rappresenta un costo di produzione che è assente nel caso delle FER alternative; questa differenza ha giustificato diversi trattamenti per quanto riguarda la modulazione degli incentivi. A fianco di un costo di produzione maggiore, tuttavia, la produzione da biomassa garantisce maggiore continuità e stabilità nella produzione di energia, permettendo all'offerta energetica di meglio adeguarsi alle necessità della domanda.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Catenacci, V. (1992), "Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990 di Vincenzo Catenacci", Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. 47/1992. ISBN: 978-88-240-0286-8.

ENEA (2010), Atlante delle Biomasse. Link: <https://www.atlantebiomasse.enea.it>

ENAMA (2011), Biomasse ed Energia: Disponibilità delle Biomasse. Disponibile al seguente link:

FIPER (2018), Teleriscaldamento a Biomassa: un Investimento per il Territorio, FIPER Editore. ISBN: 9788894343700.

GSE (2018), Energia da Fonti Rinnovabili in Italia – Anno 2016, Rapporto Statistico. Link: [https://www.gse.it/documenti\\_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Rapporto%20statistico%20GSE%20-%202016.pdf](https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Rapporto%20statistico%20GSE%20-%202016.pdf)

Herrera, G., Mateos, R.M., García-Davalillo, J.C. et al. (2018), "Landslide databases in the Geological Surveys of Europe", Landslides, 15, 359-379.

ISPRA (2013), Linee Guida per la Valutazione del Dissesto Idrogeologico e la sua Mitigazione attraverso Misure e Interventi in Campo Agricolo e Forestale, Rapporto 85/2013. ISBN: 978-88-448-0586-9.

ISPRA (2014), Il Consumo di Suolo in Italia, Rapporto 195/2014. ISBN: 978-88-448-0646-0.

ISPRA (2018), Dissesto Idrogeologico in Italia: Pericolosità e Indicatori di Rischio, Rapporto 287/2018. ISBN: 978-88-448-0901-0.

Legambiente (2012), "I costi del rischio idrogeologico - emergenza e prevenzione", Dossier.

MiPAAF (2012), Costruire il Futuro: Difendere l'Agricoltura dalla Cementificazione. Link: <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/8850>

MiPAAF (2014), Piano di Settore della Filiera Legno 2012-14, Documento di Sintesi. Link: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5728>

SEN (2017), Strategia Energetica Nazionale, Ministero dello Sviluppo Economico e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Novembre 2017.