



<b><u>Titolo</u></b>	<b>Accordo di collaborazione per lo studio e l'analisi delle potenzialità dell'utilizzo della biomassa e delle relative criticità</b>	
<b><u>Documento</u></b>	Relazione tecnica finale	CRB-14-RT-03-B-1
<b><u>Committente</u></b>	Regione Umbria	
<b><u>Data</u></b>	30/01/2014	
<b><u>Gruppo di Lavoro</u></b>	prof. Cinzia Buratti prof. Francesco Fantozzi ing. Marco Barbanera dott. Pietro Bartocci ing. Daniele Bevilacqua	
<b><u>Redazione</u></b>	ing. Marco Barbanera	
<b><u>Revisione</u></b>	prof. Cinzia Buratti	

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03-B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 2-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	
---	--	---	--	---

## Indice

Introduzione.....	pag. 4
1. Biomasse agricole-forestali potenzialmente utilizzabili per la produzione di energia in Umbria	pag. 6
1.1 Disponibilità di biomassa agricola .....	pag. 6
1.2 Disponibilità di biomassa forestale .....	pag. 9
1.3 Disponibilità di biomassa da colture dedicate .....	pag. 10
2. Stima della quantità di sottoprodotti di origine biologica.....	pag. 12
2.1 Sottoprodotti di origine animale non destinati a consumo umano.....	pag. 12
2.1.1 Industria della macellazione .....	pag. 12
2.1.2 Industria lattiero-casearia .....	pag. 16
2.1.3 Rifiuti da cucina e ristorazione.....	pag. 17
2.1.4 Industria ittica.....	pag. 17
2.2 Sottoprodotti provenienti da attività agricola, di allevamento, dalla gestione del verde e da attività forestale .....	pag. 18
2.2.1 Effluenti zootecnici.....	pag. 18
2.2.2 Paglia.....	pag. 20
2.2.3 Pula.....	pag. 20
2.2.4 Stocchi .....	pag. 20
2.2.5 Fieni e trucioli da lettiera.....	pag. 20
2.2.6 Residui di campo delle aziende agricole .....	pag. 21
2.2.7 Sottoprodotti derivati dall'espianto.....	pag. 21
2.2.8 Sottoprodotti derivati dalla lavorazione dei prodotti forestali.....	pag. 21
2.2.9 Sottoprodotti derivati dalla gestione del bosco.....	pag. 21
2.2.10 Potature, ramaglie e residui dalla manutenzione del verde pubblico e privato.....	pag. 21
2.3 Sottoprodotti provenienti da attività alimentari ed agroindustriali .....	pag. 21
2.3.1 Sottoprodotti della trasformazione delle olive.....	pag. 22
2.3.2 Sottoprodotti della trasformazione dell'uva.....	pag. 22
2.3.3 Sottoprodotti della trasformazione della frutta e degli ortaggi .....	pag. 23

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03-B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 3-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	
---	--	---	--	---

2.3.4 Sottoprodotti della trasformazione dei cereali .....	pag. 24
2.3.5 Sottoprodotti della trasformazione di frutti e semi oleosi.....	pag. 25
2.3.6 Sottoprodotti dell'industria della panificazione, della pasta alimentare, dell'industria dolciaria .....	pag. 25
2.4 Sottoprodotti provenienti da attività industriali .....	pag. 26
3. Potenziale energetico delle biomasse disponibili in Umbria .....	pag. 27
4. Punti di forza e debolezza dell'installazione di impianti a biomassa in Umbria .....	pag. 29
5. Caratteristiche tecnologiche ottimali degli impianti a biomasse in Umbria .....	pag. 32
5.1 Impianti per la produzione di biogas da digestione anaerobica e successiva trasformazione in energia elettrica.....	pag. 34
5.2 Impianti per la produzione di energia elettrica mediante combustione in caldaia di biomassa solida .....	pag. 37
5.3 Impianti per la gassificazione di biomassa solida.....	pag. 39
5.4 Impianti per la pirolisi di biomassa solida .....	pag. 40
5.5 Impianti per la produzione di energia elettrica mediante motori a combustione interna alimentati a bioliquidi.....	pag. 42
6. Censimento degli impianti a biomassa in Umbria .....	pag. 44
Bibliografia.....	pag. 46

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03-B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 4-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	
---	--	---	--	---

## Introduzione

Il presente documento rappresenta la relazione finale prevista dall'Accordo di collaborazione per lo studio e l'analisi delle potenzialità dell'utilizzo della biomassa e delle relative criticità, stipulato in data 7 Dicembre 2012 tra la Regione Umbria ed il Centro di Ricerca sulle Biomasse (CRB). Il documento contiene il censimento degli impianti a biomassa in Umbria, l'analisi della disponibilità di biomassa agro-forestale e la valutazione dei punti di forza e debolezza della realizzazione di impianti a biomassa in Umbria.

Il lavoro si inserisce nell'ambito del "Protocollo di collaborazione in materia di efficienza energetica e fonti di energia rinnovabile" tra la Regione Umbria ed il CIRIAF, approvato con D.G.R. n. 231 del 05/03/2012, in cui al p.to 2 si stabilisce che uno degli obiettivi della collaborazione consiste nell'effettuazione di studi e ricerche finalizzati alla valutazione della implementabilità di fonti energetiche rinnovabili nel contesto territoriale, ambientale e socio-economico umbro, con particolare riferimento all'energia prodotta da impianti alimentati a biomasse.

Il contesto normativo all'interno del quale si colloca il presente lavoro nasce con le Direttive Europee 2009/28/CE e 2009/29/CE, che stabiliscono rispettivamente un quadro comune per la promozione dell'energia da fonti rinnovabili ed obiettivi nazionali vincolanti, consistenti per l'Italia nel raggiungimento di una quota di energia prodotta da fonti rinnovabili rispetto al consumo finale lordo pari al 17%. La Direttiva 2009/28CE è stata recepita dal Decreto Legislativo 28/2011 e, successivamente, il DM 15/03/2012 ha fissato la ripartizione dell'obiettivo nazionale tra le Regioni stesse. Per la Regione Umbria l'obiettivo è stato fissato in 13,7%. La Regione Umbria, dal canto suo, ha approvato (D.G.R. 29 Luglio 2011 n. 903) la Strategia Regionale per la produzione di energia da fonti rinnovabili 2011-13, che rappresenta il primo passo di una nuova politica energetica regionale, la quale sarà esplicitata con la predisposizione del nuovo Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR). Il PEAR, al fine di dettare linee di indirizzo volte al raggiungimento degli obiettivi che saranno assegnati, comprenderà studi ed analisi approfondite e di dettaglio di ciascuna fonte, tenendo conto delle criticità connesse. Pertanto tale lavoro potrà permettere di avere un quadro delle conoscenze del settore biomasse dell'intera regione più puntuale, analizzando con maggiore dettaglio alcune zone maggiormente vocate e creando un supporto informatizzato GIS in cui siano organizzate e facilmente consultabili le informazioni relative alle potenzialità di biomasse in Umbria. Tali valutazioni saranno effettuate tenendo in considerazione l'attuale sistema di incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, definito dal DM 6/07/2012 (Decreto FER). Lo schema prevede soglie di potenza differenziate per fonte e tecnologia, con volumi massimi predefiniti per ciascun anno e tecnologia, nonché criteri di priorità per l'ammissione a registro ovvero ad asta. Per il settore biomasse è stato stabilito che:

- gli impianti a biomassa costituita da prodotti di origine biologica e da sottoprodotti di cui alla tab 1-A (art. 8 comma 4 lett. a e b) del suddetto decreto, di potenza inferiore o uguale a 200 kW, e gli impianti alimentati a biogas di potenza inferiore o uguale a 100 kW sono direttamente incentivati;
- quelli di potenza superiore ai limiti sopra indicati, ma inferiore a 5 MW, sono tenuti all'iscrizione nel registro, per una potenza complessiva annua incentivabile pari a 170 MW/anno per l'annualità 2013 e pari a 160 MW per le annualità 2014 e 2015;
- quelli di potenza superiore a 5 MW sono soggetti ad asta, per una potenza complessiva annua incentivabile cumulata pari a 120 MW per le annualità 2013, 2014 e 2015.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03-B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 5-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	
---	--	---	--	---

Inoltre, le tariffe incentivanti del settore biomassa sono comprese tra 257 €/MWh e 85 €/MWh in funzione della potenza, con soglie fissate in 300, 600, 1000 e 5000 kW, ed in funzione della tipologia di biomassa. Le tariffe incentivanti maggiori riguardano i sottoprodotti di origine biologica di cui alla tab. 1-A del Decreto FER ed i rifiuti diversi da quelli elencati alla lett. c dell'art. 8, comma 4 del medesimo Decreto.

I bioliquidi sostenibili hanno una tariffa incentivante pari a 121 €/MWh per potenze inferiori o uguali a 5 MW, 110 €/MWh per potenze superiori a 5 MW.

Il Decreto FER prevede inoltre condizioni per l'individuazione della tariffa incentivante (art. 8 comma 5), premi cumulabili alla tariffa incentivante in funzione della riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (10 €/MWh) o, nel caso di alimentazione da biomassa da filiera ricompresa tra le tipologie indicate in tab. 1-B (20 €/MWh - art. 8, comma 6), la possibilità di incremento dell'incentivo di 30 €/MWh qualora siano soddisfatti i requisiti di emissione in atmosfera di cui all'All. 5 (art. 8, comma 7) ed infine un premio per gli impianti CAR (10 €/MWh) che può essere incrementato nel caso di utilizzo di bioliquidi sostenibili per teleriscaldamento del calore cogenerato (30 €/MWh).

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03-B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 6-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	
---	--	---	--	---

## 1. Biomasse agricole-forestali potenzialmente utilizzabili per la produzione di energia in Umbria

La stima delle biomasse residuali è un'importante operazione alla base della pianificazione energetica dell'impiego della risorsa stessa. È infatti importante comprendere quali siano le potenzialità delle biomasse per l'energia e se queste possano significativamente incidere sul bilancio energetico di un territorio in modo economicamente sostenibile e rinnovabile nel tempo.

Stimare la disponibilità dei residui agricoli è un'operazione complessa, soprattutto a causa delle differenze in resa, tipologia e umidità tra le diverse colture. I valori che caratterizzano una coltura dipendono infatti strettamente da fattori come le condizioni climatiche della zona, la fertilità del terreno, il sistema produttivo e la tecnologia utilizzata.

Le colture analizzate sono state scelte in base alla diffusione nella regione Umbria, assieme al tipo di residuo. Tra queste sono state prese in considerazione le colture agricole e agro-industriali, le colture energetiche, le disponibilità di biomassa forestale e di biomassa fermentescibile per la produzione di biogas. Occorre sottolineare che per i residui derivanti da colture dell'agro-industria, rispetto ai residui agricoli, si è considerata una differenza sulla produzione derivante più dal processo produttivo che dall'area geografica di provenienza. Per la stima della disponibilità forestale, soprattutto in Umbria dove le foreste sono per lo più in aree montane spesso soggette a vincoli ambientali, si sono definiti dei criteri di accessibilità per arrivare al potenziale forestale prelevabile.

I dati presentati nei paragrafi che seguono sono stati tratti principalmente dai risultati del progetto nazionale PNBB2 (CRB, 2012), finalizzato all'elaborazione e all'aggiornamento del "Documento propedeutico al Piano Nazionale dei Biocarburanti e delle Biomasse ad uso energetico" finanziato del Ministero delle Politiche Agricole ed elaborato dal CRB nel 2011, e dall'Atlante Nazionale delle Biomasse (Motola et al., 2009), elaborato nel 2009 dall'ENEA in collaborazione con altri Enti di ricerca, tra cui il CRB.

### 1.1 Disponibilità di biomassa agricola

Dal settore agricolo possono derivare grandi quantitativi di biomasse destinabili ad uso energetico, valorizzando determinati residui colturali che altrimenti costituirebbero solamente un onere per il loro trattamento e gestione. Tali biomasse sono costituite da quella quota di residui colturali qualitativamente idonei e tecnicamente raccogliibili.

Le colture erbacee indagate sono state quelle ritenute comunemente le più idonee per il recupero dei residui: frumento (tenero e duro), segale, orzo, avena, riso, mais da granella e girasole. I residui della loro raccolta sono costituiti da paglie, stocchi e tutoli.

Le colture arboree prese in considerazione sono: ulivo, vite, melo, pero, pesco, nettarina, susino, albicocca, agrumi, nocciolo, mandorlo e actinidia. Per tutte queste il residuo è costituito dalle potature dei rami, che possono subire variazioni quantitative più o meno importanti nel tempo, di anno in anno.

Al fine di avere informazioni omogenee e standardizzate per tutto il territorio nazionale i dati di base (superfici colturali e relative produzioni) sono stati tratti sia dalle fonti ISTAT, sia da stime e valutazioni delle principali Associazioni di categoria.

L'indagine ha interessato un periodo di quattro anni, dal 2006 al 2009, affinché si potesse definire un valore medio stimato su un arco di tempo abbastanza lungo da non risentire delle oscillazioni annue delle superfici

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03-B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 7-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	
--	--	---	--	--

investite e delle produzioni attribuibili principalmente a fattori climatici e di mercato, e non troppo lungo da essere influenzato da politiche passate. A livello di definizione spaziale i dati ISTAT hanno consentito di avere una localizzazione delle biomasse fino al livello provinciale.

Dopo aver determinato per ciascuna delle colture indagate i valori medi delle superfici impiegate, a queste sono stati applicati dei coefficienti di produttività unitaria annua di residuo raccogliabile (t/ha in sostanza secca), giungendo in tal modo ad una stima dei quantitativi medi di residui ottenibili per provincia e coltura.

Gli indici di produttività sono stati considerati in termini di sostanza secca per standardizzare le informazioni e sono stati ponderati sulla base dei più accreditati studi svolti nel nostro Paese, in particolare quelli del CESTAAT (Centro Studi sull'Agricoltura, l'Ambiente e il Territorio) e del CTI (Comitato Termotecnico Italiano) (ENAMA, 2012).

Non è stato possibile trovare dati sulle produzioni di residui agricoli sufficientemente attendibili per descrivere le singole realtà provinciali ed è stato quindi scelto di procedere alla stima delle disponibilità attribuendo dei valori (esistenti in Letteratura) di produzioni di residuo riferibili al Nord, al Centro e al Sud Italia.

Dall'applicazione del criterio descritto, sono state calcolate le disponibilità potenziali di residui agricoli che annualmente sono prodotti in Italia e che nel complesso ammontano a circa 12,8 milioni di tonnellate (s.s.) sommando le colture erbacee (circa 9,3 Mt/anno) ed arboree (circa 3,5 Mt/anno).

Nelle tabelle 1 e 2 è riportata la disponibilità potenziale di residui agricoli per ciascuna coltura nel territorio umbro.

Tab. 1: *Disponibilità potenziale di residui delle colture erbacee in Umbria (t/anno s.s.) (CRB, 2011)*

<b>Coltura</b>	<b>Perugia</b>	<b>Terni</b>	<b>Umbria</b>	<b>Italia</b>
Frumento tenero	86.683	12.033	95.562	1.120.941
Frumento duro	8.880	13.097	25.131	1.929.614
Segale	0	31	31	4.715
Orzo	31.300	6.068	37.367	687.733
Avena	4.604	854	5.459	167.228
Riso	0	0	0	649.447
Mais	54.752	10.212	64.964	4.581.602
Girasole	56.525	6.457	62.982	215.190
<b>Totale</b>	<b>242.744</b>	<b>48.752</b>	<b>291.496</b>	<b>9.356.470</b>

Il passaggio dalla stima della disponibilità potenziale di residui agricoli destinabili ad uso energetico alla valutazione del quantitativo ragionevolmente accessibile, definito come stima effettivamente disponibile, necessita di una serie di valutazioni circa le difficoltà economiche, logistiche e organizzative da affrontare.

In alcuni casi tali difficoltà possono essere superate attraverso soluzioni da valutare di volta in volta in relazione al contesto in cui si opera, in altri casi le problematiche si presentano talmente complesse da lasciare margini d'azione estremamente limitati e poco incoraggianti per attivare un sistema di valorizzazione energetica della biomassa residuale.

Sulla base di indagini svolte in Italia, la disponibilità effettiva di paglia di frumento destinabile ad usi alternativi

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1	
		<b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 8-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	

a quelli tipici delle aziende agricole si assume del 40% (gli altri residui delle colture erbacee non si discostano di molto da tale valore), mentre per le potature di fruttiferi varia tra il 45% ed il 50%.

Tab. 2: *Disponibilità potenziale di residui delle colture arboree in Umbria (t/anno s.s.) (CRB, 2011)*

<b>Coltura</b>	<b>Perugia</b>	<b>Terni</b>	<b>Umbria</b>	<b>Italia</b>
Olivo	24.934	12.068	37.002	1.547.711
Vite	13.203	8.389	21.592	1.123.372
Melo	227	3	231	87.478
Pero	77	3	81	52.166
Albicocco	31	0	31	15.504
Ciliegio	15	4	19	25.003
Pesco	206	27	233	107.210
Nettarina	23	3	26	57.485
Susino	21	0	21	15.959
Nocciolo	0	89	89	118.756
Mandorlo	0	0	0	83.002
Kiwi	0	0	0	23.757
Agrumi	0	0	0	188.823
<b>Totale</b>	<b>38.737</b>	<b>20.586</b>	<b>59.325</b>	<b>3.446.226</b>

Visto il livello di approssimazione della stima, non si ha a disposizione il valore presunto della disponibilità effettiva di biomasse residuali su scala provinciale, ma solo su scala regionale (tab. 3, 4).

Tab. 3: *Disponibilità effettiva di residui delle colture erbacee in Umbria (t/anno s.s.) (CRB, 2011)*

<b>Residuo</b>	<b>Umbria</b>
Paglia di cereali	65.420
Stocchi di girasole	25.190
Stocchi e tutoli di mais	25.965
<b>Totale</b>	<b>116.575</b>

Tab. 4: *Disponibilità effettiva di residui delle colture arboree in Umbria (t/anno s.s.) (CRB, 2011)*

<b>Residuo</b>	<b>Umbria</b>
Potature di olivo	18.310
Potature di vite	9.820
Potature di fruttiferi	350
<b>Totale</b>	<b>28.480</b>

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03-B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 9-46 <b>PROT</b> CRB/2014/0074	
--	--	---	--	--

## 1.2 Disponibilità di biomassa forestale

Grazie all'integrazione dei dati forniti dall'Inventario Nazionale delle Forestale e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC, 2005) con le più recenti stime dell'ISTAT circa le utilizzazioni e i prelievi legnosi, è stato messo a punto un criterio analitico per valutare quanto potenzialmente il bosco sia in grado di offrire in termini di massa legnosa destinabile ad una produzione sostenibile di energia.

La stima si è basata sul presupposto che ad oggi sia possibile, nonché auspicabile, ipotizzare un maggior prelievo delle biomasse forestali per l'ottimizzazione delle utilizzazioni boschive, sia in termini di prelievo legnoso sia di superfici utilizzate.

Il bosco, a differenza delle colture agricole, ha tempi lunghi che intercorrono tra un taglio ed il successivo; questo arco di tempo viene definito in selvicoltura come "turno". La durata dei turni varia a seconda di numerosi parametri: specie forestale, tipo di trattamento, fertilità della stazione, ecc. In questa analisi sono stati considerati validi i valori di: 70 anni per le fustaie di conifere e di latifoglie, 20 anni per i cedui di latifoglie.

Per la stima della biomassa forestale potenzialmente disponibile attraverso una gestione migliore del bosco ci si è basati su presupposti oggettivi (superficie utilizzata, superficie disponibile, durata del turno, provvigioni, etc.) e soggettivi (destinazione energetica, ipotesi di sviluppo di breve, medio e lungo periodo, etc.).

Il primo passaggio è stato suddividere la superficie nazionale utilizzata nel 2008 (ISTAT 2008) in base alla forma di governo del bosco: fustaia (che comprende sia conifere, sia latifoglie) e cedui (solo latifoglie).

Dai dati INFC 2005 è stata presa la superficie disponibile al taglio per la categoria Bosco (categoria inventariale: boschi alti, sub categoria: fustaie e cedui); trattandosi della superficie complessiva, questa è stata divisa per la durata del turno, per cui è stato considerato un turno di 70 anni per le fustaie, mentre per i cedui di 20 anni. Dividendo la superficie disponibile per il turno considerato è risultata la superficie nazionale disponibile annualmente. Si è proceduto quindi a vedere la differenza fra la superficie nazionale utilizzata e quella disponibile annualmente.

Tale superficie, ripartita per le varie Regioni, ha portato alla determinazione delle disponibilità al prelievo legnoso per fustaie e cedui in Umbria (tab. 5, 6).

Tab. 5 : Superficie disponibile al prelievo legnoso per le fustaie ma non utilizzata (in ha) (CRB, 2011)

	Superficie utilizzata 2008	Superficie disponibile annualmente al prelievo	Sup.disp-Sup.utilizz
<b>Umbria</b>	1.489	1.489	0
<b>Italia</b>	31.925	45.200	13.275

Tab. 6 : Superficie disponibile al prelievo legnoso per i cedui, ma non utilizzata (in ha) (CRB, 2011)

	Superficie utilizzata 2008	Superficie disponibile annualmente al prelievo	Sup.disp-Sup.utilizz
<b>Umbria</b>	1.763	13.751	11.988
<b>Italia</b>	37.806	176.783	138.978

Il territorio umbro mostra una buona disponibilità (87%) di superficie non utilizzata per la tipologia a ceduo;

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 10- 46	
		<b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria		

questo dato rispecchia l'andamento nazionale, dove la superficie utilizzata dai cedui è del 21% mentre circa l'80% risulta quella non utilizzata.

### Ipotesi di sviluppo

L'ipotesi di incrementare le disponibilità di massa legnosa da destinare ad energia parte dal dato delle superfici non utilizzate, ma disponibili annualmente. Poiché tale incremento potrà avvenire gradualmente nel tempo, sono state fatte tre ipotesi: di breve (30% della superficie disponibile), medio (50%) e lungo periodo (100%). Tale valore è stato poi applicato alla superficie disponibile, ma non utilizzata, della regione (tab. 7).

Nella regione Umbria, che presenta un buon livello di superficie utilizzata, è stato mantenuto per le fustaie, il dato attuale di superficie utilizzata annualmente, in tutte e tre le ipotesi di sviluppo.

Quindi, alle superfici disponibili annualmente ad essere utilizzate sono stati applicati i dati di provvigione media per ettaro ( $m^3/ha$ ) (la provvigione consiste nella quantità finale di massa legnosa estratta dal bosco a fine turno). I valori considerati sono stati di  $300 m^3/ha$  per le fustaie e  $150 m^3/ha$  per i cedui (CRB, 2011). Poiché non tutta la provvigione è destinabile ad energia, della provvigione totale si è considerato un 30% per le fustaie e un 80% per i cedui (CRB, 2011) con prevalente destinazione energetica (includendo le eventuali perdite di biomassa nel bosco) (tab. 8). Per cui per le fustaie la provvigione destinata a sola energia è di  $90 m^3/ha$  e per i cedui di  $120 m^3/ha$ .

La conclusione della stima è rappresentata dai metri cubi ritraibili in più da queste superfici utilizzate. Il dato poi è stato convertito in tonnellate applicando un coefficiente di  $0,8 t/m^3$  e decurtato del contenuto idrico (40%) per ottenere i valori in tonnellate di sostanza secca (CRB, 2011).

Tab. 7: Superfici disponibili nelle tre diverse ipotesi di sviluppo per le fustaie e i cedui (in ha)

		Superficie utilizzata 2008	Delta (Sup.disp-Sup.utiliz)	Ipotesi 1 (breve periodo, 30%)	Ipotesi 2 (medio periodo, 50%)	Ipotesi 3 (lungo periodo, 100%)
<b>UMBRIA</b>	Fustaie	1.489	0	1.489	1.489	1.489
	Cedui	1.763	11.988	3.596	5.994	11.988
<b>ITALIA</b>	Fustaie	31.925	13.275	24.380	27.035	33.673
	Cedui	37.806	173.978	46.864	74.659	144.148

Tab. 8 : Ripartizione percentuale delle tipologie di assortimento

Tipologie	Percentuale sul prelievo legnoso		
	Legname da lavoro	Legname da energia	Perdite in foresta
<b>Fustaie</b>	70%	25%	5%
<b>Latifoglie</b>	20%	76%	4%

In tab. 9 è riportato il quantitativo di biomassa legnosa disponibile nelle tre ipotesi di sviluppo.

### 1.3 Disponibilità di biomassa da colture dedicate

Una stima esatta dell'attuale stato dell'arte delle colture energetiche e delle loro attuali produzioni non è facile da fare né su scala nazionale né, a maggior ragione, su scala regionale; pertanto possono soltanto essere

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 11- 46	
--	--	---	--	--

effettuate delle ipotesi realistiche a livello nazionale.

Nonostante la questione delle colture dedicate sia molto dibattuta, anche in relazione ai possibili rischi di una competizione sulle superfici agricole con le colture alimentari, di fatto in Italia non si può certo parlare di estensioni considerevoli.

Tab. 9: Ripartizione della massa legnosa ritraibile a scopo energetico nelle tre ipotesi di sviluppo (in t ss/anno)

		Ipotesi 1	Ipotesi 2	Ipotesi 3
<b>UMBRIA</b>	Fustaie	64.325	64.325	64.325
	Cedui	205.420	342.367	684.734
<b>ITALIA</b>	Fustaie	1.053.203	1.167.905	1.454.661
	Cedui	2.676.850	4.264.523	8.233.708

Risulta infatti che per le SRF il nostro Paese abbia oggi una superficie impiantata pari a circa 5.000 ha. Tali estensioni non vanno confuse ad esempio con la pioppicoltura tradizionale che, seppur in contrazione rispetto al passato, occupa ancora almeno 70.000 ha di terreno agricolo.

Per le colture oleaginose a destinazione energetica, secondo le fonti AGEA, si può stimare che negli ultimi anni la media delle superfici impiegate sia stata di circa 30.000 ha (girasole 47%, soia 33%, colza 20%). Si fa presente che complessivamente per i differenti impieghi (alimentare, chimico ed energetico), le superfici totali di queste tre colture sono pari a circa 280.000 ha/anno (ENAMA, 2012). Altre colture dedicate oggi in forte espansione sono quelle collegate alla filiera del biogas. Si tratta principalmente di mais, sorgo zuccherino, foraggi, ecc., che costituiscono degli ottimi substrati nel processo di digestione anaerobica. Non è facile reperire dati circa le superfici investite per tali colture per una loro destinazione energetica ma si tratta a livello nazionale di aree non particolarmente estese.

Per quanto riguarda le colture lignocellulosiche, Motola et al. (2009) ha raccolto dei dati ed effettuato delle estrapolazioni per valutare il potenziale di produttività di 5 specie (canna comune, miscanto, panico, cardo e sorgo), nei diversi contesti del nostro paese. Nella tabella 10 si riporta una sintesi delle potenzialità produttive per le colture suddette in Umbria.

Tab. 10: Stima delle produttività di alcune colture energetiche in Umbria.

	<b>Canna comune</b> (ton ss/ha*anno)	<b>Miscanto</b> (ton ss/ha*anno)	<b>Panico</b> (ton ss/ha*anno)	<b>Cardo</b> (ton ss/ha*anno)	<b>Sorgo</b> (ton ss/ha*anno)
<b>Umbria</b>	22	18	13	7	18

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 12- 46	
---	--	---	--	---

## 2. Stima della quantità di sottoprodotti di origine biologica

Il decreto D.M 15/03/2012, in seguito chiamato Decreto FER, nella tabella 1-A stabilisce quali siano i sottoprodotti di origine biologica che possono essere avviati agli impianti a biomasse e biogas.

Di seguito si riporta l'elenco dei sottoprodotti di cui è stata condotta una stima dei quantitativi disponibili sul territorio umbro.

- sottoprodotti di origine animale non destinati a consumo umano (SOA);
- sottoprodotti provenienti da attività agricola, di allevamento, dalla gestione del verde e da attività forestale;
- sottoprodotti provenienti da attività alimentari ed agroindustriali;
- sottoprodotti provenienti da attività industriali.

### 2.1 Sottoprodotti di origine animale non destinati a consumo umano

Tali sottoprodotti sono stati suddivisi nelle seguenti categorie:

- industria della macellazione;
- industria lattiero-casearia;
- rifiuti da cucina e ristorazione;
- industria ittica.

#### 2.1.1 Industria della macellazione

L'industria della macellazione genera una quantità e una gamma rilevante di residui e sottoprodotti che possono essere variamente valorizzati in processi di recupero e/o di ulteriore trasformazione, anziché essere semplicemente smaltiti come rifiuti.

In particolare si definiscono sottoprodotti di origine animale (SOA) corpi interi o parti di animali o prodotti di origine animale non destinati al consumo umano. Il Regolamento CE 1069/2009 suddivide i sottoprodotti di origine animale in tre categorie (I, II, III), in base alla relativa pericolosità. Esso individua per ciascuna categoria di scarto le tipologie di impiego e trattamento consentite. I sottoprodotti di origine animale avviabili a digestione anaerobica risultano quelli rientranti nelle categorie II e III, anche se il decreto FER in Tab 1-A indica anche i sottoprodotti di categoria I tra i substrati impiegabili negli impianti a biomasse e biogas.

Per poter stimare il quantitativo di tali sottoprodotti è stato necessario definire dei coefficienti unitari di produzione per le principali specie animali allevate in regione. I coefficienti adottati sono in gran parte mutuati da un'indagine specifica condotta da CRPA sul comparto agro-industriale della regione Emilia-Romagna (ISPRA, 2010). Tali coefficienti sono stati calcolati sulla base di verifiche condotte in oltre 30 aziende, scelte tra quelle più rappresentative, presenti nel territorio emiliano-romagnolo e si riferiscono esclusivamente ai sottoprodotti di categoria II e III. Per i sottoprodotti di categoria I non è stato invece possibile determinare un coefficiente di produzione.

La produzione di carne per l'alimentazione umana comporta la parallela produzione di una grande quantità di rifiuti e sottoprodotti che possono arrivare a rappresentare circa il 40-50% del peso vivo dell'animale di partenza, considerando la resa al macello e la quota di grassi, di ossa e altre parti del corpo che vengono separate dallo stesso durante le fasi del processo produttivo. I coefficienti di produzione di sottoprodotti di origine animale variano da una specie all'altra e sono funzione del peso vivo. Pertanto sono stati differenziati i

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	DOCUMENTO Relazione tecnica	DOC CRB-14-RT-03-	
		<b>DESCRIZIONE</b>	B-1	
		<b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DATA</b> 30/01/2014	
			<b>PAG.</b> 13-46	

tre principali settori della macellazione (bovini, suini e avicoli) e sono stati ricavati dall'ISTAT i dati sulla consistenza dei capi macellati in Umbria, riferiti all'anno 2012.

Per quanto riguarda i bovini, la categoria III è stata suddivisa tra prodotti non recuperabili e prodotti riutilizzabili per consumo umano o altri usi. In tabella 11 sono riportati sia i coefficienti di produzione dello studio CRPA sia quelli ricavati da un'indagine sul campo presso un'azienda umbra specializzata nella macellazione e commercializzazione di carne bovina. I risultati ottenuti hanno evidenziato una sostanziale congruenza, pertanto sono stati assunti i valori dello studio CRPA per determinare i quantitativi complessivi di sottoprodotti (tab. 12).

Tab. 11. Coefficienti di produzione dei sottoprodotti animali di categoria II e categoria III derivanti dalla macellazione bovina per tipologia animale (dati espressi in % rispetto al peso vivo)

	Vitelli		Vitelloni		Vacche, Buoi, Tori	
	CRPA	Caso studio	CRPA	Caso studio	CRPA	Caso studio
<b>Categoria 2</b>	<b>1,60</b>	<b>1,75</b>	<b>4,95</b>	<b>5,17</b>	<b>6,44</b>	<b>6,16</b>
<b>Categoria 3 (non recuperabili)</b>	<b>3,84</b>	<b>4,40</b>	<b>2,79</b>	<b>2,63</b>	<b>3,74</b>	<b>3,62</b>
Sangue non edibile	2,40	2,60	1,58	1,52	2,13	2,00
Carnicci, frattaglie, grasso	1,44	1,80	1,21	1,11	1,61	1,62
<b>Categoria 3 (recuperabili)</b>	<b>20,32</b>	<b>21,00</b>	<b>14,25</b>	<b>14,32</b>	<b>16,51</b>	<b>17,08</b>
Testa	2,24	2,32	1,36	1,40	-	-
Fegato, polmoni, cuore, milza, rumine	7,00	7,20	3,20	3,25	4,82	5,17
Altro (zampe unghie..)	2,32	2,48	2,41	2,50	5,59	5,43
Organi minori (pet food)	0,56	0,60	0,49	0,31	0,16	0,20
pelle	8,20	8,40	6,79	6,86	5,94	6,28

Tab. 12. Stima dei sottoprodotti animali di categoria II e categoria III derivanti dalla macellazione bovina in Umbria, per tipologia di animale e relativo peso vivo.

	Vitelli (q.li)	Vitelloni (q.li)	Vacche, Buoi, Tori (q.li)
<b>Peso vivo macellato</b>	<b>7448</b>	<b>194786</b>	<b>14809</b>
<b>Categoria 2</b>	<b>119</b>	<b>9642</b>	<b>954</b>
<b>Categoria 3 (non recuperabili)</b>	<b>286</b>	<b>5435</b>	<b>554</b>
Sangue non edibile	179	3078	316
Carnicci, frattaglie, grasso	107	2357	238
<b>Categoria 3 (recuperabili)</b>	<b>1514</b>	<b>27757</b>	<b>2446</b>
Testa	167	2649	-
Fegato, polmoni, cuore, milza, rumine	521	6233	714
Altro (zampe unghie..)	173	4695	828
Organi minori (pet food)	42	954	24
Pelle	611	13226	880

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 14- 46	
--	--	---	--	--

Complessivamente, ai fini di una eventuale valorizzazione energetica mediante processi biologici quali la digestione anaerobica, le quantità di sicuro interesse ammontano a 1700 t/anno e sono costituite dai contenuti ruminali (categoria 2) e da quei materiali quali sangue e carnicci, gestiti come materiali di categoria 3. A tali quantità tuttavia si possono potenzialmente aggiungere quote variabili di quei sottoprodotti solitamente commercializzati per l'alimentazione umana, qualora il mercato non sia in grado di assorbirli, poiché la loro natura è tale da consentirne il trattamento in digestione anaerobica. Considerando la frazione di fegato, polmoni, cuore, milza, rumine della categoria 3 si potrebbero pertanto aggiungere ulteriori 747 t/anno. Analogamente alla macellazione bovina, anche per il comparto suinicolo (tab. 13, 14) e avicolo (tab. 15, 16) si è seguito lo stesso approccio, mediante un confronto dei coefficienti di produzione con un caso studio.

Tab. 13. Coefficienti di produzione dei sottoprodotti animali derivanti dalla macellazione suina (dati espressi in % rispetto al peso vivo)

	CRPA	Caso studio
<b>Sottoprodotti di cui:</b>	<b>12,88</b>	<b>13,70</b>
- frattaglie + scarto misto di macelleria (categoria 3).	3,07	3,38
- budella (categoria 3)	6,25	6,00
- setole e unghielli (categoria 3)	0,71	1,15
- sangue non edibile (categoria 3)	2,85	3,20
<b>Sottoprodotti sezionamento carcasse (ossa, ritagli) (categoria 3)</b>	<b>4,95</b>	<b>5,50</b>

Tab. 14. Stima dei sottoprodotti animali dei sottoprodotti animali derivanti dalla macellazione suina in funzione del peso vivo.

	Quantità (q.li)
Peso vivo macellato	707429
Frattaglie + scarto misto di macelleria (categoria 3).	21930
Budella (categoria 3)	44568
Setole e unghielli (categoria 3)	4952
Sangue non edibile (categoria 3)	20162
Sottoprodotti sezionamento carcasse (ossa, ritagli) (categoria 3)	35372
Totale sottoprodotti	126984

In entrambi i casi i coefficienti di produzione dei sottoprodotti ottenuti dai rilievi effettuati sono risultati essere in linea con quelli proposti dal CRPA.

La macellazione suina e quella avicola generano complessivamente una quantità di sottoprodotti non destinati al consumo umano che si aggira attorno alle 13.700 t/anno, quasi esclusivamente ottenuti dal comparto suinicolo. Ai fini dell'invio a valorizzazione energetica mediante digestione anaerobica è opportuno tuttavia evidenziare che tra i sottoprodotti di origine suina e avicola è elevata la presenza di sottoprodotti qualitativamente non idonei, in quanto caratterizzati da basso contenuto di umidità e/o da elevata resistenza

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 15- 46	
--	--	---	--	--

alla degradazione biologica; si tratta infatti di ossa, setole e unghie per la macellazione suina e di penne e piume, teste e zampe per la macellazione avicola. Ne consegue pertanto che il quantitativo avviabile a digestione è pari a circa 8.666 t/anno.

Dunque senza considerare gli organi molli dei bovini (in quanto destinati al consumo umano), i sottoprodotti avviabili ammontano complessivamente per i 3 comparti analizzati a circa 10.366 t/anno.

Buona parte dei SOA viene già sfruttata in filiere di valorizzazione, dalle quali difficilmente potrebbe essere sottratta. I SOA di categoria 3, in particolare, sono impiegati come materia prima nell'industria dei fertilizzanti e delle farine animali o nell'industria chimica.

*Tab. 15. Coefficienti di produzione dei sottoprodotti animali derivanti dalla macellazione avicola (dati espressi in % rispetto al peso vivo)*

	CRPA	Caso studio
<b>Sottoprodotti totali</b>	<b>25,20</b>	<b>6,73</b>
- penne e piume	6,70	6,73
- sangue non edibile	3,50	3,56
- intestini	7,50	7,40
- teste e zampe	5,05	5,41
- pelli da collo	2,45	2,37

*Tab. 16. Stima dei sottoprodotti animali dei sottoprodotti animali derivanti dalla macellazione avicola in funzione del peso vivo (dati espressi in kg)*

	Quantità
<i>Peso vivo macellato</i>	41912
Penne e piume	2808
Sangue non edibile	1467
Intestini	3143
Teste e zampe	2117
Pelli da collo	1027
Totale sottoprodotti	10562

Si deve inoltre considerare che l'impiego degli scarti della macellazione in impianti a biogas è soggetto ad una serie di restrizioni normative, che di fatto limitano a livello operativo l'impiego di tale biomassa in qualità di cofermento. In conclusione, si ipotizza che non più del 25% di SOA possa essere effettivamente conferito in impianti biogas, ottenendo una disponibilità di 2.592 ton/anno.

Si precisa che non sono stati stimati i sottoprodotti derivanti dalla macellazione delle specie minori, quali cunicoli e ovi-caprini, in quanto non si dispone di coefficienti di produzione sottoprodotti dettagliati e ricavati con la stessa metodologia di quelli impiegati per le specie prevalenti; in ogni caso l'incidenza del comparto ovi-caprino nell'industria della macellazione di carni in Umbria è molto limitata, costituendo meno del 3%

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 16- 46	
--	--	---	--	--

dell'intero comparto.

Per quanto concerne infine le farine animali, esse sono prodotte da alcuni scarti di macellazione (ossa, setole, unghielli per i suini, zampe e teste per gli avicoli, ossa e zampe per i bovini). Secondo uno studio condotto dall'ANPA (2001), le rese di trasformazione sono mediamente dell'ordine del 25%. Tuttavia occorre tenere presente che tali farine animali hanno una notevole importanza commerciale, essendo utilizzate dall'industria mangimistica ed in parte in agricoltura (costituiscono un'eccellente matrice organica per la produzione di fertilizzanti organici e organico-minerali). Una stima di tali sottoprodotti ai fini di una loro valorizzazione energetica risulta pertanto poco utile, non essendoci disponibilità a tale impiego se non sottraendoli alla loro attuale destinazione d'uso.

### 2.1.2 Industria lattiero-casearia

Nell'industria lattiero-casearia i sottoprodotti principali sono siero, scotta (dalla produzione della ricotta) e latticello (dalla produzione del burro). Tra questi quello di maggior peso è sicuramente il primo; esso rappresenta ciò che resta dopo l'allontanamento della "cagliata" o, meglio, del formaggio "fresco" ed è costituito da acqua (90-95%) lattosio (circa il 75% della sostanza secca), sieroproteine (circa il 9% della sostanza secca) e, in minima parte, da grasso (circa lo 0,5% della sostanza secca). La sua composizione non varia in modo sostanziale in funzione della lavorazione casearia.

Del siero totale prodotto solo una parte modesta è impiegata a sua volta come materia prima per ulteriori produzioni (ricotta, burro, crema, per quanto riguarda il siero, sieroproteine per quanto riguarda il latticello, ecc.); tali lavorazioni secondarie non sono state considerate per evitare di duplicare i valori di stima. La produzione di siero varia, in funzione della tipologia di formaggio ottenuta (a pasta dura, a pasta semidura, a pasta molle e formaggi freschi), dal 75 al 90% del peso del latte avviato a trasformazione.

Per procedere ad una stima della quantità di siero che si produce dalla lavorazione lattiero-casearia, occorre stimare la quantità di latte avviato a trasformazione. Ciò è reso possibile dalla conoscenza delle rese medie di trasformazione dei formaggi più importanti prodotti.

Il CRPA (2007) fornisce i coefficienti di produzione dei sottoprodotti della lavorazione del latte in funzione della tipologia di formaggio che viene prodotto (tab. 17).

*Tab. 17. Coefficienti di produzione dei sottoprodotti derivanti dalla lavorazione del latte*

<b>Ciclo di lavorazione</b>	<b>Materia prima in ingresso</b>	<b>Tipologia sottoprodotto</b>	<b>Quantità (% latte lavorato)</b>
Latte alimentare, panna, yogurt	Latte intero	Siero	20
Produzione formaggi a pasta dura	Latte intero	Siero	90
Produzione formaggi a pasta semidura	Latte intero	Siero	83
Produzione formaggi a pasta molle e freschi	Latte intero	Scotta	75

Tali coefficienti sono ottenuti come percentuale del latte avviato a trasformazione. Ciò significa che per quantificare il siero prodotto occorre procedere ad una stima a ritroso del latte avviato a trasformazione a

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 17- 46	
--	--	---	--	--

partire dal formaggio prodotto, note le rese di trasformazione di ogni singolo formaggio. Per resa di trasformazione s'intende il rapporto tra formaggio prodotto e latte avviato a trasformazione.

Il latte avviato a trasformazione è stato determinato a partire dai quantitativi di formaggio prodotto a livello regionale (dati ISTAT, riferiti all'anno 2011) e dalle rese di trasformazione (Assolatte, 2009); il siero complessivamente prodotto è stato quindi determinato applicando i suddetti coefficienti e per il 2011 ammonta a 36094 ton (tab. 18). Non è stato considerato il siero ottenuto dalla lavorazione del latte alimentare, dello yogurt e della panna in quanto di modesta entità rispetto a quello ottenuto dalla produzione dei formaggi.

Occorre tuttavia considerare che, in merito al destino del siero di latte e simili, una quota significativa viene destinata all'alimentazione dei suini, laddove c'è vicinanza tra allevamenti e stabilimenti di trasformazione del latte. Attualmente il recupero del siero è comunque la pratica prevalente (alimentazione animale, industria); la sua gestione come "rifiuto" non è frequente. Esso potrà essere una biomassa disponibile per la digestione anaerobica soprattutto in quelle zone in cui, a fronte di produzioni elevate, non vi è la connessione con l'allevamento suinicolo e/o la distanza dai siti di recupero è tale da rendere non conveniente il conferimento.

Considerati gli attuali canali di valorizzazione e la buona qualità di questo tipo di scarto per il processo di digestione anaerobica, appare ragionevole ipotizzare di considerare come potenziale ancora sfruttabile il 25% del potenziale teorico complessivo, per un totale di 9024 ton/anno.

Tab. 18. Stima del sottoprodotto siero dall'industria lattiero-casearia

Tipo di formaggio	Formaggio prodotto in Umbria (q.li)	Resa di trasformazione	Latte avviato a trasformazione (q.li)	Siero (q.li)
Pasta dura	5610	7,7%	72668	65401
Pasta semidura	3425	10,0%	34250	28428
Pasta molle	7544	12,7%	59402	44551
Freschi	51336	17,3%	296740	222555
Totale	67915	-	463060	360935

### 2.1.3 Rifiuti da cucina e ristorazione

Per quanto riguarda questa tipologia di rifiuto, è difficile elaborare una metodologia di stima. Pertanto si è fatto riferimento alla Frazione Organica Umida (FOU) derivante da raccolta differenziata, che include principalmente il codice CER 200108; per l'anno 2011 tale quantitativo ammonta a 53218 ton (ARPA Umbria, 2012), anche se la maggior parte di esso è già impiegato per la produzione di compost.

La digestione anaerobica rappresenta tuttavia una modalità di valorizzazione della FOU più interessante del semplice compostaggio. Pertanto si è ipotizzato che la totalità dei quantitativi di FOU possa essere avviata dapprima alla digestione anaerobica e quindi alla decomposizione aerobica, con produzione finale di compost. Pertanto si è deciso di far coincidere il potenziale effettivo di FOU da sfruttare con il potenziale teorico.

### 2.1.4 Industria ittica

Dall'analisi dei dati Istat sul pescato annuale in Umbria appare evidente che non vi sia sul territorio una vera e

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 18- 46	
--	--	---	--	--

propria industria della lavorazione del pesce (tab. 19). La pesca avviene nei corsi d'acqua (principalmente Nera, Chiascio, Tevere) e nei laghi (Trasimeno e Corbara) ed è prevalentemente a carattere dilettantistico.

Una parte consistente del pescato proviene dal Lago Trasimeno in cui opera la Cooperativa di Pescatori del Lago Trasimeno. La cooperativa serve più di 40 aziende tra ristoranti e alberghi senza particolari lavorazioni. Gran parte degli scarti generati dalla lavorazione del pesce sono prodotti dalle strutture ricettive e dai privati e pertanto sono già inclusi nel quantitativo di FOU. Oltretutto non vi è uno specifico codice CER per i rifiuti provenienti dalla lavorazione del pesce.

In ogni caso si è provato ad effettuare una stima di massima, mediante un'indagine sul campo presso una pescheria umbra, che ha permesso di determinare la percentuale di scarti per tipologia di pesce (tab. 19).

Nell'ipotesi che tutto il pescato venga lavorato e consumato in regione si ottiene un quantitativo di scarti pari a circa 199 ton. Non essendo presente una vera e propria industria di lavorazione del pesce si ipotizza che l'intero quantitativo sia disponibile per impianti di digestione anaerobica.

Tab. 19. Stima dei sottoprodotti dell'industria ittica

	<b>Pescato annuo (q.li)</b>	<b>Frazione edibile (% peso vivo)</b>	<b>Scarti (q.li)</b>
Anguille	165	70	50
Lucci, Persici	1007	50	504
Alborelle, carpe, tinche	1045	52	502
Latterini, agoni	3104	70	931
Totale	5321	-	1987

## **2.2. Sottoprodotti provenienti da attività agricola, di allevamento, dalla gestione del verde e da attività forestale**

Il Decreto FER suddivide tali sottoprodotti nelle seguenti categorie:

- effluenti zootecnici;
- paglia;
- pula;
- stocchi;
- fieni e trucioli da lettiera.
- residui di campo delle aziende agricole;
- sottoprodotti derivati dall'espianto;
- sottoprodotti derivati dalla lavorazione dei prodotti forestali;
- sottoprodotti derivati dalla gestione del bosco;
- potature, ramaglie e residui dalla manutenzione del verde pubblico e privato.

### 2.2.1 Effluenti zootecnici

I coefficienti unitari di produzione degli effluenti zootecnici dipendono da diversi fattori quali la specie animale, lo stadio di accrescimento e la soluzione stabulativa. Il CRPA ha definito dei coefficienti medi di produzione di

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	DOCUMENTO Relazione tecnica	DOC CRB-14-RT-03-	
		<b>DESCRIZIONE</b>	B-1	
		<b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DATA</b> 30/01/2014	
			<b>PAG.</b> 19-	
			46	

effluenti zootecnici al variare della specie animale e dello stato di accrescimento e assumendo le soluzioni stabulative maggiormente diffuse in Italia (ISPRA, 2010) (Tab. 20, 21).

Tab. 20. Coefficienti unitari di produzione di effluenti bovini (ISPRA, 2010).

	Bovini con meno di 1 anno	Femmine da 1 a 2 anni da allevamento	Femmine da 1 a 2 anni da macello	Maschi da 1 a 2 anni da macello e da riproduzione	Manze di 2 anni e più da allevamento e da macello	Maschi di 2 anni e più da macello, lavoro, riproduzione	Vacche da latte	Altre vacche
Peso vivo (kg/capo)	214	405	444	557	540	700	600	557
Liquame (kg/capo*d)	13,1	11,1	12,2	24,6	14,8	30,9	21,6	15,3
Letame (kg/capo*d)	7,0	19,4	21,3	17,9	25,9	22,4	38	26,7

Tab. 21. Coefficienti unitari di produzione di effluenti suini e avicoli (ISPRA, 2010)

	SUINI			AVICOLI		
	Scrofe (il peso non include i suinetti)	Da macello da 110 kg e più	Di peso inferiore a 20 kg	Galline da uova	Polli da carne	Altri avicoli
Peso vivo (kg/capo)	180	76,3-95,0	15	1,8	1,2	3,3
Liquame (kg/capo*d)	20,5	-	1,71	0,02182	-	-
Liquame (m <sup>3</sup> /t p.v. * anno)	-	47	-	4,4	-	-
Letame (kg/capo*d)	-	-	-	0,0278	0,0362	0,0995
Letame (t/t p.v. * anno)	-	-	-	5,6	11,0	11,0

Successivamente, a partire dai dati ISTAT relativi alla consistenza degli allevamenti umbri (bovini, suini, avicoli), si è stimato il quantitativo annuo di effluenti prodotti in Umbria (tab. 22, 23). In tab. 24 è riportata la sintesi dei quantitativi complessivi.

L'effettiva possibilità di conferire in impianti a biogas le deiezioni si scontra con le problematiche logistiche, legate alla grande dispersione degli allevamenti nei diversi Comuni della Regione ed ai conseguenti costi di trasporto. Pertanto si ritiene che non più del 50% degli effluenti prodotti dagli allevamenti in stalla sia effettivamente valorizzabile in impianti a biogas.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1	
			<b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 20- 46	

Tab. 22. Stima degli effluenti bovini

	Bovini con meno di 1 anno	Maschi da 1 a 2 anni da macello e da riproduzione	Femmine da 1 a 2 anni da allevamento	Femmine da 1 a 2 anni da macello	Maschi di 2 anni e più da macello, lavoro, riproduzione	Manze di 2 anni e più da allevamento e da macello	Vacche da latte	Altre vacche
n. capi	19912	7052	2383	3960	1200	7552	10103	8637
Liquame (ton)	95209	63320	16044	10611,5	13534	40790,5	79652	48233
Letame (ton)	50875	46074	28040	18526	9811	71383	140128	84172

Tab. 23. Stima degli effluenti suini e avicoli

	SUINI			AVICOLI		
	Scrofe	Da macello da 110 kg e più	Di peso inferiore a 20 kg	Galline da uova	Polli da carne	Altri avicoli
n. capi	10692	227338	23510	2.123.133	2.290.823	1.337.454
Liquame (ton)	80.000	927.927	14.673	16815	-	-
Letame (ton)	-	-	-	21401	30239	48550

Tab. 24. Stima dei quantitativi di effluenti zootecnici (dati in ton)

Liquame			Letame		
Suini	Bovini	Avicoli	Suini	Bovini	Avicoli
1.020.634	367.394	16.815	-	449.009	100.190

### 2.2.2 Paglia

Il quantitativo è stato stimato nel capitolo 1 del documento.

### 2.2.3 Stocchi

Il quantitativo è stato stimato nel capitolo 1 del documento.

### 2.2.4 Pula

Assume importanza in termini di peso e di valorizzazione energetica soltanto nel caso del riso dove la percentuale della lolla sul risone cambia a seconda della varietà, e si aggira attorno al 20%. Dato che in Umbria non si hanno terreni destinati alla coltivazione del riso, il quantitativo di pula è nullo.

### 2.2.5 Fieni e trucioli da lettiera

Il quantitativo di tale sottoprodotto è già incluso all'interno della categoria degli effluenti zootecnici.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 21- 46	
---	--	---	--	---

### 2.2.6 Residui di campo delle aziende agricole

Il quantitativo è stato stimato nel capitolo 1 del documento, come residui delle colture arboree.

### 2.2.7 Sottoprodotti derivanti dall'espianto

Non è stato possibile quantificare questa tipologia di residuo, che tuttavia può ritenersi già inclusa nella categoria *potature, ramaglie e residui dalla manutenzione del verde pubblico e privato*.

### 2.2.8 Sottoprodotti derivati dalla lavorazione dei prodotti forestali

Il prelievo di legname da lavoro comporta la produzione di materiali di scarto, costituiti principalmente da rami, cimali e corteccia. Per stimare quale percentuale delle utilizzazioni forestali complessive potrebbe essere utilizzata come biomassa, si è considerato che, nel passare dalle masse dendrometriche ai volumi commerciali, si hanno perdite per rami e cimale. L'aliquota dei rami e del cimale, espressa in percentuale del volume dendrometrico, non è una grandezza di facile individuazione, dato che dipende da molteplici fattori, tra cui la specie legnosa, le caratteristiche stagionali, l'età e la posizione sociale di ciascun albero.

A tale riguardo si è assunto che i sottoprodotti forestali ammontano al 20% (ISPRA, 2010) del totale del legname attualmente prelevato dalle foreste umbre. Secondo i dati ISTAT 2011, il quantitativo di legname da lavoro prelevato è stato pari a 398.123 m<sup>3</sup>. Pertanto, considerando una massa volumica pari a 0,3 t/m<sup>3</sup>, si ottiene un quantitativo di sottoprodotti forestali pari a 119.437 ton/anno.

La convenienza al recupero dei cascami delle utilizzazioni spesso è limitata da vincoli di natura tecnica. La raccolta dei cascami di utilizzazione su terreni molto pendenti e/o accidentati è tecnicamente impegnativa al punto da risultare poco o affatto conveniente dato il modesto valore economico del materiale.

Pertanto si è ipotizzato che soltanto il 15% del materiale sia tecnicamente recuperabile, pari a 17.916 ton/anno.

### 2.2.9 Sottoprodotti derivati dalla gestione del bosco

Il quantitativo è stato stimato nel capitolo 1 del documento, all'interno della biomassa forestale.

### 2.2.10 Potature, ramaglie e residui dalla manutenzione del verde pubblico e privato

Una stima di tali sottoprodotti mediante coefficienti unitari di produzione risulta molto difficile, sia per le diverse modalità di gestione del verde pubblico a seconda delle tipologie di area verde (verde attrezzato, verde storico, aree d'arredo urbano, giardini, zoo) sia per l'impossibilità di valutare quantitativamente i sottoprodotti derivanti da gestione del verde privato, essendo ogni proprietario libero di gestire la sua proprietà.

L'unico dato disponibile pertanto è quello relativo al quantitativo di verde recuperato da raccolta differenziata, che ammonta per il 2011 a 19.853 ton (ARPA Umbria, 2012). Attualmente il verde proveniente da raccolta differenziata è conferito in impianti di compostaggio, Pertanto si assume che soltanto il 25% sia effettivamente disponibile per uso energetico, pari a 4963 ton/anno.

## **2.3 Sottoprodotti provenienti da attività alimentari ed agroindustriali**

All'interno di tale categoria sono stati stimati i quantitativi di sottoprodotti derivanti da:

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 22- 46	
--	--	---	--	--

- trasformazione delle olive;
- trasformazione dell'uva;
- trasformazione della frutta e degli ortaggi;
- lavorazione dei cereali;
- lavorazione di frutti e semi oleosi;
- industria della panificazione, pasta alimentare e industria dolciaria

### 2.3.1 Sottoprodotti della trasformazione delle olive

I sottoprodotti dell'industria olearia, disponibili in un arco temporale limitato (da metà ottobre ad aprile), sono costituiti da:

- sansa vergine: è il materiale di risulta dopo l'estrazione dell'olio, composto dal nocciolino (60% circa) e buccetta (40%). Presenta caratteristiche e umidità diverse in funzione del processo di estrazione adottato;
- sansa esausta: la successiva ulteriore spremitura delle sansi vergini per la produzione di olio di sansa in stabilimenti detti sansifici genera le cosiddette sansi esauste, sotto forma granulare e caratterizzate da un tenore di umidità ridotto, pari all'8-12%, in quanto la disoleazione deve essere preceduta da essiccazione;
- acque di vegetazione: costituite essenzialmente dalla stessa acqua delle olive, dalle acque di diluizione delle paste negli impianti in continuo e dalle sostanze solubili disciolte nelle drupe.

I coefficienti di resa dei sottoprodotti assunti per la stima dei sottoprodotti sono i seguenti (ISPRA, 2010):

- sansa vergine: 45% del peso delle olive;
- sansa esausta: 55% del peso della sansa vergine;
- acque di vegetazione: 0,6 litri/kg di olive lavorate.

Considerando il dato relativo alla produzione di olive raccolte (40.291 ton, ISTAT - 2011), si sono stimati i seguenti quantitativi, che sono stati assunti come tutti potenzialmente disponibili per impieghi in impianti di biogas:

- sansa vergine: 18.131 ton;
- sansa esausta: 9.972 ton;
- acque di vegetazione: 24.175 m<sup>3</sup>.

### 2.3.2 Sottoprodotti della trasformazione dell'uva

I sottoprodotti della lavorazione dell'uva sono i raspi, i vinaccioli, le bucce, la feccia. I vinaccioli e le bucce vengono anche detti vinacce. La stima complessiva delle vinacce, compresi raspi e fecce, è stata effettuata adottando un coefficiente di resa del 14% del peso dell'uva lavorata (Motola et al., 2009).

Nel 2010, l'ISTAT indica in 128.065 tonnellate la quantità di uva che in Umbria è stata destinata a vinificazione. Pertanto i sottoprodotti della trasformazione dell'uva ammontano a 17.929 ton. Tali sottoprodotti sono attualmente conferiti principalmente nelle distillerie.

Si ipotizza che il 25% dei sottoprodotti (4482 ton) possa essere destinato ad un impiego alternativo e valorizzato con un trattamento di digestione anaerobica, in modo da non creare particolari squilibri rispetto agli interessi delle industrie locali, attive nel settore della distillazione. Si avrebbero pertanto 4482 ton/anno di sottoprodotti della trasformazione dell'uva.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 23- 46	
---	--	---	--	---

### 2.3.3 Sottoprodotti dell'industria della trasformazione della frutta e degli ortaggi

Il comparto comprende una vasta tipologia di trasformazioni molto diverse tra loro. Si possono comunque distinguere due categorie generali: la prima include i processi che prevedono una notevole asportazione d'acqua (preparazione di concentrato di pomodoro o alcuni tipi di succhi di frutta), la seconda include invece i processi generalmente più semplici e che non sempre richiedono un trattamento termico (prodotti in scatola, ortaggi freschi, ecc.).

Per quanto riguarda la definizione delle quantità totali di materia prima vegetale trasformata nelle diverse Regioni italiane si incontrano notevoli difficoltà, per le seguenti ragioni:

- le produzioni ortofrutticole raccolte per le diverse specie sono facilmente recuperabili (dati ISTAT) con dettaglio regionale e provinciale; tali quantità, tuttavia, risultano solo orientative ai fini del presente studio, in quanto la produzione regionale totale raccolta può essere destinata sia al consumo fresco, sia alla trasformazione industriale. Per alcune specie orticole tale ripartizione è stimabile con sufficiente precisione (pomodoro, legumi); per altre specie frutticole, invece tale suddivisione non è assolutamente nota (pesche, pere, albicocche, ecc.);
- non ci sono dati ufficiali nazionali o regionali sulle produzioni vegetali trasformate totali, analoghi a quelli relativi alla trasformazione delle produzioni animali;
- sono reperibili dati complessivi ufficiali (AGEA) per quelle produzioni vegetali trasformate che godono dell'aiuto comunitario. Tali quantità complessive si avvicinano alla totalità della produzione trasformata solo nel caso del pomodoro e degli agrumi, che non hanno rilevanza nell'ambito della realtà umbra;
- per specie quali pesche e pere, invece, la quantità complessiva trasformata è di gran lunga superiore a quella ammessa a godere dell'aiuto comunitario (riservato solo ad alcune tipologie di trasformazione). Per pere e pesche, infatti, i prodotti finiti che hanno diritto all'aiuto sono quelli "sciropati e/o al succo naturale di frutta" e i "miscugli di frutta".

In ogni caso, pur con tutti i limiti sopra citati, occorre in primo luogo definire quali sono le produzioni vegetali oggetto di trasformazione tali da generare flussi di scarti e sottoprodotti di entità significativa:

- fagioli e fagiolini;
- patata;
- frutta (pesche, pere, albicocche, mele).

I sottoprodotti derivanti dall'industria del pomodoro e degli agrumi sono stati esclusi, non essendo comparti agroindustriali caratteristici della realtà umbra.

#### Fagioli, fagiolini

La produzione umbra di fagioli e fagiolini ha subito un crollo verticale passando da 2018 tonnellate nel 2007 a poco meno di 45 tonnellate nel 2012. Del totale prodotto si stima che al consumo fresco sia destinato non più del 10-20%; la quota preponderante è avviata alla trasformazione industriale: tale ripartizione è stata verificata nella regione a maggior produzione (Emilia-Romagna). Non avendo informazioni in merito alla reale localizzazione dei siti di trasformazione, si assume che questa avvenga nella stessa regione in cui è prodotta

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 24- 46	
---	--	---	--	---

la materia prima.

Lo studio del CRPA (2007) fornisce il coefficiente medio di produzione degli scarti:

- fagioli: 9,8% del prodotto;
- fagiolini: 4,9% del prodotto.

Considerando un 20% di prodotto destinato al consumo fresco, per l'anno 2012 gli scarti prodotti dalla lavorazione di fagioli e fagiolini sono pari a poco più di 2 tonnellate.

#### Patata comune

La trasformazione della patata avviene in stabilimenti realizzati ad hoc e comporta una produzione di scarti significativa, pari a circa il 23% del peso della materia prima (CRPA, 2007). La buccia e lo strato sottostante incidono per il 13-14%, i frutti non idonei selezionati in ingresso alla linea di lavorazione e le puree di scarto dalla cottura incidono per il restante 9%. Il CRPA indica che circa la metà delle patate prodotte a livello nazionale sono lavorate in Emilia Romagna, un altro 40% in Lombardia, Campania, Calabria e Abruzzo ed il restante 10% nelle altre regioni.

Dal momento che la produzione umbra è pari circa allo 0,5% di quella nazionale e che non sono stati riscontrati siti di trasformazione industriale della patata, si assume che i sottoprodotti siano nulli.

#### Frutta

Anche in questo caso, non essendo presenti importanti siti industriali per la trasformazione della frutta, si ritiene che non vi siano scarti significativi derivanti da tale settore.

#### 2.3.4 Sottoprodotti della lavorazione dei cereali

La macinazione dei cereali genera una grande quantità di biomassa di scarto, identificabile in generale col termine di crusca, con diversa natura e qualità a seconda della materia di provenienza.

Accanto a questo tipo di sottoprodotti, le industrie di lavorazione dei cereali devono smaltire altri quantitativi di biomassa, quali i prodotti non vendibili ed i residui delle operazioni di lavaggio locali e dei macchinari (impasti, farina, ecc.).

La maggior parte della crusca, risultante dal processo di macinazione dei cereali, è idonea per essere valorizzata nell'industria dei mangimi. Tuttavia, a causa della variabilità del mercato dei mangimi e della scarsa economicità di questo canale di vendita, è pensabile che parte della crusca prodotta possa essere conferita ad impianti di biogas.

In tale studio si è considerato soltanto la crusca come sottoprodotto di scarto della lavorazione dei cereali, assumendo un fattore di produzione del 20% dei cereali lavorati (TIS Innovation Park, 2009). Dal momento che non è stato possibile risalire al dato dei cereali complessivamente lavorati dalle industrie umbre, si è ipotizzato di assumere come valore quello relativo alla produzione di cereali in Umbria, pari a 592.497 ton (ISTAT-2012).

Considerato che, dal punto di vista tecnico, tutta la biomassa di scarto prodotta da questo settore è idonea per la produzione di biogas, è stato ipotizzato che il 25% della crusca di scarto del processo di macinazione dei cereali possa essere effettivamente conferito in impianti a biogas. Pertanto la disponibilità teorica ammonta a

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 25- 46	
--	--	---	--	--

118.500 ton, mentre quella utilizzabile per scopi energetici a 29.625 ton.

### 2.3.5 Sottoprodotti della lavorazione di frutti e semi oleosi

Per quanto riguarda i semi oleosi, quelli di maggior interesse nel contesto umbro sono il girasole e la colza. I sottoprodotti della trasformazione di tali semi sono:

- guscio e tegumenti: costituiscono il primo sottoprodotto della lavorazione dei semi oleosi. E' noto che la colza ha un tegumento che rappresenta il 10-15% del seme, mentre il guscio del seme di girasole varia dal 20 al 50%;
- pannello: è formato dai residui del seme dopo la spremitura meccanica;
- farina di estrazione: residuo dei trattamenti chimici di estrazione.

Complessivamente i sottoprodotti costituiscono circa il 60% del seme lavorato. Secondo i dati ISTAT 2011 in Umbria sono attive 5 aziende che si occupano della produzione di olio raffinato o grezzo da semi oleosi o frutti oleosi. Non vi sono statistiche relative al quantitativo di semi oleosi lavorati, pertanto si ipotizza che soltanto i semi di girasole e colza prodotti in Umbria siano sottoposti ad estrazione.

Considerando che in Umbria nel 2012 (ISTAT) si sono prodotte 26.536 tonnellate di semi di girasole e colza, si ottiene un quantitativo di sottoprodotti pari a 15.922 tonnellate. Dal momento che tali sottoprodotti sono impiegati come materia prima per l'industria mangimistica, un'eventuale valorizzazione alternativa in impianti di biogas risulterà appetibile solo se saprà essere concorrenziale sul piano economico.

Quindi si ipotizza che il 25% della biomassa di scarto prodotta in tale settore (3.980 ton) possa essere effettivamente conferita in impianti a biogas.

Per quanto riguarda i frutti oleosi, i più importanti sono noci, nocciole, mandorle, pistacchi, arachidi. La produzione di nocciole umbre è molto modesta, in quanto con 78 tonnellate raccolte nel 2012 rappresenta lo 0,1% della produzione nazionale. Non esistono siti di trasformazione industriale delle nocciole sul territorio umbro, pertanto i relativi sottoprodotti si assumono nulli.

### 2.3.6 Sottoprodotti dell'industria della panificazione, della pasta alimentare, dell'industria dolciaria

I sottoprodotti dell'industria della panificazione sono:

- pane invenduto;
- prodotti non adatti al consumo;
- farina non utilizzabile risultante dalle fasi di pulizia dei laboratori;
- olio di frittura.

I sottoprodotti dell'industria della pasta alimentare:

- pasta non vendibile;
- grumi di trafila;
- farina non utilizzabile per il consumo.

Analogamente, per l'industria dolciaria:

- prodotti non commercializzabili per forma e cottura;
- olio di frittura;
- farina non utilizzabile e resti di produzione.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 26- 46	
--	--	---	--	--

I suddetti scarti sono inclusi all'interno del codice CER 020601 (scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione).

Le farine non utilizzabili e i cosiddetti sfridi di produzione sono inviati alle industrie mangimistiche e sono quindi definiti come sottoprodotti e non come rifiuti pertanto non sono dichiarati nel MUD. Tuttavia, non avendo a disposizione alcun dato per poter stimare tali quantitativi, si è deciso di prendere come riferimento i dati MUD relativi al codice CER 020601 (scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione), in modo da quantificare la frazione dei sottoprodotti che non sono reimpiegati direttamente nell'industria mangimistica, in quanto richiedono pre-trattamenti specifici prima di qualunque forma di recupero.

A tale riguardo l'ARPA Umbria ha fornito come quantitativo per il 2011 il valore di 1.148 ton, che si è assunto come tutto potenzialmente disponibile per l'impiego in impianti di biogas.

#### **2.4 Sottoprodotti provenienti da attività industriali**

All'interno di tale categoria rientrano, secondo il Decreto FER, esclusivamente i Sottoprodotti della lavorazione del legno per la produzione di mobili e relativi componenti.

Il settore dell'industria del legno è complesso e presenta diversi comparti produttivi, suddivisibili in due macrosettori - legno e prodotti in legno e fabbricazione mobili - che vanno dalla prima lavorazione del legno alla realizzazione di vari prodotti finiti e che quindi generano scarti di diversa tipologia:

- scarti di legno vergine, costituiti da residui di legno naturale di varia pezzatura (segatura, trucioli, cippato) provenienti da imprese che lavorano tronchi o tavole o elementi in legno massiccio (segherie, carpenterie e falegnamerie, produzioni di imballaggi e di pannelli in legno compensato);
- scarti di legno trattato, proveniente da imprese che producono o lavorano pannelli a base di legno, produzione di mobili e arredamenti in legno e costituiti da residui di legno con presenza di colle e/o prodotti vernicianti (compreso il polverino derivante dalla sagomatura e levigatura dei prodotti).

Per la stima dei residui legnosi di tipo vergine sono stati assunti i valori di 15 e 4 t/addetto rispettivamente per il settore della produzione del legno e dei prodotti del legno e per quello della fabbricazione di mobili (ISPRA, 2010). In tab. 25 sono riportati il numero di imprese e addetti in Umbria (ISTAT-2011) ed il quantitativo complessivo di sottoprodotti, pari a 55.209 ton. Si assume che il 20% venga attualmente impiegato direttamente all'interno delle aziende, mentre il restante 80% è sfruttabile per fini energetici (44167 ton).

*Tab. 25. Stima dei quantitativi di sottoprodotti derivanti dalla lavorazione dei prodotti forestali (dati in ton)*

<b>Industria del legno e dei prodotti in legno</b>			<b>Industria della fabbricazione di mobili</b>		
Imprese	Addetti	Sottoprodotti (ton)	Imprese	Addetti	Sottoprodotti (ton)
637	3007	45.105	327	2526	10.104

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 27- 46	
---	--	---	--	---

### 3. Potenziale energetico delle biomasse disponibili in Umbria

Nella tabella 26 è riportato il quadro riassuntivo della disponibilità di biomasse residuali effettivamente impiegabili per scopi energetici in Umbria. È stata inclusa anche la biomassa forestale stimata nel capitolo 1 (si è riportato il dato relativo all'ipotesi di sviluppo 2). Per ciascuna tipologia di biomassa è stato indicato il processo di conversione energetica maggiormente idoneo, la resa energetica e la potenza elettrica potenzialmente ricavabile. A tale scopo si sono assunte le seguenti ipotesi:

- Potere Calorifico Inferiore biogas; 5,4 kWh/m<sup>3</sup>;
- rendimento elettrico impianto di biogas (motore a combustione interna): 35%;
- rendimento elettrico impianto caldaia a cippato + ciclo ORC: 17%;
- ore annue di funzionamento degli impianti: 7500.

Complessivamente la potenza elettrica potenzialmente installabile mediante l'impiego di biomasse residuali ammonta a 31.477 kW, a cui occorre aggiungere i 49.165 kW da biomassa forestale, per un totale di 80.642 kW.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	DOCUMENTO Relazione tecnica	DOC CRB-14-RT-03-	
		<b>DESCRIZIONE</b>	B-1	
		<b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DATA</b> 30/01/2014	
			<b>PAG.</b> 28-	
			46	

Tab. 26. Potenziale energetico delle biomasse residuali e della biomassa forestale in Umbria

Biomassa		Quantità	Conversione energetica	Resa	Potenza elettrica installabile (kW)
Industria della macellazione		2592 t	Digestione anaerobica	biogas: 70 m <sup>3</sup> /t	46
Industria lattiero casearia		9024 t	Digestione anaerobica	biogas: 35 m <sup>3</sup> /t	80
Rifiuti da cucina e ristorazione		53218 t	Digestione anaerobica	biogas: 110 m <sup>3</sup> /t	1475
Industria ittica		199 t	Digestione anaerobica	biogas: 416 m <sup>3</sup> /t	21
Effluenti zootecnici	Liquame suino	510317 t	Digestione anaerobica	biogas: 21 m <sup>3</sup> /t	2701
	Liquame bovino	183697 t	Digestione anaerobica	biogas: 37 m <sup>3</sup> /t	1713
	Letame bovino	224505 t	Digestione anaerobica	biogas: 80 m <sup>3</sup> /t	4526
	Liquame avicolo	8408 t	Digestione anaerobica	biogas: 46 m <sup>3</sup> /t	97
	Letame avicolo	50095 t	Digestione anaerobica	biogas: 96 m <sup>3</sup> /t	1212
Paglia		76965 t (umidità 15%)	Digestione anaerobica	biogas: 160 m <sup>3</sup> /t	3103
Stocchi		102310 t (umidità 50%)	Digestione anaerobica	biogas: 160 m <sup>3</sup> /t	4125
Residui di campo delle aziende agricole		47467 t (umidità 40%)	Combustione	PCI: 2,9 kWh/kg	3120
Sottoprodotti derivanti dalla lavorazione dei prodotti forestali		17916 t	Combustione	PCI: 2,9 kWh/kg	1178
Potature, ramaglie e residui dalla manutenzione del verde pubblico e privato		4963 t	Combustione	PCI: 2,9 kWh/kg	326
Sottoprodotti della trasformazione delle olive	sans vergine	18131 t	Digestione anaerobica	biogas: 100 m <sup>3</sup> /t	457
	sans esausta	9972 t	Digestione anaerobica	biogas: 100 m <sup>3</sup> /t	251
	acque di vegetazione	24175 m <sup>3</sup>	Digestione anaerobica	biogas: 55 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	335
Sottoprodotti della trasformazione dell'uva		4482 t	Digestione anaerobica	biogas: 24 m <sup>3</sup> /t	27
Sottoprodotti della lavorazione dei cereali		29625 t	Digestione anaerobica	biogas: 280 m <sup>3</sup> /t	2090
Sottoprodotti della lavorazione di frutti e semi oleosi		3980 t	Digestione anaerobica	biogas: 450 m <sup>3</sup> /t	451
Sottoprodotti dell'industria della panificazione, della pasta alimentare, dell'industria dolciaria		1148 t	Digestione anaerobica	biogas: 480 m <sup>3</sup> /t	139
Sottoprodotti della lavorazione del legno per la produzione di mobili e relativi componenti		44167 t	Combustione	PCI: 4 kWh/kg	4004
Biomassa forestale		677820 t (ipotesi 2, umidità 40%)	Combustione	PCI: 3,2 kWh/kg	49165
<b>Totale</b>					<b>80642</b>

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 29- 46	
---	--	---	--	---

#### 4. Punti di forza e debolezza dell'installazione di impianti a biomassa in Umbria

Nei paragrafi successivi sono analizzati i principali punti di forza e debolezza legati all'installazione di impianti a biomassa nella Regione Umbria.

##### Punti di forza

Uno dei principali elementi di forza della realizzazione delle filiere agroenergetiche, data la vocazione agricola del territorio, è la possibilità di sfruttamento delle biomasse residuali. Infatti, secondo la territorializzazione della disponibilità potenziale di biomasse ad uso energetico in Umbria, esistono diverse aree ad elevata concentrazione di scarti e sottoprodotti nelle quali sono ipotizzabili sia l'attivazione di processi per la produzione di biogas sia lo sfruttamento della biomassa lignocellulosica.

In particolare esiste la possibilità di sfruttamento di biomasse residuali provenienti sia dal comparto zootecnico, sia dalle attività agroindustriali (in particolare la produzione di olio e vino) ed agro-forestali. Si tratta di materiali di scarto che spesso possono rappresentare un vero e proprio problema per chi ne ha la responsabilità. I residui non più riutilizzabili devono essere gestiti in virtù delle norme che disciplinano lo smaltimento dei rifiuti, rappresentando per l'impresa una voce di costo a volte significativa. La gestione finalizzata al recupero energetico consente, al contrario, di valorizzare economicamente gli scarti, trasformando così un costo in un possibile introito, oltre a rappresentare un vantaggio ambientale a beneficio della collettività in termini di riduzione del volume complessivo di rifiuti prodotti e da smaltire sul territorio.

La convenienza economica del recupero può essere valutata solo analizzando parametri complessi, come ad esempio la variazione dei costi di trasporto in relazione alla distanza tra biomassa recuperata e impianto di produzione, o la fluttuazione dei prezzi dei prodotti energetici. In assenza di un contesto avviato, risulterebbe avventato prevedere i singoli parametri economici, specie se si pensa a quanto le stesse scelte di governance messe in atto dagli Enti preposti sul territorio possono influire sul risultato finale.

Se si guarda alla seconda fase della filiera agroenergetica, gli elementi fondamentali che determinano la buona riuscita della trasformazione sono la sicurezza e la regolarità degli approvvigionamenti, che possono essere garantiti solo con accordi di filiera. Gli impianti devono essere dimensionati in funzione della capacità del territorio di fornire biomassa, della stagionalità di alcune tipologie di residui, così come delle esigenze di trasporto e di stoccaggio. Per il buon funzionamento dell'intera catena agroenergetica locale è necessaria la contemporanea presenza sul territorio di tutti gli attori del ciclo produttivo, fornitori di biomassa, trasformatori finali e indotto, in modo da riuscire a strutturare un contesto locale ben organizzato che presenti il duplice vantaggio di essere svincolato dagli interessi economici del singolo imprenditore agricolo e che allo stesso tempo riesca a sganciarsi dai pericolosi meccanismi internazionali del mercato energetico.

Per far questo si deve puntare alla realizzazione di impianti di piccola taglia, gestiti non direttamente dal singolo imprenditore agricolo ma da partenariati composti da attori della filiera, utenti, enti locali, con approccio bottom up che massimizzi i vantaggi su scala locale.

La filiera-agro energetica ha prospettive di sviluppo interessanti in territori montani o collinari, dove esiste la concomitanza di almeno due elementi: concentrazione di biomassa e domanda di calore. Nello sfruttamento energetico della biomassa il rendimento complessivo aumenta notevolmente se, oltre all'elettricità prodotta, si recupera il calore generato dallo stesso processo (cogenerazione). L'energia termica prodotta non è

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 30- 46	
---	--	---	--	---

immagazzinabile, pertanto la vicinanza tra l'impianto di produzione e l'utenza è un fattore strategico, assieme alla richiesta di calore nel corso dell'anno.

Partendo dal presupposto che impianti di taglia medio-piccola si adattano di più a territori rurali dove il paesaggio deve essere preservato, e considerato che impianti troppo grandi avrebbero necessità di essere alimentati da grandi quantità di biomassa, difficilmente reperibile a livello locale, la filiera presenta maggiori vantaggi qualora vi sia coincidenza di materia prima locale a prezzi contenuti e produzione energetica da impianti di cogenerazione di piccola taglia.

Per quanto riguarda nello specifico le aree rurali, tra i vantaggi associati allo sviluppo economico di filiere connesse all'agroenergia va certamente tenuto in conto l'effetto positivo a sostegno dell'occupazione, dovuto all'intensificarsi di attività legate ai comparti della logistica e della trasformazione energetica attraverso la creazione dell'indotto. Questi benefici effetti valgono specialmente per quei contesti locali di limitate dimensioni, come le aree rurali interne spesso soggette a spopolamento ed abbandono, per cui l'intensificarsi delle attività produttive può contribuire a scongiurare l'abbandono di realtà aziendali che sussistono al limite del mercato. Secondo la classificazione delle macroaree del PSR, il territorio umbro ricade interamente in aree rurali intermedie (circa il 70% della superficie totale regionale) ed aree rurali con problemi complessivi di sviluppo (circa il 30%). In entrambi i casi si tratta di aree dove l'occupazione in agricoltura è un parametro vitale per l'economia e l'instaurarsi di nuovi processi produttivi potrebbe apportare notevoli benefici sia di carattere sociale che ambientale. Un ulteriore punto di forza è rappresentato infine dal recupero di determinate aree. I terreni ambientalmente sensibili, a rischio di marginalità e a rischio di abbandono colturale, potrebbero usufruire di un utile tornaconto di carattere economico, ma soprattutto ambientale, in termini di recupero e protezione del suolo nonché di salvaguardia del paesaggio.

#### Punti di debolezza

Come per qualsiasi altro processo di sviluppo economico, in una fase iniziale le agroenergie scontano l'assenza di una filiera strutturata, ma la situazione è aggravata dalla tradizionale scarsa propensione alla cooperazione e dallo scarso know-how da parte degli operatori agricoli, sia per quanto riguarda la fase di produzione che di trasformazione della biomassa.

La ridotta dimensione aziendale incide negativamente sulla gestione delle operazioni di recupero e smaltimento degli scarti, gravando in maniera negativa anche sulla diffusione della meccanizzazione, che potrebbe rappresentare una valida soluzione in particolari circostanze. La produzione di energia da biomassa, infatti, subisce la stagionalità delle produzioni agricole ed agroindustriali, che in molti casi aggrava i costi di movimentazione e stoccaggio. Si pensi alla forte concentrazione degli scarti agroindustriali dovuta alla stagionalità delle lavorazioni, nonché ai periodi in cui devono essere raccolte e stoccate le colture dedicate che maturano in periodi concomitanti, con conseguente aggravio di costi. In autunno per esempio si presenta il problema delle salse derivanti dalla produzione dell'olio: ingenti quantitativi di sottoprodotto che, per questioni igieniche, devono essere repentinamente allontanate dai frantoi.

Tra i fattori esterni al mondo agro-forestale che potrebbero penalizzare lo sviluppo delle filiere bioenergetiche pesa inoltre la complessità delle procedure amministrative per l'autorizzazione degli impianti da FER.

Altro importante problema è rappresentato dall'accettabilità sociale, che costituisce un ostacolo laddove le

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 31- 46	
---	--	---	--	---

comunità residenti si sentono minacciate da opere e da impianti che non vengono percepiti come forieri di sviluppo dei propri territori. In tal senso la logica che dovrebbe animare le scelte pianificatorie e imprenditoriali è quella della costruzione di vere e proprie reti territoriali, in cui le imprese agricole siano in grado di assicurare contingenti energetici al territorio attraverso un sistema di generazione distribuita. Anche il rischio di una progressiva riduzione degli incentivi attualmente previsti per la promozione delle fonti rinnovabili può essere considerato un vincolo allo sviluppo delle agroenergie.

A questa potenziale minaccia si aggiunge il rischio di completa esclusione del comparto agricolo dalla fase di trasformazione. Ciò comporterebbe margini troppo bassi per gli operatori agricoli se messi a confronto con i ricavi associati alla fase di produzione di energia, tali da scoraggiare qualsiasi interesse ad investire nel settore.

In più il potenziale forestale a cui si potrebbe attingere per ricavare in maniera sostenibile la biomassa da destinare alla filiera legno-energia rischia di rimanere inutilizzato a causa della parziale gestione del patrimonio regionale, da un lato per lo scarso interesse mostrato dai proprietari privati spesso scoraggiati dall'inaccessibilità o dai costi elevati, dall'altro per la mancata applicazione dei piani forestali regionali. Il rischio di sottrazione di terreni fertili all'agricoltura umbra di qualità a vantaggio di colture dedicate a biomassa può essere considerato invece un elemento di distorsione dello sviluppo agro-energetico.

L'analisi svolta evidenzia che le maggiori difficoltà all'avvio delle filiere agroenergetiche consistono proprio nel fare massa critica. I territori che sono potenzialmente vocati alle bioenergie non perseguono la loro vocazione per paura che il costo ambientale sia loro ed il profitto vada a chi realizza gli impianti. A questo punto, se il mercato non riesce ad avviare processi di start up della filiera, deve supplire un sistema di governance locale, con modelli improntati non al singolo attore della filiera, ma ad un partenariato composto da attori ed enti locali. La compresenza di chi gestisce il territorio e chi gestisce le risorse garantisce il profitto agli elementi deboli della filiera ma anche la sostenibilità, intesa come salvaguardia ambientale, a garanzia del territorio e della popolazione locale.

L'azienda agricola viene sollevata dai problemi di gestione dell'impianto e partecipa al valore aggiunto degli incentivi, al tempo stesso si può creare la massa critica per l'approvvigionamento dell'impianto e rendere la popolazione locale partecipe allo sfruttamento dell'energia termica prodotta.

Le sinergie che si possono innescare sono anche di tipo finanziario: partecipazione di istituti di credito, sistemi di finanziamento integrati (Progetti integrati, Accordi quadro, Intese di filiera, etc.), sfruttando il cofinanziamento di fondi diversi per la realizzazione non solo dell'impianto ma anche delle infrastrutture necessarie.

Quanto detto mette in evidenza che nel territorio umbro lo sviluppo degli impianti a biomassa deve necessariamente essere contestualizzato alla realtà locale in cui si intende realizzare la filiera energetica. Pertanto non esiste a priori una taglia ottimale, anche se il contesto territoriale e l'attuale sistema di incentivazione suggeriscono di indirizzarsi verso potenze elettriche comprese tra 200 kW ed 1 MW, in modo tale da garantire sia un approvvigionamento locale della biomassa sia un investimento economico sostenibile. Taglie impiantistiche al di sotto della soglia indicata hanno come principale punto di debolezza l'elevato costo di realizzazione, a causa della ancora non completa maturità delle tecnologie disponibili, mentre taglie

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 32- 46	
---	--	---	--	---

superiori difficilmente possono essere alimentate esclusivamente da biomasse reperite localmente.

## 5. Caratteristiche tecnologiche ottimali degli impianti a biomasse in Umbria

Gli impieghi della biomassa sono molto variegati; anche considerando esclusivamente i processi e le tecnologie per il loro impiego energetico, si ha un panorama piuttosto ampio. Ai fini della redazione del presente analisi, sono prese in considerazione le attuali tecnologie disponibili per gli impieghi delle biomasse finalizzati alla produzione di energia elettrica.

Considerando tali tecnologie dal punto di vista impiantistico si possono distinguere tre categorie di impianti:

- impianti per la produzione di biogas da digestione anaerobica e successiva trasformazione in energia elettrica;
- impianti per la produzione di energia elettrica da biomasse solide mediante:
  - pirolisi o gassificazione;
  - combustione in caldaia della biomassa;
- impianti per la produzione di energia elettrica mediante combustione di bioliquidi.

Per quanto riguarda la potenza elettrica, le descrizioni che seguono sono riferite a taglie di impianto inferiori ad 1 MW, in quanto tale dimensione si ritiene maggiormente compatibile con le caratteristiche del territorio e la tipologia di domanda di energia della Regione Umbria. All'interno di tale range, i microimpianti (taglia inferiore a 300 kW) si considerano particolarmente adatti alla dimensione aziendale media delle imprese agricole regionali e fortemente integrabili con i fabbricati rurali.

Preliminarmente all'analisi esclusivamente tecnologica si evidenziano degli aspetti di natura pianificatoria e commerciale i quali, tuttavia, hanno effetto anche sull'offerta tecnologica nell'ambito delle tipologie di impianto oggetto della successiva trattazione:

- l'importanza degli apporti energetici che possono provenire dalle biomasse e la loro congruità con le indicazioni del vigente Piano Energetico Ambientale Regionale (favorire un modello di generazione distribuita);
- gli effetti dell'attuale quadro dell'incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili diverse dal fotovoltaico (intendendo con "attuale" il quadro che di fatto riguarda gli impianti entrati in esercizio al 1 gennaio 2013).

A tale riguardo il nuovo sistema di incentivi prosegue il percorso di sviluppo intrapreso, indirizzandolo verso modelli maggiormente sostenibili che prevedono:

1. uno sfruttamento armonico delle risorse del territorio, sia attraverso la valorizzazione dei residui presenti nelle aziende agricole sia con le coltivazioni dedicate, anche se limitandone le percentuali di impiego, avendo cura di non generare competizione con le fonti storiche di approvvigionamento delle filiere agricole e industriali che tradizionalmente utilizzano dette materie prime;
2. un forte indirizzo verso gli interessi del comparto agricolo, prevedendo un livello di incentivazione adeguato a stimolare la partecipazione dell'imprenditoria agricola alle iniziative e garantendo l'accesso agli incentivi.

I principali aspetti innovativi introdotti dal Decreto FER nel sistema sono:

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 33- 46	
---	--	---	--	---

- tariffa base differenziata per taglia di impianto, per tipologia (biochimica o termochimica) e per fonte di approvvigionamento (prodotti, sottoprodotti, rifiuti);
- “bonus” aggiuntivi rispetto alla tariffa base, che promuovono comportamenti virtuosi con ricadute di interesse agricolo;
- promozione dei sottoprodotti delle filiere agricole, agroalimentari e forestali rispetto agli impianti alimentati a sole colture dedicate con la previsione di una tariffa più elevata;
- per gli impianti a biomasse e biogas di potenza elettrica non superiore a 1 MW alimentati a sottoprodotti è possibile mantenere la tariffa anche utilizzando una percentuale non superiore al 30% di prodotti;
- priorità di accesso agli incentivi per gli impianti di proprietà di imprese agricole e di piccola dimensione.

In particolare, per gli impianti a biogas sono introdotte due taglie di potenza tra 1-300 kW e tra 300-600 kW, che si ritiene possano essere alimentate impiegando materia prima derivante dalle attività aziendali. È previsto un differenziale tra le tariffe a vantaggio degli impianti alimentati da sottoprodotti rispetto a quelli realizzati con colture dedicate. Inoltre alla tariffa base possono essere aggiunti dei bonus legati allo sfruttamento dell'energia termica ottenuta nel corso del processo di produzione e alla riduzione dell'azoto contenuto nel digestato.

Per gli impianti a biomasse solide è invece introdotta una taglia fino a 300 kW, di particolare interesse per il settore forestale e per le potature delle colture arboree. Anche in questo caso è previsto un differenziale tra le tariffe a vantaggio degli impianti alimentati da sottoprodotti rispetto a quelli realizzati con colture dedicate. Per gli impianti a biomasse superiori a 1 MW, l'uso di biomasse dedicate è stato limitato, riducendo la tariffa base e prevedendo una serie di bonus (riduzione emissioni e particolato, produzione in filiera) fortemente selettivi. In particolare, per tutti gli impianti di potenza compresa tra 1 e 5 MW, possono essere aggiunti e tra loro cumulati i premi di seguito indicati:

- a. 10 €/MWh, qualora l'esercizio degli impianti dia luogo a una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra rispetto ai valori indicati nel decreto;
- b. 20 €/MWh, nel caso gli impianti siano alimentati da biomasse da filiera ricomprese fra le tipologie indicate nella Tabella1-B allegata al decreto.

Inoltre, alla tariffa base possono essere aggiunti dei bonus legati ai seguenti aspetti:

- sfruttamento dell'energia termica ottenuta nel corso del processo di produzione;
- il bonus precedente è incrementato a 40 €/MWh, qualora il calore cogenerato ottenuto in impianti alimentati a sottoprodotti agricoli sia utilizzato per il teleriscaldamento;
- incremento di 30 €/MWh nel caso gli impianti rispettino i requisiti di emissioni in atmosfera stabiliti dal decreto.

Altro fattore da prendere in considerazione nella definizione della taglia ottimale degli impianti a biomassa è rappresentato dall'introduzione di contingenti annuali di potenza installabile, suddivisi per fonte (per il triennio 2013-2015, per biogas e biomasse 490 MW nei registri, 120 MW per le aste). Sono esentati dall'iscrizione al registro gli impianti alimentati a biomassa di potenza fino a 200 kW e a biogas fino a 100 kW. È inoltre garantita una priorità di accesso agli incentivi per le seguenti tipologie di impianti:

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 34- 46	
---	--	---	--	---

- impianti a biogas o biomasse di dimensione ridotta (inferiore a 600 kW) e che siano di proprietà di aziende agricole singole o associate;
- impianti a biogas o biomasse alimentati a sottoprodotti.

### **5.1 Impianti per la produzione di biogas da digestione anaerobica e successiva trasformazione in energia elettrica**

Un impianto di cogenerazione a biogas si compone in generale di due parti principali:

- il sistema di produzione del biogas mediante digestione anaerobica;
- il sistema di trasformazione del biogas in energia elettrica.

Dal punto di vista tecnologico è possibile la realizzazione della sola parte di produzione del biogas da digestione anaerobica seguita dal trattamento del biogas e dalla successiva immissione del biometano nella rete di distribuzione del gas naturale. Nel caso specifico ci si riferisce esclusivamente all'impianto completo della sezione per la combustione del biogas e della sua successiva trasformazione in energia elettrica.

Complessivamente l'impianto si compone delle seguenti sezioni:

- zona di raccolta e stoccaggio dei prodotti in ingresso: è un'area nella quale sono accumulati i prodotti prima dell'introduzione nei digestori. Le sue caratteristiche e dimensioni dipendono dal tipo di mix in digestione e dalle dimensioni dell'impianto; lo stoccaggio può essere chiuso, coperto o all'aperto. Nel caso di trattamento di reflui tale zona comprenderà anche una vasca per la raccolta degli stessi, il cui volume di raccolta è generalmente contenuto per il fatto che la loro produzione è continua durante l'anno;
- sistema di pretrattamento: si tratta di dispositivi che consentono le lavorazioni che la biomassa deve subire prima di essere introdotta nei digestori. I pretrattamenti tipici sono meccanici (semplice sminuzzamento tramite trinciatura o macinazione) oppure termici, chimici o biologici (preparano la biomassa per facilitarne la reazione nei digestori);
- digestori: dal punto di vista strutturale sono ampie vasche ricoperte da coperture flessibili, che hanno il duplice scopo di mantenere anaerobico l'ambiente di reazione evitare il contatto della biomassa con l'ossigeno atmosferico e di contenere il biogas prodotto. Le vasche possono essere realizzate in acciaio o, più comunemente, in cemento armato, sono isolate termicamente e riscaldate attraverso serpentine d'acqua. Sono dotate, inoltre, di un sistema meccanico di movimentazione interno, che ha lo scopo di uniformare la sostanza organica e di rompere le croste superficiali che, formandosi tra la biomassa e la fase gas sovrastante, impediscono il passaggio del biogas alla zona di captazione. A seconda del tipo di processo, la temperatura interna deve essere mantenuta costante ad un valore compreso fra 30 e 65°C. Dal punto di vista operativo, la tipologia più diffusa in ambito agricolo sono i digestori a umido (che lavorano con un contenuto in sostanza secca inferiore al 10-12%), verticali e completamente miscelati. In alternativa i digestori a umido possono essere anche a flusso orizzontale. I digestori "a secco" sono adatti alla digestione di materiali con contenuto in sostanza secca superiore al 20% (es. letame, biomasse vegetali, ecc.). Sono per lo più diffusi nel settore del trattamento dei rifiuti solidi urbani;
- sistemi per il pretrattamento del biogas: prima di essere impiegato, il biogas subisce alcuni trattamenti. Quelli solitamente sempre presenti sono la desolfurazione e la deumidificazione. La collocazione di tali

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 35- 46	
---	--	---	--	---

macchinari, il cui ingombro è limitato, è solitamente adiacente al container in cui si trova il motore/turbina e avviene spesso in container apposito o all'aperto;

- sistema di produzione dell'energia elettrica: tale processo avviene mediante combustione del biogas generalmente in un motore a combustione interna (Diesel, a ciclo Otto modificato o turbina a gas), accoppiato ad un alternatore sincrono trifase ed a uno scambiatore di calore per il recupero termico; il rendimento elettrico migliora con l'aumentare della taglia della turbina o del motore, in un intervallo compreso tra circa il 28 ed il 42%; il rendimento termico è pari a circa il 40-50%;
- sistema per il trattamento del digestato: qualora si presenti l'esigenza di una riduzione del contenuto di azoto per sottostare ai vincoli imposti dalla Direttiva Nitrati, possono essere necessari dei post trattamenti. Le tecnologie disponibili sono molteplici e presentano diverso grado di efficienza, di complessità e di maturità tecnologica. È possibile raggruppare i trattamenti in 3 grandi categorie: trattamenti meccanici, fisico-chimici e biologici. I primi sono attualmente quelli maggiormente impiegati e prevedono la separazione meccanica tra solido e liquido, consentendo una gestione agronomica più flessibile, nonché una riduzione dei volumi di stoccaggio. Il trattamento non porta ad una effettiva rimozione dell'azoto presente, bensì determina una redistribuzione dello stesso. La frazione liquida, dove si concentrano l'azoto ammoniacale e i sali solubili, presenta caratteristiche simili a quelle di un concime e può essere distribuita in fertirrigazione. La frazione solida, ad elevato contenuto in sostanza organica ed azoto organico a lento rilascio, presenta proprietà ammendanti e può essere ceduta ad aziende terze, consentendo la riduzione del carico azotato aziendale. Per lo stoccaggio della frazione solida sono impiegate platee impermeabilizzate con muro perimetrale di contenimento e pendenza adeguata per convogliare il percolato e le acque di lavaggio, mentre la frazione liquida è stoccata in vasche impermeabilizzate eventualmente dotate di copertura.

Di seguito si elencano le principali criticità degli impianti a biogas.

#### Occupazione di suolo

Dal punto di vista delle aree occupate e degli edifici si possono distinguere tre aree:

- zona di stoccaggio, pretrattamento e linea digestato: la zona destinata a raccogliere tali materiali è generalmente la più estesa dell'impianto. Per un impianto di taglia elettrica pari a 100 kW la sua estensione è stimabile in circa 500-700 m<sup>2</sup>. Le modalità di stoccaggio della biomassa sono molto diverse. L'impatto paesaggistico è limitato in termini di estensione, e variabile in riferimento alle modalità di stoccaggio;
- digestori: sono volumi chiusi che possono essere realizzati con diverse modalità. Per la taglia di riferimento si potrebbero avere due digestori con volumi attorno a 700 m<sup>3</sup> complessivi. La realizzazione più comune dei digestori prevede una forma cilindrica con asse del cilindro normale al suolo. Se i volumi sono contenuti è possibile anche l'interramento per ridurre l'impatto;
- sistema di pretrattamento del biogas e produzione di energia elettrica e termica: Il sistema di trattamento del biogas e il motore sono generalmente contenuti in appositi containers, spesso idonei alla collocazione diretta all'aperto. La loro dimensione per le taglie identificate è molto contenuta: ad esempio per un impianto da circa 100 kW entrambi i sistemi potrebbero essere collocati su una superficie complessiva di circa 50 m<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 36- 46	
--	--	---	--	--

Al fine di fornire degli elementi utili alla valutazione dell'impatto di tali impianti si riassumono nella Tabella 27 le quantità sopra identificate.

Tab. 27. Occupazione del suolo delle principali sezioni che compongono un impianto di biogas

	<b>Potenza impianto (kW)</b>		
	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>1000</b>
Superficie per lo stoccaggio di matrici solide (m <sup>2</sup> )	500	1300	5000
Superficie per lo stoccaggio di matrici liquide (m <sup>2</sup> )	50	100	500
Superficie per l'impianto di produzione di biogas (m <sup>2</sup> )	1150	2600	3500
Superficie per l'impianto di produzione di energia elettrica (m <sup>2</sup> )	600	600	1500
Superficie per utilities (m <sup>2</sup> )	300	300	600
<b>Totale (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2600</b>	<b>4900</b>	<b>11100</b>

#### Impatto visivo

Dal punto di vista dell'impatto visivo, nelle taglie di impianto identificate sono possibili molteplici operazioni di mitigazione; esempi sono:

- la piantumazione di alberi e siepi;
- la colorazione degli impianti con tinte vicine a quelle del paesaggio;
- l'inserimento di sezioni di impianto all'interno di volumi di edifici esistenti;
- l'interramento dei digestori.

Tali operazioni sono realizzabili per tutti gli impianti nella taglia 0-1000 kW. Si sottolinea il fatto che, in particolare, nella categoria di impianto 0-250 kW<sub>e</sub>, una buona progettazione e l'adozione di misure di riduzione dell'impatto possono effettivamente condurre ad un impatto visivo poco significativo.

#### Emissioni in atmosfera

Impianti di questo tipo producono le seguenti emissioni in atmosfera:

- emissioni dalla combustione del biogas;
- emissioni odorigene provenienti dall'area di stoccaggio e pretrattamento e dalla linea trattamento digestato.

Le prime si sottolineano sono disciplinate dalla legislazione esistente ed in generale contenute su tali taglie d'impianti. A tale riguardo il D.Lgs 152/2006 classifica gli impianti a biogas di potenza termica fino a 3 MW come scarsamente rilevanti in termini di emissioni inquinanti.

Per quanto riguarda le emissioni odorigene, esse sono provocate da processi di fermentazione dei prodotti stoccati. Le loro caratteristiche dipendono dai prodotti stoccati in generale e poi dalla temperatura ambiente in quanto i fenomeni di fermentazione procedono molto più velocemente nei periodi dell'anno a temperatura più elevata. Vi sono inoltre molti fattori legati alla conduzione dell'impianto, che possono influire notevolmente sulle emissioni (manutenzione e pulizia delle aree, controllo del materiale, ecc.). Per ridurre tale impatto la misura generalmente adottata è la copertura dei volumi che, in particolare, è resa obbligatoria dalla normativa regionale per le vasche di stoccaggio del digestato; l'aria può, inoltre, essere aspirata da tali volumi e trattata

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 37- 46	
---	--	---	--	---

se la semplice copertura non fosse sufficiente.

### Rumore

L'unico elemento che produce rumore a livelli tali da poter produrre fastidio in tali impianti è la sezione che contiene il motore (o la turbina). Sebbene i containers siano spesso forniti provvisti di insonorizzazione aggiuntiva, per via dei volumi di aria che devono necessariamente entrare ed uscire dal container per il raffreddamento e visto l'elevato livello di rumore interno, difficilmente si riescono a realizzare esecuzioni che scendano sotto i 65 dBA. La principale e più efficace misura di contenimento di tale impatto è il confinamento dei containers all'interno di volumi chiusi. In alternativa è possibile anche l'uso di barriere fonoisolanti.

### **5.2 Impianti per la produzione di energia elettrica mediante combustione in caldaia di biomassa solida**

La produzione di calore mediante combustione di biomassa solida è una tecnologia consolidata. Recentemente si sono registrati significativi avanzamenti in tema di efficienza della combustione e di controllo delle emissioni. Il ciclo completo dalla biomassa alla produzione di energia elettrica prevede le seguenti fasi:

- pretrattamento della biomassa legnosa: ai fini dell'ottimizzazione della combustione, è utile che la pezzatura della biomassa sia portata a valori ben precisi. Pertanto, dopo la raccolta vengono eseguite le operazioni di cippatura, che sono semplici lavorazioni meccaniche. Dopo la cippatura segue generalmente una fase di essiccazione tramite riposo della biomassa in apposito ambiente coperto ma ventilato;
- stoccaggio della biomassa:
  - stoccaggio della biomassa legnosa non cippata: qualora l'operazione di cippatura venga eseguita presso l'impianto, è presente un'area completamente o parzialmente coperta per ospitare la biomassa;
  - stoccaggio del cippato: è sempre presente un serbatoio di caricamento che consente l'esercizio autonomo dell'impianto tramite un sistema di alimentazione del combustibile. Il cippato viene immagazzinato in un silos o più genericamente in un volume di accumulo la cui dimensione varia in funzione della potenza della caldaia e della autonomia desiderata. Questo volume può essere interrato;
- essiccamento del cippato: prima dell'immissione in caldaia può essere presente un sistema di essiccamento del cippato che serve a far evaporare una quota ulteriore dell'umidità presente nella biomassa per migliorarne la combustione. Tale sistema utilizza solitamente una parte dei cascami termici dell'impianto;
- caldaia: in essa avviene la combustione del cippato ed il trasferimento del calore al fluido termovettore utilizzato nel ciclo di potenza. Si tratta di un apparato tipicamente installato in ambiente chiuso;
- sistema di filtrazione dei fumi e camino: prima che i gas esausti vengano immessi in atmosfera sono filtrati. I sistemi di filtrazione più comuni sono i filtri a gravità, gli elettrofiltri e i filtri a manica. I primi sono economici, ma non consentono la separazione del particolato, quindi per captare tale componente sono sempre necessari filtri a maniche o elettrostatici (o una composizione di entrambi);
- conversione dell'energia termica in energia elettrica mediante ciclo termodinamico che trasforma il calore asportato dal processo di combustione in caldaia in energia elettrica. La soluzione attualmente più diffusa prevede l'impiego di turbine a ciclo Rankine organico (ORC), soprattutto per taglie nel range 200 kWe - 1 MWe. La differenza sostanziale rispetto alle turbine a vapore consiste nell'impiego di un fluido di lavoro organico che consente di lavorare in fase liquida a temperature più elevate dell'acqua. Il sistema a ciclo

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1	
			<b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 38- 46	

ORC è connesso alla caldaia attraverso un circuito a olio diatermico. Il fluido di lavoro organico pressurizzato viene fatto evaporare e surriscaldato per mezzo dell'olio diatermico nello scambiatore di calore della caldaia e successivamente espanso in una turbina assiale direttamente connessa al generatore asincrono. Per potenze inferiori (fino a 100 kWe) la soluzione adottabile è rappresentata da microturbine ad aria calda, che prevedono l'impiego di uno scambiatore di calore ad elevata efficienza esterno alla microturbina, in cui l'aria di processo scambia calore con i fumi di combustione senza mescolarsi ad essi. L'aria calda di turbina, aspirata dall'ambiente ad ogni ciclo termodinamico, viene nuovamente espulsa dalla bocca di uscita della turbina dopo avere ceduto al sistema di generazione il suo contenuto energetico. Parte di questa aria, ad alta temperatura, viene nuovamente immessa in caldaia per aumentare il rendimento di combustione, diminuendo quindi i consumi di combustibile. In tal caso le sorgenti termiche di recupero sono costituite dall'aria di processo espulsa dalla turbina dopo l'espansione in turbina e dai fumi di combustione della biomassa.

Di seguito si elencano i principali impatti degli impianti di combustione.

#### Occupazione di suolo

L'area occupata da un impianto dipende sensibilmente dalla presenza e dall'estensione di eventuali zone per la lavorazione e lo stoccaggio della biomassa legnosa: spesso tali lavorazioni non vengono realizzate presso la centrale e quindi l'area occupata si riduce.

A titolo indicativo, per stimare le aree di stoccaggio si sono assunti i seguenti dati:

- cippato:
  - umidità 50%;
  - densità 0,75 t/m<sup>3</sup>.
- consumo annuo indicativo (calcolato su circa 8000 ore/anno di esercizio e un rendimento elettrico finale pari a circa 15%):
  - 18 t/kWe nominale con turbina a ciclo ORC.

Le relative occupazioni del suolo sono riportate in tab. 28.

*Tab. 28. Occupazione del suolo delle principali sezioni che compongono un impianto di combustione in assetto cogenerativo*

	<b>Potenza impianto (kW)</b>		
	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>1000</b>
Superficie per lo stoccaggio della biomassa (m <sup>2</sup> )	400	1200	4000
Superficie per la caldaia ed il sistema di trattamento dei fumi (area chiusa) (m <sup>2</sup> )	50	100	400
Superficie per la turbina a ciclo ORC (area chiusa) (m <sup>2</sup> )	35	40	100
Superficie per utilities (m <sup>2</sup> )	35	40	100
<b>Totale (m<sup>2</sup>)</b>	<b>520</b>	<b>1380</b>	<b>4600</b>

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 39- 46	
---	--	---	--	---

### Emissioni in atmosfera

La combustione di biomasse solide produce tipicamente i seguenti inquinanti:

- polveri;
- COT (Carbonio Organico Totale);
- monossido di carbonio;
- ossidi di azoto;
- ossidi di zolfo.

Generalmente la riduzione del contenuto di polveri totali è quasi sempre necessaria, mentre gli altri inquinanti possono essere mantenuti al di sotto dei livelli di legge mediante il controllo dei parametri di combustione.

### Rumore

Il rumore prodotto è generalmente contenuto e, in generale, data la collocazione all'interno di locali delle macchine meno silenziose (caldaia, sistemi di filtraggio, ciclo Rankine) non si rilevano problemi di rumore all'esterno dei fabbricati.

### **5.3 Impianti per la gassificazione di biomassa solida**

I sistemi che utilizzano la gassificazione sono alternativi ai sistemi di combustione della biomassa precedentemente descritti. La differenza è nel fatto che invece di essere bruciata in caldaia in un ambiente ad alto contenuto di ossigeno, la biomassa viene trasformata in un gas combustibile tramite un processo chimico di degradazione termica ad elevate temperature in ambiente con percentuale sotto-stechiometrica di agente ossidante.

Il risultato del processo è un gas combustibile che può essere utilizzato per alimentare un motore a combustione interna o una turbina a gas.

Gli impianti di gassificazione hanno in comune con quelli a combustione le sezioni di stoccaggio e preparazione della biomassa, mentre le differenze riguardano i seguenti componenti:

- gassificatore: è un reattore nel quale avviene il processo termochimico di gassificazione. Presenta dimensioni relativamente contenute e non produce emissioni di per sé in quanto, ad eccezione delle ceneri, produce solo il gas di sintesi;
- sistema di filtrazione del gas: tale sistema provvede alla depolverazione, all'eliminazione dei tars e generalmente, qualora il combustibile in ingresso contenga zolfo, anche alla desolforazione del gas per renderlo idoneo all'immissione nel sistema di combustione;
- sistema di produzione di energia elettrica: il syngas viene bruciato all'interno di motori a combustione interna o in turbine a gas. Non vi sono limitazioni particolari in riferimento a tali sistemi, in quanto sia i gassificatori che i motori possono essere realizzati in quasi qualunque taglia, anche se potenze inferiori a 100 kWe sono poco diffuse.

Si riportano di seguito i principali impatti degli impianti di gassificazione.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 40- 46	
---	--	---	--	---

### Occupazione di suolo

In tabella 29 sono riportate le dimensioni indicative delle sezioni che si differenziano da quelle presenti negli impianti di combustione.

Tab. 29. Occupazione del suolo delle principali sezioni che compongono un impianto di gassificazione

	<b>Potenza impianto (kW)</b>		
	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>1000</b>
Superficie per il gassificatore ed il sistema di trattamento del syngas (area coperta) (m <sup>2</sup> )	100	150	400
Superficie per l'impianto di produzione di energia elettrica (m <sup>2</sup> )	40	70	110
Superficie per utilities (m <sup>2</sup> )	35	50	100

### Impatto visivo

Il sistema di gassificazione è generalmente collocato in un volume coperto; tale volume può contenere anche il motore, che, tuttavia, può anche essere collocato all'aperto, se munito di cofanatura adatta.

### Emissioni in atmosfera

Dato che i gas di sintesi sono pretrattati prima di essere immessi nel motore, le emissioni sono analoghe a quelle di altri motori a combustione interna. Qualora vi siano problemi nei sistemi di filtrazione, tali problemi si ripercuotono sia sul buon funzionamento del motore, sia sulle sue emissioni.

### Rumore

L'unico elemento che produce rumore a livelli tali da poter produrre fastidio in tali impianti è la sezione che contiene il motore a combustione (o la turbina), analogamente a quanto già riportato per gli impianti a biogas. La cofanatura del motore o del turbogas riesce ad abbattere considerevolmente tale rumore.

### **5.4 Impianti per la pirolisi di biomassa solida**

Il processo di pirolisi prevede la trasformazione della biomassa in un gas combustibile tramite un processo chimico di degradazione termica ad elevate temperature in ambiente privo di agente ossidante. Mentre nella gassificazione il calore necessario al mantenimento dell'alta temperatura viene determinato dalla parziale ossidazione della biomassa, nella pirolisi tale calore viene fornito dall'esterno.

Il risultato del processo è un combustibile solido (carbone), che può essere bruciato per fornire calore al processo, un gas combustibile, analogo al syngas di gassificazione ma con potere calorifico più elevato, che può essere utilizzato, previo trattamento, per alimentare un motore a combustione interna o una turbina a gas, ed un olio catramoso che può essere anche esso impiegato per alimentare motori e turbine. La resa nei tre prodotti varia in funzione delle caratteristiche di processo; in particolare si identificano tre tipologie di processi: carbonizzazione, pirolisi lenta e pirolisi veloce (fast/flash).

La carbonizzazione e la pirolisi veloce (flash o fast) sono di interesse per la produzione di biocombustibili solidi (carbone) e liquidi (bio-olio) da commercializzare o destinare ad altri impianti; quindi non per impiego diretto in

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 41- 46	
--	--	---	--	--

sito e se ne tralascerà l'analisi nel seguito.

La pirolisi lenta invece produce tutti e tre i combustibili in parti circa uguali ed è quindi di interesse accoppiarla con un motore che utilizzi il gas e/o l'olio mentre il carbone può essere impiegato per sostenere energeticamente il reattore.

Gli impianti che utilizzano il processo di pirolisi lenta sono simili a quelli di gassificazione, e hanno in comune le sezioni di stoccaggio, di trattamento e utilizzo del gas mentre le differenze riguardano i seguenti componenti:

- pirolizzatore: è un reattore nel quale avviene il processo termochimico di pirolisi. Può essere del tipo a tamburo rotante, quindi un cilindro contenente la biomassa che ruota per favorire il rimescolamento e l'avanzamento della biomassa. All'esterno del reattore vengono convogliati fumi ad elevata temperatura per apportare calore al reattore. Il reattore non produce emissioni di per sé in quanto produce solo il gas di sintesi e combustibile solido, i fumi, parzialmente raffreddati vengono trattati e inviati al camino;
- combustore del carbone. Tale combustore, alimentato col combustibile solido prodotto nel pirolizzatore, produce i fumi ad alta temperatura inviati al pirolizzatore per sostenere il processo di pirolisi.
- sistema di filtrazione del gas: tale sistema provvede alla depolverazione, decatramazione e generalmente, qualora il combustibile in ingresso contenga zolfo, anche alla desolforazione del gas per renderlo idoneo all'immissione nel sistema di combustione;
- sistema di produzione di energia elettrica: il syngas viene bruciato all'interno di motori a combustione interna o in turbine a gas. Non vi sono limitazioni particolari in riferimento a tali sistemi, in quanto sia i pirolizzatori che i motori possono essere realizzati in quasi qualunque taglia, anche se potenze inferiori a 100 kWe sono poco diffuse.

Si riportano di seguito i principali impatti degli impianti di pirolisi.

#### Occupazione di suolo

In tabella 30 sono riportate le dimensioni indicative delle sezioni che si differenziano da quelle presenti negli impianti di combustione.

Tab. 30. Occupazione del suolo delle principali sezioni che compongono un impianto di pirolisi

	<b>Potenza impianto (kW)</b>		
	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>1000</b>
Superficie per il pirolizzatore, il combustore, ed il sistema di trattamento del syngas (area coperta) (m <sup>2</sup> )	100	200	400
Superficie per l'impianto di produzione di energia elettrica (m <sup>2</sup> )	40	70	110
Superficie per il trattamento dei fumi del combustore	30	60	120
Superficie per utilities (m <sup>2</sup> )	35	50	100

#### Impatto visivo

Il sistema di pirolisi è generalmente collocato in un volume coperto; tale volume può contenere anche il motore, che, tuttavia, può anche essere collocato all'aperto, se munito di cofanatura adatta.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 42- 46	
--	--	---	--	--

### Emissioni in atmosfera

Dato che i gas di sintesi sono pretrattati prima di essere immessi nel motore, le emissioni sono analoghe a quelle di altri motori a combustione interna. Qualora vi siano problemi nei sistemi di filtrazione, tali problemi si ripercuotono sia sul buon funzionamento del motore, sia sulle sue emissioni.

Il combustore del sottoprodotto solido del processo determina, come emissioni, le ceneri, inizialmente contenute nella biomassa, e i fumi di combustione, che dopo aver apportato calore al reattore vengono depolverati prima dell'immissione in atmosfera.

### Rumore

L'unico elemento che produce rumore a livelli tali da poter produrre fastidio in tali impianti è la sezione che contiene il motore a combustione (o la turbina). La cofanatura del motore o del turbogas riesce ad abbattere considerevolmente tale rumore.

### **5.5 Impianti per la produzione di energia elettrica mediante motori a combustione interna alimentati a bioliquidi**

La situazione attualmente più diffusa è quella in cui l'olio vegetale è direttamente acquistato. In tal caso le sezioni dell'impianto sono le seguenti:

- serbatoio di accumulo e trasporto del bioliquido: esistono diverse tipologie di bioliquido, che possono essere impiegate per la combustione e la successiva produzione di energia elettrica; in ogni caso, per le taglie considerate (fino a 1000 kW<sub>e</sub>), le dimensioni degli stoccaggi sono comunque limitate; alcuni bioliquidi necessitano di sistemi che li mantengano a determinate temperature per evitarne la solidificazione;
- motore a combustione interna: dal punto di vista tecnologico impianti di questo tipo godono di un'ampia offerta commerciale su quasi tutte le taglie nel range identificato. L'offerta si riduce solo sotto la taglia dei 75 kW.

Di seguito si riportano gli impatti degli impianti a bioliquidi.

### Occupazione di suolo

In tabella 31 sono riportate le dimensioni indicative delle sezioni costituenti gli impianti a bioliquidi.

*Tab. 31. Occupazione del suolo delle principali sezioni che compongono un impianto di cogenerazione a bioliquidi*

	<b>Potenza impianto (kW)</b>		
	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>1000</b>
Superficie per lo stoccaggio dei bioliquidi (m <sup>2</sup> )	50	100	500
Superficie per l'impianto di produzione di energia elettrica (m <sup>2</sup> )	55	70	110
Superficie per utilities (m <sup>2</sup> )	35	50	100
<b>Totale (m<sup>2</sup>)</b>	<b>140</b>	<b>220</b>	<b>710</b>

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 43- 46	
---	--	---	--	---

### Impatto visivo

Per tali sistemi l'impatto visivo è molto limitato in quanto sono composti da un numero contenuto di elementi generalmente collocati all'interno.

### Emissioni in atmosfera

Particolare attenzione va riservata alle polveri, per via della natura liquida del combustibile e agli NO<sub>x</sub> e agli SO<sub>x</sub> che possono necessitare di specifici sistemi di abbattimento.

Gli impianti possono essere dotati di apparecchiature per la manipolazione meccanica di biomasse per l'ottenimento dell'olio vegetale. Non dovrebbero comunque generare impatti se non i residui, che nella maggior parte dei casi, sono utilizzati in altri impianti o per alimentazione animale.

### Rumore

L'elemento che produce rumore a livelli tali da poter produrre fastidio in tali impianti è la sezione che contiene il motore a combustione interna, analogamente a quanto descritto per gli impianti a biogas.

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	DOCUMENTO Relazione tecnica	DOC CRB-14-RT-03-	
		<b>DESCRIZIONE</b>	B-1	
		<b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DATA</b> 30/01/2014	
			<b>PAG.</b> 44-	
			46	

## 6. Censimento degli impianti a biomassa in Umbria

Il censimento ha riguardato l'individuazione degli impianti a biomassa, ad oggi esistenti, di taglia superiore a 50 kW<sub>e</sub>. Il numero e la collocazione degli impianti sono stati individuati mediante gli iter autorizzativi in possesso degli uffici competenti ai quali ci si è rivolti per ottenere un elenco completo. Nelle tabelle 32, 33 e 34 è riportato l'elenco degli impianti suddivisi in base al tipo di alimentazione: bioliquidi, biomasse solide, biogas.

### Bioliquidi

Tab. 32: Impianti a bioliquidi esistenti in Umbria a Febbraio 2013

Località	Latitudine	Longitudine	Proprietario	Biomassa	Approvvigionamento	Potenza elettrica (kW)	Anno	Attività
BASTIA (OSPEDALICCHIO)	43°04'39.29"N	12°29'52.40"E	MOLITORIA UMBRA	OLIO DI COLZA, GIRASOLE, SOIA	GREEN POWER, STOCCATORI NAZIONALI	990	2008	NO
TODI (PANTALLA)	42°46'23.49"N	12°25'48.11"E	BACCARELLI SPA	OLIO DI COLZA	NOVAOL	992	2010	NO
TODI (PIAN DI PORTO)	42°48'30.94"N	12°24'56.42"E	ENECO ALTEN	OLIO DI PALMA, COLZA	STOCCATORI NAZIONALI	720	2008	NO
ARRONE	42°34'49.76"N	12°45'16.02"E	ESPANDY SPA	OLIO DI COLZA, MAIS, GIRASOLE, PALMA	STOCCATORI EUROPEI, EXTRAEUROPEI	930	2011	NO
SAN GIUSTINO (RENCIONE)	43°30'54.04"N	12°13'15.91"E	COOPERATIVA AGRICOLA ECOMBRIA	OLIO DI GIRASOLE	STOCCATORI NAZIONALI	999	2008	NO
PERUGIA (SAN MARTINO IN CAMPO)	43°01'52.89"N	12°24'14.91"E	TETRA ENERGY	OLIO DI COLZA E GRASSO ANIMALE	STOCCATORI EXTRAEUROPEI	999	2012	NO
PERUGIA (MUGNANO)	43°03'38.77"N	12°12'48.36"E	ORGANIC OIL	OLIO DI PALMA	STOCCATORI EXTRAEUROPEI	2800	2007	NO
MARSCIANO	42°54'12.23"N	12°21'06.15"E	PEDETTI CEREALI	OLIO DI COLZA	CEREAL DOCKS	420	2007	NO
TODI (PIAN DEI MORI)	42°48'54.09"N	12°24'17.13"E	SGDUE ENERGIE SRL, LGDUE ENERGIE SRL	OLIO DI COLZA	BIOPOWERED SRL	100	2012	ENTRO MARZO
TODI (PIAN DEI MORI)	42°48'13.58"N	12°24'43.77"E	SGDUE ENERGIE SRL, LGDUE ENERGIE SRL	OLIO DI COLZA	BIOPOWERED SRL	100	2012	ENTRO MARZO
TODI (BODOGLIE)	42°48'23.74"N	12°24'43.90"E	S.M. GREEN POWER ENGINEERING SRL, SEDAM ENERGIA SRL, MISTER MEDIA SRL	OLIO DI COLZA	BIOPOWERED SRL	100	2012	ENTRO MARZO
TODI (BODOGLIE)	42°48'23.74"N	12°24'43.90"E	S.M. GREEN POWER ENGINEERING SRL	OLIO DI COLZA	BIOPOWERED SRL	100	2012	ENTRO MARZO
TODI (BODOGLIE)	42°48'23.74"N	12°24'43.90"E	S.M. GREEN POWER ENGINEERING SRL	OLIO DI COLZA	BIOPOWERED SRL	100	2012	ENTRO MARZO
TODI (BODOGLIE)	42°48'23.74"N	12°24'43.90"E	S.M. GREEN POWER ENGINEERING SRL	OLIO DI COLZA	BIOPOWERED SRL	100	2012	ENTRO MARZO
ACQUASPARTA	42°41'19.62"N	12°33'02.14"E	S.M. GREEN POWER ENGINEERING SRL	OLIO DI COLZA	BIOPOWERED SRL	100	2012	ENTRO MARZO

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 45-46	
		<b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria		

### Biomasse solide

Tab. 33: Impianti a biomasse solide esistenti in Umbria a Febbraio 2013

Località	Latitudine	Longitudine	Proprietario	Biomassa	Approvvigionamento	Potenza elettrica (kW)	Anno	Attività
TODI (CAMERATA)	42°59'24.55"N	12°53'28.46"E	AZIENDA AGRICOLA LA VALLETTA	CIPPATO DI PIOPPO (Combustione)	AZIENDALE (28,5 ha DEDICATI) e DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 20 KM	80	2012	IN REALIZ
TODI			ECOS ENERGIA	POLLINA (Gassificazione)	AZIENDALE (300.000 POLLI)	750	2012	IN REALIZ
SAN GIUSTINO (SELCI LAMA)	43°30'14.04"N	12°11'03.61"E	SBE ENERVERDE	SORGO E PAGLIA (Gassificazione)	DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 10 KM	960	2009	NO
NARNI (NERA MONTORO)	42°29'23.17"N	12°28'02.65"E	GENERA SPA	CIPPATO, SCARTI DI SEGHERIA (Combustione)	DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 20 KM	75	2011	SI
AVIGLIANO	42°38'36.81"N	12°25'41.73"E	RENA ENERGIA	CIPPATO (Combustione)	MONTE PEGLIA (30 km) MONTE CIMINO (30 km) MONTE AMIATA (70 km)	999	2012	ENTRO MARZO

### Biogas

Tab. 34: Impianti a biogas esistenti in Umbria a Febbraio 2013

Località	Latitudine	Longitudine	Proprietario	Biomassa	Approvvigionamento	Potenza elettrica (kW)	Anno	Attività
CASTEL RITALDI	42°49'54.50"N	12°40'39.79"E	BASTIA2 BIOENERGIA	INSILATI DI MAIS, TRITICALE, SORGO	AZIENDALE (320 ha DEDICATI)	999	2013	SI.
BEVAGNA	42°58'00.57"N	12°36'18.76"E	IRACI BORGIA	INSILATI DI MAIS, TRITICALE, SORGO	AZIENDALE (260 ha DEDICATI)	999	2009	SI
PERUGIA (SANT'EGIDIO)	43°07'09.03"N	12°29'07.23"E	CONSORZIO AGEA ENERGIE	INSILATO DI MAIS E LIQUAMI	AZIENDALE (100 ha DEDICATI)	300	2012	NO
CITTÀ DI CASTELLO (GIOVE)	43°29'45.50"N	12°12'28.98"E	FATTORIA AUTONOMA TABACCHI	INSILATI DI MAIS E TRITICALE	DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 10 KM	999	2010	SI
CITTÀ DI CASTELLO (BONSCIANO)	43°21'10.33"N	12°12'40.67"E	CONSORZIO COOPERATIVO VIRGINIA TRADE	INSILATI DI MAIS, TRITICALE, ORZO	DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 10 KM	999	2012	SI
NARNI	42°32'20.63"N	12°32'28.66"E	AZIENDA AGRICOLA RUFFO DELLA SCALETTA	INSILATI DI MAIS, LOIETTO, SANSÀ E LIQUAMI	AZIENDALE (140 CAPI, 220 ha DEDICATI) E DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 15 KM	610	2011	SI
SPOLETO	42°44'54.19"N	12°43'46.44"E	CONSORZIO AGRICOLO TERRA NOVA ENERGIA	INSILATI DI MAIS, TRITICALE, SORGO E LIQUAME	AZIENDALE (300 CAPI, 100 ha DEDICATI) E DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 10 KM	300	2012	SI
MARSCIANO (SANT'ELENA)	42°58'41.25"N	12°18'20.71"E	CONSORZIO AGRICOLO BIO ENERGY	INSILATI DI MAIS, TRITICALE E LIQUAME	AZIENDALE (3750 CAPI) E DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 10 KM	100	2012	NO
MAGIONE (MONTEMELINO)	43°06'14.60"N	12°14'30.46"E	CONESTABIL E LA STAFFA	INSILATI DI MAIS, TRITICALE, SORGO, SANSÀ E LIQUAMI	AZIENDALE (50 CAPI, 100 ha DEDICATI)	340	2012	SI
TREVI	42°53'30.65"N	12°42'47.85"E	AGRIENERGI A PIETRAROSSA	INSILATI DI MAIS, SORGO E LIQUAMI	AZIENDALE (550 CAPI, 200 ha DEDICATI) E DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 10 KM	620	2011	SI
COLLAZZONE (GAGLIETOLE)	42°55'57.23"N	12°28'29.27"E	AZIENDA LUCHETTI	INSILATI DI MAIS, TRITICALE, SANSÀ E LIQUAMI	AZIENDALE (450 CAPI, 280 ha DEDICATI) E DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 30 KM	360	2012	SI

	<b>UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA</b> <b>Centro Ricerca Biomasse</b> Via G. Duranti - Strada S. Lucia Canetola s.n. 06125 PERUGIA Tel. 075 5853806 - Fax 075 5153321	<b>DOCUMENTO</b> Relazione tecnica <b>DESCRIZIONE</b>  <b>DESTINATARIO:</b> Regione Umbria	<b>DOC</b> CRB-14-RT-03- B-1 <b>DATA</b> 30/01/2014 <b>PAG.</b> 46-	
---	--	---	--	---

FOSSATO DI VICO	43°17'29.45"N	12°42'36.42"E	AZIENDA SILVO PASTORALE NUOVA BACCARESCA	LIQUAMI	AZIENDALE (400 CAPI)	250	2012	SI
PERUGIA (PONTE VALLECEPPI)	43°06'23.98"N	12°26'46.96"E	DISTILLERIE DI LORENZO	BORLANDE DI DISTILLAZIONE, INSILATO DI MAIS E BUCLETTE DI UVA	AZIENDALE E DA FORNITORI NEL RAGGIO DI 80 KM	999	2012	ENTRO MARZO

## Bibliografia

1. ANPA. I rifiuti del comparto agroalimentare. Rapporto n. 11. 2011.
2. ARPA Umbria. Rapporto rifiuti urbani - Umbria 2011. 2012.
3. Assolatte. Industria lattiero casearia italiana. Rapporto 2008. Milano. 2009.
4. Centro di Ricerca sulle Biomasse (CRB). Documento propedeutico alla redazione del Piano Nazionale Biocarburanti e Biomasse agroforestali per usi energetici - II Edizione. Morlacchi Editore. 2012.
5. CRPA. Censimento quali-quantitativo in Emilia Romagna. Sottoprodotti agroindustriali, un potenziale da sfruttare. L'informatore Agrario 34. 2007
6. ENAMA. Studio Progetto Biomasse Enama - Stato dell'arte degli impianti di produzione di energia da biomasse. 2012. Disponibile on-line: [http://www.enama.it/it/biomasse\\_studio.php](http://www.enama.it/it/biomasse_studio.php).
7. INFC. Le stime di superficie 2005. Prima parte. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. Trento: MiPAAF, Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, CRA-MPF. 2005.
8. ISPRA. Studio sull'utilizzo di biomasse combustibili e biomasse rifiuto per la produzione di energia, ISPRA Editoria, Roma. 2010.
9. Motola V, Colonna N, Alfano V, Gaeta M, Sasso S, De Luca V, De Angelis C, Soda A, Braccio G. Censimento potenziale energetico biomasse, metodo indagine, Atlante Biomasse su WEB-GIS, ENEA, Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Report RSE/2009/167. 2009.
10. TIS Innovation Park. Mappatura delle biomasse avviabili a digestione anaerobica in Alto Adige. 2009.