



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE S'INDÙSTRIA
ASSESSORATO DELL' INDUSTRIA

DOCUMENTO DI INDIRIZZO SULLE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI IN SARDEGNA

STUDIO SULLE POTENZIALITA' ENERGETICHE DELLE BIOMASSE

Gruppo di lavoro

Referente Scientifico	E. A. Scano ¹ ;
Coordinamento Istituzionale e Comunicazione	S. Murrioni ² ;
Coordinamento Tecnico	A. Orrù ³ ; A. Triverio ⁴ ;
Sintesi analisi di contesto ed evoluzione del sistema energetico	A. Orrù ³ ; A. Triverio ⁴ ;
Processi e Impianti a biomasse	A. Triverio ⁴ ; C. Maxia ⁵ ; D.Fenu ⁶ ; A. Orrù ³ ;
Potenzialità biomasse e Colture dedicate	A. Cossu ⁷ ; D. Atzori ⁵ ;
Biomasse residuali	C. Maxia ⁵ ; D. Fenu ⁶ ; D. Atzori ⁵ ;
Energia da rifiuti	A. Orrù ³ ; D. Fenu ⁶ ; A. Cossu ⁷ ;
Risorse impegnate e potenziale energetico	A. Orrù ³ ;
Analisi dei fattori d'impatto	A. Orrù ³ ;
Scelte di piano	S. Murrioni ² ; A. Orrù ³

Data, 14 novembre 2013

Sardegna Ricerche; ²Direttore Servizio Energia Assessorato regionale Industria; ³Arpas DTS Servizio Energia; ⁴Servizio Energia Assessorato regionale Industria; ⁵Agronomo - Consulente; ⁶Laureando ingegneria - Tirocinante; ⁷Agronomo – Collaboratore

INDICE

Premessa	2
1. Politiche europee, nazionali e regionali	3
2. Obiettivi del Piano	6
3. Sintesi analisi di contesto ed evoluzione del sistema energetico	11
4. Impianti a biomasse in Sardegna. Quadro complessivo del parco impianti.....	22
5. Tecnologie e impianti per la produzione di energia da biomasse.....	26
6. Disponibilità di Biomasse e biogas e stima delle potenzialità energetica.....	35
7. Risorse impegnate da impianti operativi o programmati	88
8. Potenziale energetico regionale da biomassa	92
9. Soggetti potenzialmente interessati all'impiego energetico della biomassa	98
10. Analisi dei fattori d'impatto	100
11. Le scelte del Piano.....	110
12. Le azioni del piano	112
Bibliografia	113

Premessa

Le biomasse rappresentano la principale fonte energetica rinnovabile a livello mondiale. Esse, infatti, secondo dati IEA, forniscono l'11% dell'energia primaria consumata, seguite dall'idroelettrico (2,2%) e da altre fonti quali geotermia, solare ed eolico (0,5%).

Le biomasse sono definite dalla Direttiva EU 2001/77/E come: *la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani*. La definizione per le norme italiane è data dal D.Lgs. 387/03 (Art.2) è invece: *la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani*.

Le biomasse, specificamente dedicate alla finalità energetica, possono essere prodotte con percorsi (denominati "filieri") che possono impegnare porzioni molto ampie di territorio, il cui impiego in alternativa ad altri usi, non può essere giustificato solamente in termini di riduzione globale delle emissioni di biossido di carbonio. Devono essere tenuti in significativa considerazione altri aspetti quali il conflitto con l'approvvigionamento alimentare, il benessere rurale e lo sfruttamento del suolo, la biodiversità, nonché le implicazioni potenziali sui prezzi delle materie prime.

La possibilità offerta dalla PAC (Politica Agricola Comune), attraverso la riforma del 1992 e le successive del 1999 e del 2003, di coltivare qualsiasi materia prima agricola su superfici *set-aside* no food e beneficiare ugualmente dei sussidi, unitamente alle politiche di incentivazione sulle rinnovabili ha già favorito in questi anni, su diverse migliaia di ettari, l'impianto di colture energetiche.

La valutazione di tutte le implicazioni di carattere ambientale è resa necessaria dall'impiego di prodotti agricoli, con finalità energetiche. Infatti il passaggio all'uso di materie prime rinnovabili e naturali, scelta motivata dalla potenziale riduzione delle emissioni di gas serra, si rivela una scelta complessa in quanto deve trovare le condizioni per l'uso sostenibile delle risorse rinnovabili per alimenti, mangimi, bio-energia e bio-materiali che comporta pertanto la necessità di valutare l'impatto su scala mondiale della scelta strategica operata.

Il presente documento, nel perseguire l'obiettivo di individuare le ottimali modalità di produzione sostenibile di energia dalle biomasse, ha anche lo scopo di favorire l'implementazione di una efficace programmazione agroenergetica locale (spontanea o mossa da specifiche azioni politiche) che può tradursi in uno strumento di sviluppo economico ed occupazionale locale.

Nell'ambito del presente Studio, tenendo conto della distribuzione dispersa delle biomasse sul territorio regionale, più avanti illustrata, considerata l'incidenza dei costi di trasporto e la necessità di minimare l'impatto emissivo in atmosfera (CO₂, PM₁₀, ecc) saranno privilegiate, per quanto possibile, quelle soluzioni che possono configurarsi quali *di filiera corta*.

1. Politiche europee, nazionali e regionali

Nell'ambito del recepimento del Protocollo di Kyoto, l'UE ha stilato il Libro Bianco "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili" che ha individuato gli obiettivi da raggiungere entro il 2010 sulle percentuali di energia rinnovabile rispetto al consumo interno lordo di energia. Le politiche adottate successivamente sono state costantemente rivolte sia a conseguire obiettivi più ambiziosi (Piano d'azione per le biomasse della Commissione Europea) sia a delineare il disegno strategico europeo in materia di energia a cui i singoli stati avrebbero dovuto attenersi quali il Libro Verde "Una strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura" (dell'8 marzo 2006,) che identifica gli obiettivi generali della strategia energetica europea in:

- sostenibilità
- competitività
- sicurezza nell'approvvigionamento.

Il Consiglio dell'UE ha adottato il 6 aprile 2009 il pacchetto legislativo proposto dalla Commissione Europea nel gennaio 2008. Esso è composto da una serie di direttive, regolamenti, decisioni che si pongono tre obiettivi fondamentali:

- ridurre del 20% entro il 2020 il consumo energetico previsto;
- aumentare al 20% entro il 2020 la quota delle energie rinnovabili nel consumo energetico totale;
- ridurre di almeno il 20% entro il 2020 le emissioni di gas ad effetto serra.

Le direttive europee che si sono succedute hanno promosso sia l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, sia gli specifici sviluppi delle relative applicazioni impiantistiche in diversi settori d'impiego e loro modalità di fruizione energetica. Particolare significatività assume la promozione dell'incremento dell'efficienza energetica e gli effetti di riduzione della dipendenza dall'estero nell'approvvigionamento energetico, conseguiti anche attraverso la promozione e lo sviluppo della cogenerazione ad alto rendimento di calore ed energia e mediante l'incremento della quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia:

DIRETTIVA 2001/77/CE "Sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"

DIRETTIVA 2003/30/CE: promozione dei biocarburanti nei trasporti

DIRETTIVA 2004/8/CE: promozione della cogenerazione basata sulla domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, rettifica della DIRETTIVA 92/42/CEE

DIRETTIVA 2009/28/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

L'elemento più significativo, rispetto agli obiettivi del presente documento, è rappresentato dalla nuova Direttiva Europea sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Ciascun paese dell'Unione Europea doveva adottare, entro il giugno 2010, un piano di azione nazionale che miri al proprio target

nazionale obbligatorio di domanda di energia, da rinnovabili, nel settore dei trasporti, dell'elettricità, del riscaldamento e raffrescamento.

Le politiche nazionali in materia, sono state sostanzialmente di recepimento di quelle comunitarie adottando quali strumenti attuativi sia leggi e decreti, sia atti di indirizzo strategico. Trascurando i numerosi atti in materia di efficienza e risparmio energetico, di seguito sono richiamati solo quelli con effetti più significativi ai fini del presente piano.

Il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 Attuativo della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Il Decreto Legislativo 8 febbraio 2007 n. 20 attuativo della Direttiva 2004/5/CE sulla promozione della cogenerazione basata sulla domanda di calore utile.

Il Decreto Legislativo 03 marzo 2011, n. 28, recependo la Direttiva europea 2009/28/CE, ha codificato per l'Italia l'obiettivo del 17% di incidenza delle energie rinnovabili sui consumi finali lordi nell'ambito della strategia europea del 2020, il cosiddetto "20-20-20" ed un obiettivo minimo che riguarda il raggiungimento di una quota del 10% di biocarburanti sul totale dei consumi di benzina e gasolio per autotrazione..

Il Decreto Ministeriale 5 settembre 2011 stabilisce il nuovo regime di sostegno per la cogenerazione ad alto rendimento, cioè di produzione combinata di elettricità e calore da un unico impianto, in attuazione dell'articolo 30 della legge 99/09.

Il Decreto Ministeriale Sviluppo economico 15 marzo 2012. Definizione e quantificazione degli obiettivi regionali in materia di fonti rinnovabili e definizione delle modalità di gestione dei casi di mancato raggiungimento degli obiettivi da parte delle Regioni e delle Provincie autonome (c.d. Burden Sharing).

Il Decreto Interministeriale 8 marzo 2013. Dopo ampia consultazione pubblica, il Ministro dello Sviluppo economico delle Infrastrutture e dei Trasporti e il Ministro dell'Ambiente hanno approvato tramite Decreto Interministeriale il documento di Strategia Energetica Nazionale (SEN). La versione approvata del SEN esplicita maggiormente le strategie di lunghissimo periodo (fino al 2050), in coerenza con la RoaDecreto Ministeriale di decarbonizzazione europea, e delle scelte di fondo per la Ricerca e Sviluppo. Gli obiettivi della nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN) sono orientate al raggiungimento di 4 obiettivi principali, sia per il 2020 sia per il 2050:

- Competitività: Ridurre significativamente il gap di costo dell'energia per i consumatori e le imprese, con un graduale allineamento ai prezzi europei;
- Ambiente: Superare gli obiettivi ambientali definiti dal 'Pacchetto 20-20-20' e assumere un ruolo guida nella 'RoaDecreto Ministeriale 2050' di decarbonizzazione europea;
- Sicurezza: Rafforzare la nostra sicurezza di approvvigionamento, soprattutto nel settore gas, e ridurre la dipendenza dall'estero;
- Crescita: Favorire la crescita economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

Si richiamano, anche per la politica regionale, i più significativi strumenti normativi introdotti in materia di pianificazione energetica e di promozione dello sviluppo degli impianti di produzione da fonti rinnovabili.

Con Deliberazione n. 34/13 del 2 agosto 2006, la Giunta regionale, ha adottato il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS) e approvato le linee guida per la valutazione ambientale strategica (VAS).

Poiché è risultato impossibile procedere all'approvazione formale del PEARS si è resa necessaria una sua riformulazione che dovrà tener conto dei nuovi obiettivi regionali declinati dal PRS 2010-2014 (Programma regionale di sviluppo) documento principe della programmazione regionale, che definisce le strategie, le linee progettuali, gli obiettivi e i risultati che la Regione intende perseguire in materia di energia.

Con la Deliberazione di Giunta Regionale n. 10/3 del 12 marzo 2010, sono state approvate le procedure autorizzative per la realizzazione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili. Atto di indirizzo e linee guida. Tali procedure sono state oggetto di progressivi aggiornamenti.

Con la Deliberazione n. 43/31 del 6.12.2010, la Giunta Regionale ha conferito il mandato all'Assessore dell'Industria di avviare le attività dirette alla predisposizione di una nuova proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS), coerente con i nuovi indirizzi della programmazione regionale, nazionale e comunitaria, e di predisporre, nelle more della definizione del PEARS, il documento di indirizzo sulle fonti energetiche rinnovabili previsto dall'art. 6, comma 7, della legge regionale n. 3/2009.

Con la Deliberazione n. 31/43 del 2011 è stato inoltre approvato l'Atto di indirizzo per la predisposizione del Piano energetico ambientale regionale che costituisce il documento di lavoro di partenza mediante il quale l'Assessorato dell'Industria, con il supporto di Sardegna Ricerche, sta predisponendo la nuova bozza di Piano finalizzato a definire la cornice di riferimento della politica energetica della Regione Sarda.

Con la Deliberazione n. 12/21 del 2012 è stato approvato il "Documento di indirizzo sulle fonti energetiche rinnovabili" (Piano d'Azione Regionale per le energie rinnovabili Sardegna).

2. Obiettivi del Piano

Il Piano delle biomasse assume gli obiettivi stabiliti dal Piano d'Azione Regionale per le Energie Rinnovabili della Sardegna approvato con Deliberazione di G.R. n° 12/21 del 20 marzo 2012.

Il Piano d'Azione Regionale per le Energie Rinnovabili (PdAER) della Sardegna si inserisce nel contesto europeo e nazionale con l'intento di coniugare il raggiungimento degli obiettivi, stabiliti a livello nazionale con il meccanismo del burden-sharing, con lo sviluppo economico dell'isola, nel pieno rispetto delle peculiarità del territorio e perseguendo una strategia di utilizzo sostenibile delle risorse naturali e di generale tutela dell'ambiente.

Poiché il Decreto Legislativo n. 28/2011 all'art. 37, comma 6 prevede che siano definiti e quantificati gli obiettivi regionali per il raggiungimento della quota di produzione di energia da fonte rinnovabile, pari al 17%, assegnato all'Italia dalla Direttiva 28/2009/CE. con il DECRETO MINISTERIALE Sviluppo economico del 15 marzo 2012 "Decreto BurdenSharing" sono stati definiti e quantificati gli obiettivi intermedi e finali che ciascuna regione deve conseguire ai fini del raggiungimento degli obiettivi in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e la quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti.

Sulla base di indirizzi metodologici individuati dal RSE, (Istituto di Ricerca del Sistema Energetico), e condivisi nell'ambito dei tavoli tecnici della Conferenza Stato-Regioni, l'obiettivo di ogni regione è espresso dal

$$\text{Fattore "O": } (FER-E + FER-C) / CFL.$$

Partendo dalla valutazione dello Stato Attuale della produzione di energia da fonte rinnovabile in Sardegna, valutato per il 2010, da cui risulta:

Valutazione stato attuale	Potenza installata	Energia prodotta	
	(MW)	GWh	ktep
Comparto Elettrico (FER-E)	1853	1928	166
Comparto Termico (FER-C)			19
Consumo finale lordo (CFL)			3803

il Fattore "O" che misura l'attuale contributo delle energie rinnovabili, al consumo finale lordo, in Sardegna, risulta pari al 4,86%. (Risulta evidente come la produzione da rinnovabili sia fortemente squilibrata sul comparto elettrico).

Il valore di riferimento finale dei CFL al 2020 è ottenuto come regionalizzazione dell'obiettivo nazionale (32.227 kTep) dettato dal PAN 2010 ed è pari a ca. 3.746 kTep.

Il percorso che porta dal valore di riferimento iniziale a quello finale, con una diminuzione di ca. 60 kTep, costituisce la traiettoria dei consumi che viene presa come riferimento per la verifica del raggiungimento dell'obiettivo regionale. Il PdAER individua le linee di azione implementabili nei prossimi otto anni relativi a due obiettivi:

- il primo definito di base che consente di raggiungere entro il 2020 una percentuale di consumi da FER pari al 15%
- il secondo definito "limite" per il quale l'obiettivo è pari a al 17.8% per l'anno 2020.

Gli scenari di sviluppo delle FER sono stati sviluppati considerando esclusivamente le azioni nel comparto elettrico FER-E e termico FER-C, giacché le azioni nel comparto trasporti non vengono direttamente computate per il calcolo del raggiungimento dell'obiettivo a livello regionale.

Il primo scenario definito di base presuppone che al 2020 si abbia la seguente configurazione:

Configurazione	Potenza installata	Energia prodotta	
	(MW)	GWh	ktep
Comparto Elettrico (FER-E)	3519	5988	514,85
Comparto Termico (FER-C)			51,85
Consumo finale lordo (CFL)			3.746

Il contributo delle biomasse, al comparto elettrico, passerebbe:

- per la sola potenza installata (trascurando la quota parte di co-combustione) dal 3,68 % del 2010 al 7,91% del 2020
- Per l'energia prodotta dal 28,16 % del 2010 al 36,74% del 2020

con il seguente dettaglio:

Fonte	Potenza installata	Energia prodotta	
Quota biomasse (FER-E) 2020	(MW)	GWh	ktep
Biomasse in RSU	6,8	43,5	3,74
Biomasse solide diverse da RSU	87	469,8	40,40
Biogas	3	12	1,03
Gas da discarica	6,4	34,4	2,96
Bio liquidi	175	1400	120,38
Co-combustione		240	20,64
Totale	278,2	2199,7	189,14

Fonte: Documento d'indirizzo sulle fonti energetiche rinnovabili in Sardegna

Il contributo delle biomasse, al comparto termico, non è noto nel 2010 e diventa, per l'energia prodotta, del 12.4% del totale termico.

Il Fattore "O" che misura il contributo dell'energia da fonti rinnovabili, al consumo finale lordo, in Sardegna risulterebbe pari al 15,13%. (la produzione da rinnovabili sarebbe ancora fortemente squilibrata sul comparto elettrico (91%)).

Il secondo scenario definito “*limite*” presuppone che al 2020 si abbia la seguente configurazione:

Configurazione	Potenza installata	Energia prodotta	
	(MW)	GWh	ktep
Comparto Elettrico (FER-E)	3614	6304	542
Comparto Termico (FER-C)			125
Consumo finale lordo (CFL)			3.746

Il contributo delle biomasse, al comparto elettrico, passerebbe:

- per la sola potenza installata (trascuando la quota parte di co-combustione) dal 3,68 % del 2010 al 7,7% del 2020;
- Per l'energia prodotta dal 28,16 % del 2010 al 36,96% del 2020;

con il seguente dettaglio:

Fonte	Potenza installata	Energia prodotta	
Quota biomasse (FER-E) 2020	(MW)	GWh	ktep
Biomasse in RSU	6,8	43,5	3,74
Biomasse solide diverse da RSU	87	469,8	40,40
Biogas	3	12	1,03
Gas da discarica	6,4	34,4	2,96
Bio liquidi	175	1400	120,38
Co-combustione		370	31,8
Totale	278,2	2329,7	200,32

Fonte: Documento d'indirizzo sulle fonti energetiche rinnovabili in Sardegna

Il contributo delle biomasse, al comparto termico, non è noto nel 2010 e diventa, per l'energia prodotta, del 23,12 % del totale termico.

Il Fattore “O” che misura il contributo dell'energia da fonti rinnovabili, al consumo finale lordo, in Sardegna risulterebbe pari al 17,81% (la produzione da rinnovabili sarebbe meno squilibrata sul comparto elettrico (81%)).

Il PdAER pertanto definisce l'insieme delle azioni considerate realizzabili nei tempi indicati dal Piano di Azione Nazionale sulle Fonti Energetiche Rinnovabili per il raggiungimento, in Sardegna, di obiettivi perseguibili di produzione e uso locale di energia da fonti rinnovabili.

Il PdAER ha individuato 10 indirizzi strategici per le azioni future, tesi a creare un Sistema Complessivo di Macroazioni che concorrano al raggiungimento degli obiettivi regionali di produzione di energia rinnovabile ed efficienza energetica. Si riportano i contenuti dell' indirizzi strategici specificamente riferibili alla biomassa.

STRATEGIA 1 - Coordinamento tra le attività svolte dall'Assessorato dell'Industria con i diversi soggetti, istituzionali e non, interessati allo sviluppo dell'attività specifica di produzione energetica da biomassa, in particolare favorendo la comunicazione e la condivisione di dati e intenzioni strategiche.

STRATEGIA 2 – Promozione della generazione diffusa e distribuita sul territorio dell'energia da fonte biomassa, orientando gli operatori di mercato verso impianti di piccola taglia finalizzati al soddisfacimento del fabbisogno energetico locale e quindi verso l'auto-sostenibilità delle imprese e delle comunità.

STRATEGIA 3 – Promozione della diversificazione delle fonti energetiche. Nella prospettiva di favorire la valorizzazione locale delle risorse biomassa individuare soluzioni di sfruttamento integrato che consentano, (laddove non vi fossero quantitativi sufficienti di una o più risorse) di ottenere un mix energetico adeguato a garantire l'alimentazione di impianti economicamente sostenibili al fine anche di limitare gli effetti negativi del loro trasferimento al di fuori del bacino di pertinenza.

STRATEGIA 6 – BIOMASSA-Predisporre il Piano Regionale delle biomasse a scopo agro-energetico con la finalità di:

- Favorire l'impiego di biomassa residuale;
- Individuare i macrobacini di alimentazione delle biomasse di origine agricola e zootecnica;
- Valutare la massima potenza installabile nel territorio regionale nelle diverse aree secondo criteri di sostenibilità tecnico-economica tenendo conto degli impianti già installati;
- Privilegiare l'alimentazione da colture agricole dedicate in filiera corta escludendo alimentazioni con provenienza extra-regionale (l'implementazione di un sistema di approvvigionamento delle biomasse che sia sostenibile da un punto di vista sia economico-finanziario ed ambientale -bilancio complessivo delle emissioni-);
- Privilegiare gli impianti di piccola e media taglia distribuiti nel territorio e finalizzati all'autoconsumo energetico degli utenti ed al rilancio del settore agricolo regionale;
- Fissare i criteri tecnico-economici da seguire nell'elaborazione dei progetti di impianti a biomasse necessari per ottenere il provvedimento di autorizzazione unica ponendo quale elemento inderogabile l'implementazione di un sistema di approvvigionamento delle biomasse che sia sostenibile da un punto di vista economico-finanziario ed ambientale (bilancio complessivo delle emissioni);

STRATEGIA 7 – COMPARTO TERMICO (FER-C) - Porre in essere le iniziative volte ad incentivare la produzione di energia termica da fonte rinnovabile. Le analisi svolte negli scenari del Piano hanno messo in evidenza che la produzione complessiva di energia rinnovabile è squilibrata sul settore elettrico (90%) rispetto a quello termico (10%). Devono essere poste in essere pertanto delle iniziative tese a riequilibrare il rapporto tra FER-E e FER-C, almeno nelle proporzioni descritte nello scenario O2, cercando di coordinare per quanto possibile le azioni già intraprese per massimizzarne l'efficacia. Per quanto specificamente attiene alla Biomassa è necessario:

- favorire l'uso diretto della biomassa per la produzione di energia termica;
- nello scenario O2, garantire 28,93 kTep da uso diretto termico di biomassa.

STRATEGIA 8 – EFFICIENZA ENERGETICA E RISPARMIO. Al fine di raggiungere gli obiettivi di scenario è ineludibile puntare non solo alla massimizzazione del numeratore della frazione obiettivo (O), ma anche alla riduzione sensibile del denominatore, ossia i Consumi finali Lordi (CFL). Attraverso l'introduzione di azioni mirate a favorire sia il risparmio, sia l'efficientamento energetico è possibile contribuire ad abbassare i CFL..



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE S'INDÚSTRIA
ASSESSORATO DELL'INDUSTRIA

STUDIO SULLE POTENZIALITÀ ENERGETICHE DELLE BIOMASSE

Nel caso specifico della biomassa, introdurre incentivi concretamente rivolti a favorire lo sfruttamento della quota termica del calore utile, derivante dagli impianti di cogenerazione, sarebbe un contributo reale in tale direzione.

3. Sintesi analisi di contesto ed evoluzione del sistema energetico

Lo sviluppo delle attività di pianificazione energetica richiede l'individuazione di possibili scenari di evoluzione del consumo di energia e di fabbisogno di potenza. Le previsioni di consumo sono strettamente connesse alle previsioni di sviluppo economico e sociale del territorio che sono condizionate da una molteplicità di fattori, molti dei quali dettati da contesto nazionale e internazionale. La determinazione degli scenari di sviluppo di consumo energetico riguarda i tre settori di riferimento: elettrico, termico e trasporti. Le valutazioni effettuate nel presente documento sono sostanzialmente correlate alla possibilità di sostituire le fonti primarie, nella produzione di energia elettrica e termica, attraverso un uso razionale delle risorse da biomassa già disponibili, riservandosi di valutare la possibilità di specifiche scelte pianificatorie rivolte a favorire produzioni agro-energetiche, finalizzate anche alla produzione di biocarburanti, qualora le condizioni generali di mercato (domanda e prezzo di fonti primarie e secondarie e contesto ambientale) dovessero giustificarle o leggi e norme cogenti renderlo necessario.

3.1 Sintesi socio economica

Nell'anno 2011, sulla base del censimento ISTAT il numero dei residenti in Sardegna era pari a 1.639.362 con un incremento di circa 12.000 abitanti rispetto all'anno precedente.

Nello stesso anno il valore del PIL è stato pari a circa 33,64 G€ con un incremento dello 0,1% rispetto all'anno precedente. Il settore che ha maggiormente contribuito a determinare il valore aggiunto per l'anno 2011 è stato quello dei servizi con l'82% del totale seguito da industria 15% e agricoltura 3%. Il settore dei servizi è l'unico per il quale nel biennio 2009-11 si sia registrato un incremento del valore aggiunto, in significativa flessione per gli altri due.

La dinamica delle imprese presenti in Sardegna nel periodo 2011-2012¹ evidenzia un elevato numero di cessazioni, solo parzialmente compensato da nuove iscrizioni, con una diminuzione del numero di imprese attive, a fine 2012, pari all'1,15% rispetto all'anno precedente. L'unico settore per il quale si è registrato un incremento è stato quello dei servizi.

I dati ISTAT riferiti al contesto occupazionale nell'anno 2011 ha evidenziato che il settore che in Sardegna ha avuto il maggior numero di occupati è stato quello dei servizi con 455.000 unità, pari al 76% del totale.

Secondo lo studio "economie regionali – l'economia della Sardegna" della Banca d'Italia – Eurosystema, in base ai dati della rilevazione sulle forze di lavoro dell'Istat, nella media del 2012 l'occupazione in regione è diminuita dell'1,1 per cento rispetto all'anno precedente. Il numero degli addetti nella media dell'anno risultava inferiore di circa 16 mila unità rispetto a quello registrato nel 2008, prima della crisi economica. Sempre secondo lo studio della Banca d'Italia le perduranti difficoltà del comparto industriale hanno ulteriormente indebolito la domanda di lavoro delle imprese del settore: il numero degli occupati è sceso dell'11,5 per cento e si sono contestualmente ridotte le ore lavorate; anche nelle costruzioni la flessione dell'occupazione è stata marcata (oltre il 10 per cento). La crescita del numero degli addetti nei servizi e in

¹ Studio "economie regionali – l'economia della Sardegna" della Banca d'Italia – Eurosystema

agricoltura (rispettivamente dell'1,1 e del 5,0 per cento) non è stata sufficiente a compensare il calo degli altri comparti; nelle attività terziarie l'occupazione è tornata ampiamente sopra il livello precedente la crisi economica.

3.2 Sintesi consumi energetici

I dati del bilancio energetico regionale del 2008, redatti da ENEA, hanno evidenziato:

- L'energia primaria ad impiego energetico è stata pari a circa 4740 ktep (64% petroliferi; 30% carbone; 4% rinnovabili);
- I consumi di energia primaria sono stati convertiti in (EE) energia elettrica (55%), (ET) energia termica (20%) e trasporti (25%);
- L'energia elettrica consumata è derivata per il 98% da impianti termoelettrici (il 4% dell'EE prodotta da termoelettrico (TE) deriva da biomassa) e 2% da idroelettrico;
- Gli impianti termoelettrici sono stati alimentati per il 54% da carbone, per il 43% da prodotti petroliferi e il restante 4% da biomassa;
- I consumi di energia elettrica sono stati destinati per il 52% al settore industriale (di cui il 91% alla manifattura di base), il 21% al residenziale, il 25% al terziario e il restante 2% ad agricoltura, silvicoltura e pesca;
- I consumi di E primaria, destinati al termico, sono stati garantiti per l'81% da prodotti petroliferi, per il 7% da gas, per il 7% da rinnovabili e per parte restante da prodotti assimilati al carbone;
- I consumi di energia primaria, destinati ai trasporti, sono stati destinati per il 84% ai trasporti stradali, il 10% alla navigazione marittima; il 5% alla navigazione aerea e 1% a quella ferroviaria;
- Ridistribuendo gli utilizzi sulla sola energia primaria si ha il seguente quadro riassuntivo:

Consumi finali di energia primaria 2008	ktep	%	Combustibili solidi %	Petrolio %	Gas naturale %	Rinnovabili %	Energia primaria in EE %	TOT. %
Industria	1.892	39,91	2,78	21,76	3,37	0,04	72,05	100
Trasporti	1.183	24,96	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100
Residenziale	877	18,49	0,11	30,12	0,50	7,40	61,87	100
Terziario	660	13,93	0,00	3,06	0,00	0,04	96,89	100
Agricoltura, Silvicoltura e Pesca	128	2,71	0,00	60,37	0,00	0,00	39,63	100
Totali	4.740	100,00	1,13	41,27%	1,44	1,39	54,77	100

Sfugge dalle valutazioni di energia primaria una rilevante quota di biomassa legnosa che trova prevalente impiego nell'ambito del riscaldamento domestico.

Il Ministero dello Sviluppo Economico pubblica regolarmente nel Bollettino Petrolifero i dati relativi alle vendite di prodotti petroliferi a livello nazionale e nelle diverse regioni italiane. Di seguito si riporta il quadro

di sintesi per la Sardegna dei dati pubblicati nel Bollettino Petrolifero nel sito del Ministero dello Sviluppo Economico per il periodo 2005-2011 espressi in t/anno.

Vendite di prodotti petroliferi in Sardegna nel periodo 2005-2011. Fonte: Bollettino Petrolifero MISE (t/anno).									
COMBUSTIBILI		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	D2005-2011
BENZINA		421.669	398.112	375.141	344.549	324.925	312.355	297.055	-29,55%
GASOLIO	MOTORE	619.799	658.441	688.516	690.590	683.309	631.717	629.421	1,55%
	RISCALDAMENTO	121.035	106.112	104.644	107.098	105.729	82.766	71.254	-41,13%
	AGRICOLO	67.073	67.446	64.371	64.284	60.360	36.485	30.433	-54,63%
G.P.L.		221.584	199.571	198.710	192.332	143.309	152.647	147.612	-33,38%
OLIO COMBUSTIBILE		787.528	824.450	645.073	616.012	409.567	165.437	138.131	-82,46%
LUBRIFICANTI		8.287	7.646	7.312	6.952	6.145	5.889	8.694	4,91%

I dati per prodotto sono stati indicati senza entrare nel merito del loro specifico impiego (macrosettori elettrico, termico e trasporti). Si rileva il calo progressivo dell'uso delle benzine per il settore trasporti e del gasolio per il settore non auto. Per il gpl l'incremento nel settore trasporti è compensato dal calo negli altri impieghi. L'olio combustibile, utilizzato prevalentemente nella forma a basso tenore di zolfo (BTZ), impiegato soprattutto nel comparto termoelettrico e per grosse utenze industriali, ha registrato un calo marcato in considerazione dei rilevanti impatti sull'ambiente che comporta il suo impiego.

I consumi di carbone nelle centrali termoelettriche di Portovesme e Fiumesanto sembrano mostrare una lieve flessione (-10% periodo 2006-2009)¹, in parte giustificata dall'utilizzo di biomassa legnosa in sostituzione del carbone.

Le più recenti verifiche effettuate nell'ambito della elaborazione del Piano energetico ambientale della Sardegna, a cura del servizio energia dell'Assessorato Regionale dell'Industria hanno portato alle seguenti principali conclusioni:

3.2.1 Macrosettore Calore

a) Fabbisogni del Settore domestico.

Dalle elaborazioni delle attestazioni di certificazione energetica (ACE) il fabbisogno di energia primaria per l'assolvimento delle funzioni di riscaldamento e produzione di ACS, relativo alle abitazioni residenziali, sono emersi i seguenti preliminari valori di stima:

- **Fabbisogno per il Riscaldamento: 109,04 kWh/mq/anno;**
- **Fabbisogno per la produzione di ACS: 19,63 kWh/mq/anno;**
- **Fabbisogno complessivo (RISC + ACS): 128,67 kWh/mq/anno;**

Applicando tali fattori al patrimonio edilizio regionale dedotto da dati ISTAT il fabbisogno totale per riscaldamento + ACS è stimato in circa 700 ktep/anno.

i. Combustibili

¹ Dati estratti dalle dichiarazioni del gestore nell'ambito del procedimento autorizzativo AIA.

Lo studio del CRESME RICERCHE SPA denominato “Il mercato delle costruzioni e le prospettive degli impianti termici e di condizionamento – Settore Residenziale ” anno 2010 ha evidenziato il fatto che nella Regione Sardegna il combustibile maggiormente utilizzato negli impianti di produzione di energia termica è quello solido (presumibilmente legna e pellet) con il 30% del totale, seguito da quello gassoso (28%), dall'energia elettrica (23%) e liquido (18%) confermando i dati contenuti nei bollettini petroliferi che indicano una flessione nei consumi nel periodo 2005-2011. I dati acquisiti direttamente dall'Assessorato Industria, nell'esercizio di attività istituzionali in ambito energetico, determinano valori leggermente discordanti ma confermano la tendenza verso la riduzione nell'utilizzo di petroliferi (50% nel 2008¹) a vantaggio delle biomasse e delle pompe di calore.

Per quanto invece attiene alla produzione di acqua calda sanitaria (ACS) lo studio Cresme evidenzia un prevalente utilizzo dell'energia elettrica (84%) rispetto al gas (11%) e al solare (5%). I dati acquisiti mediante gli attestati ACE confermano il prevalere dell'energia elettrica (47%), seguita dal gpl (34%), dall'energia solare (6%), gasolio (2%) e biomassa (1%) mentre non è stata identificabile la percentuale residuale.

b) I Consumi per riscaldamento.

i. I consumi finali da fonti fossili nel settore riscaldamento dedotti dai dati pubblicati nel Bollettino Petrolifero, aggiornati al 2011, indicano:

- Il consumo di gasolio da riscaldamento nel periodo 2005-2011 è sceso di ca. il 40% riflettendo in tal senso una progressiva modifica delle modalità di riscaldamento nelle abitazioni;
- nel periodo 2005-2001 si è registrato un calo di circa il 39% nei consumi di gpl per riscaldamento;

All'interno di tali quota ricade certamente l'uso per riscaldamento domestico ed industriale.

ii. I consumi finali da biomassa per riscaldamento sono difficilmente ricostruibili in quanto alimentati da un mercato di distribuzione, al momento, difficilmente monitorabile. L'Assessorato dell'Industria li ha stimati seguendo due percorsi distinti:

- Partendo dai dati CRESME sulla percentuale di utilizzo della biomassa nel riscaldamento domestico (30% del totale), i dati ISTAT sul patrimonio edilizio residenziale, il fabbisogno energetico specifico per riscaldamento, e il rendimento medio degli impianti utilizzati dedotto dagli ACE è stato quantificato un impiego di energia primaria da biomassa pari a circa 300 ktep/anno.
- Partendo dai dati acquisiti direttamente dall'Assessorato Industria che rivelano un consumo medio di biomassa per abitazione pari a circa 3,6 t/a, con PCI medio pari 4 MWh/t, ipotizzando che il 30%², delle residenze utilizzi biomassa legnosa e i dati ISTAT sul patrimonio edilizio residenziale è stato quantificato un impiego di energia primaria da biomassa pari a circa 300 ktep/anno;

¹ Bilancio Energetico Regionale - Fonte: ENEA

² Nella “STIMA DEI CONSUMI DI LEGNA DA ARDERE PER RISCALDAMENTO ED USO DOMESTICO IN ITALIA- APAT-maggio 2008- per Sardegna è stimato un valore medio per abitazione pari a 4,6 t/a utilizzato dal 32,2% delle famiglie (fascia III).

-
- iii. I consumi finali da pompa di calore per riscaldamento sono stati stimati partendo dai dati acquisiti direttamente dall'Assessorato dell'Industria considerando il numero delle abitazioni che hanno dichiarato l'utilizzo delle pompe di calore, il fabbisogno energetico specifico per riscaldamento è stato quantificato un impiego di energia primaria nel riscaldamento pari a circa 130 ktep/anno.
- iv. I consumi finali da solare termico per riscaldamento, considerando il numero delle abitazioni che hanno dichiarato l'utilizzo di tali impianti, una radiazione solare annua media pari a 1500 kWh/m² e un rendimento dei pannelli pari a 0,42 è stato quantificato un impiego di energia primaria da solare pari a circa 4 ktep/anno;

c) Consumi termici nel settore industria

Diversamente dai consumi elettrici, sottoposti a misurazioni puntuali, attualmente di tipo elettronico e facilmente classificabili, quelli termici e delle relative fonti, pur monitorati in ambito industriale, non sono ricostruibili col medesimo dettaglio e attendibilità. Partendo dai dati forniti da ENEA nell'ultimo rapporto Energia Ambiente, elaborando i dati provenienti dalle Autorizzazioni Integrate Ambientali Regionali e Nazionali è stato comunque possibile stimare le grandezze energetiche impiegate e l'andamento di tali consumi sia in relazione alle fonti sia, in una certa misura, alle tipologie d'impianto.

Il rapporto Energia Ambiente 2009-2010 pubblicato da ENEA nel Novembre 2012 fornisce alcune indicazioni generali sui consumi energetici nel settore industriale come mostrato nella tabella che segue:



CONSUMI FINALI (CF) [KTep]																	
Suddivisione tipologica	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Consumi finali di energia	3.325	2.998	3.086	3.368	3.133	3.454	3.302	3.560	3.441	3.243	3.239	3.543	3.534	3.415	3.697	3.633	3.071
Consumi finali di energia nell'industria	1.638	1.345	1.392	1.590	1.485	1.835	1.588	1.589	1.557	1.345	1.302	1.505	1.492	1.332	1.548	1.447	1.016
Consumi finali di energia elettrica nell'industria	470	447	490	496	511	498	478	486	501	501	497	497	509	513	518	495	487
Consumi finali di energia nell'industria manifatturiera	1.632	1.339	1.386	1.586	1.481	1.831	1.585	1.586	1.553	1.341	1.298	1.500	1.487	1.326	1.542	1.441	1.009
Consumi finali di energia elettrica nell'industria manifatturiera	466	443	487	492	507	495	476	483	499	498	494	494	505	509	513	490	482

Il dato principale che emerge è un calo progressivo dei consumi totali soprattutto a carico dei settori diversi da quello elettrico per il quale permane invece un valore pressoché costante: i consumi di energia elettrica nel medesimo periodo hanno oscillato tra il 34-48% del totale. Pertanto il calo complessivo nei consumi nel settore industriale è da attribuirsi ai macrosettori calore e trasporti e pertanto per lo più ad un calo deciso del consumo di prodotti petroliferi. In termini di energia primaria si stimano in circa 1900 ktep le risorse complessivamente assorbite dall'industria nell'anno 2008 di cui il 72% destinato alla conversione in EE contro le circa 2550 ktep del 2005 di cui circa il 65% destinato alla conversione in EE¹.

I consumi del quadriennio 2004-2008 sono mediamente, assorbiti per circa il 90% dal settore manifatturiero di base (con prevalenza del settore chimico-petrochimico e metallurgico).

L'esame comparato negli anni 2005-2008 dei consumi finali di energia per macro-fonte in Industria² evidenzia come permanga, nonostante la flessione registrata, una prevalenza di consumi di prodotti petroliferi e ci sia stato un incremento di consumo di carbon fossile (che si riduce nell'anno 2009), sia diretto, sia indiretto, attraverso l'incremento di consumo di energia elettrica.

Combustibili solidi		Petrolio		Gas		Rinnovabili		Energia Elettrica		Totale	
2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008	2005	2008
6	53	736	412	76	64	1	1	513	487	1.332	1.017
0,45%	5,21%	55,26%	40,51%	5,71%	6,29%	0,08%	0,10%	38,51%	47,89%	100%	100%

I vettori energetici impiegati nell'industria sono essenzialmente: Olio combustibile BTZ ed ATZ, Gasolio, Benzine, GPL, Vapore a diverse classi di pressione e temperatura prodotto con il consumo dei vettori precedenti o in impianti di cogenerazione; Pet-coke; Fuel Gas di raffineria; Rich Gas (Idrogeno); Carbone (cementifici). Si stima un assorbimento di risorse complessivamente pari a:

- circa 1100 ktep, per il periodo, 2005-2006 in prevalenza offerto da vapore, fuel gas, ocd e pet coke che concorrono complessivamente per circa l'84%;
- circa 560 ktep, per il periodo, 2011-2012 in prevalenza offerto da vapore, fuel gas, e pet coke che concorrono complessivamente per circa l'86% con il prevalere del fuel gas (43%);

Nella stesura definitiva della proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale verrà fornita un'analisi di maggiore dettaglio sulla base dell'acquisizione di ulteriori dati e sulla scorta delle indicazioni finali del metodo di monitoraggio degli Obiettivi Burden Sharing allo stato attuale in fase di elaborazione congiuntamente con ENEA e GSE. L'Assessorato dell'Industria della Regione Sardegna ha attivato nell'ambito del portale dell'amministrazione Regionale lo speciale sul Piano Energetico Ambientale Regionale nel quale è prevista una sezione appositamente dedicata alla raccolta dati. In tale sezione le imprese possono telematicamente trasmettere i propri dati energetici. Tale sistema di acquisizione

¹ Sino al 2008 il contributo delle rinnovabili è stato di scarso rilievo (2,15% dei CF)

² ENEA –ENERGIA DELLE REGIONI-Settembre 2011

permetterà di ricostruire in maniera aggiornata e dettagliata i consumi energetici delle imprese ripercorrendo quanto già fatto da ISTAT con le Indagini COEN.

Dalle elaborazioni delle attestazioni di certificazione energetica (ACE) il fabbisogno di energia primaria per l'assolvimento delle funzioni di riscaldamento e produzione di ACS, relativo alle abitazioni residenziali, sono emersi i seguenti preliminari valori di stima:

d) Consumi termici nel settore terziario.

La ricostruzione dei consumi finali di energia termica in tale settore da parte dell'Assessorato dell'industria non è stata ancora completata. Partendo dai dati desunti dall'ultimo Rapporto Energia-Ambiente di ENEA sull'energia non elettrica consumata nel settore Servizi e dalla comparazione dei consumi finali di energia per macrofonte tra gli anni 2005 e 2008 è possibile osservare:

- I consumi termici nel triennio si sono ridotti del 41% ;
- L'energia elettrica con il 91% del totale è stata la macrofonte maggiormente impiegata incrementando del 7% il proprio impiego nel triennio di riferimento;
- L'impiego dei prodotti petroliferi ha subito un forte calo passando dal 14% nel 2005 al 9% del 2008.

Consumi finali di energia non elettrica nei servizi (ktep) Fonte ENEA ¹				
Anno di riferimento	2005	2006	2007	2008
Consumi termici (ktep)	35,9	25,7	17,1	20,6

3.2.2 Macrosettore Elettrico

I consumi energetici in Sardegna, hanno mostrato, negli ultimi anni, significative flessioni sia in termini di fonti primarie sia di consumi elettrici:

- I consumi stimati di energia elettrica nel 2012² sono pari a circa 10,15 TWh;
- I consumi totali di energia elettrica sono diminuiti, dal 2008 al 2012, di circa il 15%;
- Il settore merceologico di maggior consumo nel 2011 è stato quello industriale (56,35% dei consumi totali);
- Si stima che il consumo dell'industria manifatturiera di base sia diminuito dal 2006 al 2012 di circa 1800 GWh pari al circa il 33%;
- Si registra una riduzione del picco di carico massimo annuale da circa 2000 MW (2011) a circa 1600 MW (2012);
- La produzione lorda di energia elettrica nel 2011 è stata pari a 14.275,7 GWh;
- La produzione netta immessa in rete destinata al consumo è stata pari a 13230,2 GWh

¹ ENEA –ENERGIA DELLE REGIONI-Settembre 2011

² Il dato relativo al 2012 è rilevato sulle comunicazioni di consumo provvisorio di Terna

- Si stima che l'esportazione di energia elettrica nel 2012 dalla Sardegna sia stata pari a 2.280,00 GWh;
- La 87% della produzione di energia elettrica termoelettrica è concentrata in tre centri di produzione;
- Le fonti fossili utilizzate per la produzione di energia elettrica sono il carbone (44,5% della produzione totale) e l'olio combustibile (37,3% della produzione totale) ;
- La produzione di energia elettrica delle centrali termoelettriche regionali nel periodo 2006-2012 è diminuita con un tasso medio annuo del 2,5%;
- Nel 2011 i consumi di energia primaria del settore termoelettrico sono pari a 2900 kTep.

3.2.3 Previsioni sviluppo domanda

Lo sviluppo della domanda di energia elettrica a livello nazionale nei settori di uso finale, insieme con le politiche e misure di settore previste, sia in termini di efficientamento sia di riduzione di consumo di fonti primarie, influenza l'evoluzione del parco di generazione sia in termini di mix delle fonti che di tecnologie di produzione elettrica, consentendo di ridurre le emissioni di CO₂. Per rendere tali obiettivi maggiormente aderenti a quelli della RoadDecreto Ministeriale UE 2050¹, si rende necessaria una ulteriore accelerazione del dispiegamento delle tecnologie low-carbon e quindi un ulteriore investimento in ricerca e innovazione tecnologica². Ne consegue, anche a livello regionale, una previsione di progressiva riduzione del consumo di carbone (potenzialmente attenuabile dal solo fattore prezzo), dovuta oltre che alla congiuntura economica a scelta strategica.

Sia le previsioni della domanda di energia elettrica pubblicate da Terna sia le analisi dei consumi di energia elettrica sia le previsioni del PIL sia le indicazioni riportate nei documenti di pianificazione sovraordinati quali il Piano di Azione per le fonti energetiche rinnovabili sia, infine, le proiezioni di consumo riportate nel DECRETO MINISTERIALE 15 marzo 2012 fanno ritenere le previsioni di domanda dei consumi elettrici in significativo calo.

Lo studio dell'evoluzione dei consumi di energia in Sardegna ha evidenziato la forte influenza, sulle previsioni, della presenza di una forte concentrazione del consumo su un numero limitato di consumatori rilevanti. In particolare, il recente processo di spegnimento delle celle elettrochimiche di Portovesme ha determinato una riduzione consistente dei consumi e si ipotizza che a regime questo determinerà una riduzione dei consumi elettrici di quasi 2,3 TWh pari a circa 19% dei consumi registrati nel 2011.

Pertanto allo scopo di rendere la valutazione delle stime di consumo adattabili a diverse condizioni di contesto sono state sviluppate le proiezioni in maniera disaggregata per settore merceologico.

Nell'ambito delle attività di sviluppo del PEAR, il gruppo di pianificazione confrontando le metodologie "Business as Usual" (BAU) a livello regionale con quelle nazionali ed incrociando queste con le indicazioni pubblicate da Terna relative alle isole, per ciascun settore merceologico, ha determinato due scenari possibili: il primo denominato di "sviluppo" e il secondo di "base". I due scenari limite proiettati sul 2017,

¹ "A RoadDecreto Ministeriale for moving to a competitive low carbon economy in 2050" COM/2011/0112

² ENEA-il compendio del rapporto Energia e ambiente 2009-2010- Aprile 2012

indicano in un caso una flessione dei consumi di circa il 16% e nell'altro un incremento di circa l'8% (nel caso del limite inferiore le percentuali raggiunte sono molto simili a quelle osservate a livello nazionale).

3.2.4 Il ruolo delle biomasse

Lo sviluppo nell'impiego delle biomasse a fini energetici, seppure sostenuto da scelte strategiche comunitarie e nazionali e giustificato da motivazioni economico-ambientali di razionale impiego delle risorse, soprattutto residuali, non potrà non risentire della prevista contrazione dei consumi energetici.

Nell'ottica del Burden Sharing risulta di particolare importanza l'evoluzione del contributo ai consumi finali dell'energia termica da biomasse. Le informazioni precedentemente riportate conducono alle seguenti osservazioni:

Secondo tutte le stime, seppure con differente rilievo, l'incidenza degli impianti a biomassa per riscaldamento è risultato, in Sardegna, particolarmente significativo e in costante crescita. Si stima prudenzialmente che la Sardegna pesi per il 6% sul dato nazionale relativo agli impianti a biomassa. Il consumo stimato di biomassa convertita in calore, pari a circa 300 ktep è abbondantemente al di sopra del valore totale richiesto quale quota termica dall'obiettivo Burden Sharing limite (125 ktep di cui solo il 23% da biomassa), peraltro allocata quasi esclusivamente nei settori residenziale e terziario. Le tipologie d'impianto ad uso domestico alimentate da sole biomasse (57% camini e termocamini, 38% stufe e restante caldaia) fanno ritenere in significativa crescita il mercato dei pellet e del cippato. Le politiche di sensibilizzazione sull'importanza del recupero ai fini termici delle biomasse residuali, potrà offrire un ulteriore impulso nell'installazione di nuovi impianti con prevedibile incremento del contributo nell'ottica del Burden Sharing.

In ambito industriale le risorse energetiche di origine fossile, finalizzate alla produzione di energia sia elettrica sia termica, da qualche anno, seppure ancora poco significativamente, sono sostituite con impiego di svariate forme di biomassa. Per il raggiungimento dell'obiettivo del Burden Sharing nel PdAR non si conta sul contributo termico della biomassa in ambito industriale, nonostante ciò la presenza anche in Sardegna di piccoli impianti termici alimentati da biomassa, in larga parte residuale, asserviti ad attività industriali, prospettano sviluppi futuri nel virtuoso recupero a fini energetici delle biomasse residuali. Dall'esame del parco impianti industriali (AIA) si evince una estrema variabilità dei requisiti che, un'eventuale offerta di energia termica da biomassa per processi industriali, sostitutiva di quella fossile, dovrebbe avere per poter competere con l'attuale. Le azioni mosse dall'Assessorato dell'Industria, precedentemente citate, dovrebbero consentire l'acquisizione delle necessarie informazioni di dettaglio atte a favorire ipotesi di sostituzione delle attuali fonti primarie di energia termica con fonti rinnovabili da biomassa, privilegiando quella residuale. Si ritiene necessario evidenziare come recenti provvedimenti legislativi e normativi, comunitari e nazionali, che hanno introdotto la presenza regolamentata dei CSS¹ nel mercato dei combustibili, potranno ridurre significativamente la potenziale domanda di sola biomassa.

¹ I CSS sono combustibili solidi ottenuti da rifiuti non pericolosi, preparati per essere avviati a recupero energetico in impianti di incenerimento o co-incenerimento; essi possono essere prodotti a partire da rifiuti urbani e rifiuti speciali quali scarti da flussi specifici di produzione, rifiuti da costruzione e demolizione, fanghi da acque reflue. La composizione media dei CSS utilizzati nei cementifici nel 2010 è stata costituita per il 4% da farine e grassi animali, 10% da oli esausti, in quota parte organici e un ulteriore 4% da fanghi da depurazione acque reflue urbane (fonte AITEC)

Il contributo della biomassa alla produzione di energia elettrica registrato nel monitoraggio statistico-quota regionale-settore elettricità (SIMERI GSE) per l'anno 2011 è stato pari a circa il 27% del valore totale richiesto, quale quota di elettrico da biomassa, dall'obiettivo Burden Sharing *limite* (200 ktep). In base alla potenza installata però è stato coperto il 36% del valore totale richiesto dall'obiettivo limite (1295 MW).

Lo sviluppo delle filiere bioenergetiche che attualmente rispondono soprattutto alle politiche, e solo parzialmente a motivazioni di convenienza economica porta a ritenere che la domanda di prodotti agricoli per uso bioenergetico dovrebbe stabilizzarsi nel breve periodo. Lo stadio di sviluppo di tali filiere nella produzione di energia termica ed elettrica è ampiamente sviluppata nelle specifiche parti del presente documento.

Politiche di miscelazione obbligatoria tra combustibili petroliferi e da biomassa e una crescita significativa del prezzo del petrolio potrebbero rialimentare la crescita delle filiere bioenergetiche. La duplice esigenza di produrre biocarburanti a sostenibili costi di produzione e di ottimizzare l'uso del territorio, in modo da non dar vita ad una pericolosa competizione con le produzioni alimentari, promuoverebbe lo sviluppo di filiere produttive alternative alle attuali per ottenere nuovi tipi di biocarburanti da materia prima costituita da substrati generalmente non utilizzabili a fini alimentari (materiali lignocellulosici, oli e grassi non commestibili ecc.) o prodotti in grado di crescere su terreni marginali o comunque in aree diverse da quelle tradizionalmente destinate alle produzioni agricole convenzionali (microalghe). In tal senso, al momento, in Sardegna sono segnalabili soltanto sperimentazioni in avanzato stato di completamento nell'ambito di partnership tra il mondo dell'impresa e l'ente sardo per la ricerca e lo sviluppo tecnologico (Sardegna Ricerca).

4. Impianti a biomasse in Sardegna. Quadro complessivo del parco impianti

Seguendo lo schema di bilancio energetico regionale, il Piano Energetico Ambientale Regionale intende ricostruire il processo che dalle fonti primarie porta alla produzione e consumo finale di energia elettrica e termica. Nel seguito saranno sinteticamente rappresentati, gli esiti della stima del contributo delle biomasse sia nel parco di generazione di EE sia nei consumi finali lordi di calore.

4.1 Energia Elettrica da Biomassa

In questa sezione si intende fornire il quadro attuale del parco impianti, a biomassa per la produzione di energia elettrica, con qualifica IAFR presso il GSE aggiornato al dicembre 2012.

Nella tabella che segue si riporta la classificazione degli impianti del Gse per la procedura di qualifica IAFR (Impianti alimentati da fonti rinnovabili e rifiuti):

TIPOLOGIA	SUB-TIPOLOGIA	FONTE	SUB-FONTE
Termoelettrico	a vapore a gas a combustione interna a ciclo combinato altro	Biogas	Biogas da attività agricole e forestali
			Biogas da deiezioni animali
			Biogas da FORSU
			Biogas da fanghi di depurazione
			Biogas da discarica
			Biogas da residui agroindustriali
		Bioliquidi	Oli vegetali
			Biodiesel
			Rifiuti liquidi biodegradabili (oli esausti, grassi animali, ecc...)
			Altre biomasse liquide
		Biomasse solide	Biomasse solide da attività agricole, forestali, ecc...
			Biomasse da rifiuti completamente biodegradabili
			Parte biodegradabile di RSU
			Parte biodegradabile di CDR
			Parte biodegradabile di rifiuti generici CER
			Gas di pirolisi o da gassificazione di biomasse
		Gas di pirolisi o da gassificazione di rifiuti (parte biodegradabile)	

Fonte: GSE. Classificazione degli impianti ai fini della qualifica IAFR.

4.1.1 Bioenergie

Nel report statistico il GSE ha pubblicato le statistiche a consuntivo per il 2012 relative alle bioenergie indicando un numero di impianti in esercizio complessivamente pari a 24 per un potenza complessiva di impianti da bioenergia pari 1295 MW contro i 17 impianti del 2011 caratterizzati da una potenza complessiva di 644 MW.

Nel 2012 sono stati prodotti dalle bioenergie 548 GWh ripartiti come segue:

Biomasse da rifiuti	Gas da discarica	Biogas	Bioliquidi	Biomasse solide	Totale Bioenergie
8 GWh	14 GWh	26 GWh	183 GWh	316 GWh	548 GWh

Produzione di energia elettrica da Bioenergie nell'anno 2012 ripartita per tipologia.

Di seguito si riporta la tabella tratta dal "Bollettino Incentivazione delle fonti rinnovabili. Certificati Verdi e Tariffe Onnicomprensive" aggiornato al 31 dicembre 2012 inerente gli impianti alimentati da Fonti Rinnovabili (IAFR) dal GSE in data 14.05.2013.

Biomasse Solide

Status	Totale			Categorie di Intervento																	
	N	P	E	Potenziamento			Rifacimento			Rifacimento Parziale			Riattivazione			Nuova Costruzione			Co-Combustione		
	-	MW	GWh	-	MW	GWh	-	MW	GWh	-	MW	GWh	-	MW	GWh	-	MW	GWh	-	MW	GWh
Qualificati in esercizio	6	1240	317													3	353	210	3	887	107
Qualificati a progetto	4	17	69													4	17	69			
Totali	10	1257	386													7	370	279	3	887	107

Fonte: GSE Biomasse solide. Impianti qualificati IAFR in esercizio ed in progetto

Bioliquidi.

Status	Totale			Categorie di Intervento																	
	N	P	E	Potenziamento		Rifacimento		Rifacimento Parziale		Riattivazione		Nuova Costruzione		Co-Combustione							
	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh			
Qualificati in esercizio	2	37	183													2	37	183			
Qualificati a progetto																					
Totali	2	37	183													2	37	183			

Fonte: GSE Bioliquidi. Impianti qualificati IAFR in esercizio ed in progetto

Biogas

Status	Totale			Categorie di Intervento																	
	N	P	E	Potenziamento		Rifacimento		Rifacimento Parziale		Riattivazione		Nuova Costruzione		Co-Combustione							
	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh			
Qualificati in esercizio	10	6	26				1	1	2							9	5	24			
Qualificati a progetto	3	3	18													3	3	18			
Totali	13	9	44				1	1	2							12	8	42			

Fonte: GSE. Biogas. Impianti qualificati IAFR in esercizio ed in progetto

Gas da discarica

Status	Totale			Categorie Di Intervento																	
	N	P	E	Potenziamento		Rifacimento		Rifacimento Parziale		Riattivazione		Nuova Costruzione		Co-Combustione							
	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh			
Qualificati in esercizio	4	6	14				1	2	8							3	4	6			
Qualificati a progetto																					
Totali	4	6	14				1	2	8							4	4	6			

Fonte: GSE. Gas da discarica. Impianti qualificati IAFR in esercizio ed in progetto

Rifiuti

Status	Totale			Categorie Di Intervento																	
	N	P	E	Potenziamento			Rifacimento			Rifacimento Parziale			Riattivazione			Nuova Costruzione			Co-Combustione		
	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh	-	MW	Gwh
Qualificati in esercizio	2	7	8	1	2	1										1	5	7			
Qualificati a progetto																					
Totali	2	7	8	1	2	1										1	5	7			

Fonte: GSE. Rifiuti. Impianti qualificati IAFR in esercizio ed in progetto

Dal confronto tra i dati del 2012 con quelli dell'anno precedente emerge un significativo incremento della numerosità degli impianti in esercizio (+30%), della potenza installata (+50%) che nell'anno di riferimento non si sono tradotti in significativo incremento dell'energia elettrica prodotta (+1,3%).

4.1.2 Quadro complessivo energia elettrica da rinnovabili

Di seguito si riporta la tabella contenente la sintesi dei dati di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile nel periodo 2005-2011 confrontata con i consumi finali lordi di energia elettrica, tratti dall'applicativo web Simeri che il GSE ha realizzato per monitorare il raggiungimento degli obiettivi regionali e nazionale previsti dal meccanismo del Burden Sharing.

Tipologia	Subtipologia, Fonte, Classe, Potenza	CFL FER E [MWh]						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Biomassa	Biogas	15.216	10.577	17.729	14.780	11.747	10.263	13.308
Biomassa	Bioliquidi					102.400	199.795	166.318
Biomassa	Solida	24.969	53.142	198.980	165.873	232.197	359.528	460.412
Eolica	Eolica On-Shore	414.266	557.767	601.659	679.435	817.523	973.821	1.175.740
Idroelettrica	>10 MW	223.467	217.060	215.428	212.094	219.871	222.373	237.761
Idroelettrica	>1 MW a 10 MW	47.877	47.360	47.621	48.279	47.779	48.148	36.429
Idroelettrica	Fino a 1 MW	11.993	11.340	11.860	11.562	11.124	12.684	8.883
Solare	Fotovoltaico	1.237	1.219	1.452	7.895	31.175	74.363	344.132
Totale CFL E [MWh]		739.206	898.465	1.094.730	1.139.917	1.473.816	1.900.974	2.442.983
CFL E [MWh]		13.758.084	13.928.369	13.814.125	13.630.418	12.979.288	12.856.261	12.895.850
CFL-FER-E / CFL-E (%)		5,37%	6,45%	7,92%	8,36%	11,36%	14,79%	18,94%

Fonte: GSE. Quadro complessivo energia elettrica prodotta da FER

5. Tecnologie e impianti per la produzione di energia da biomasse¹

L'utilizzo di biomasse vegetali derivate da scarti agricoli o forestali o da colture energetiche dovrebbe essere subordinata sia alla caratterizzazione chimico-fisica ed energetica delle fonti sia alla validazione degli impianti utilizzabili allo scopo sia di massimizzarne il beneficio energetico e quindi economico, sia di minimare gli impatti sull'ambiente.

La valutazione della compatibilità tecnica-economica-ambientale di una determinata biomassa al recupero energetico, attraverso un determinato processo tecnologico, è fondata su una adeguata caratterizzazione della fonte energetica, allo scopo di individuarne *i requisiti applicativi* atti a consentire l'ottimale convertibilità in energia nell'ambito di processi industriali.

Il monitoraggio e controllo delle materie prime agricole, residuali e non, costituisce il presupposto per rendere il processo di trasformazione industriale *regimabile*, anche attraverso adeguate fasi di omogeneizzazione preventiva, e pertanto ottimizzabile sotto il profilo industriale e ambientale. Sussiste pertanto la necessità di stabilire quali siano i parametri essenziali per valutare la qualità delle biomasse vegetali, impiegate a scopi energetici, per la combustione o per la produzione di biocombustibili gassosi o liquidi².

La composizione delle biomasse ha una influenza fondamentale sulla scelta della del processo di conversione, infatti nel caso di biomasse ricche di sostanze azotate (rapporto carbonio/azoto, C/N, minore di 30) e con elevata umidità (superiore al 30%) i processi di conversione più adatti sono quelli di tipo biochimico quali la fermentazione alcolica, la digestione anaerobica e la digestione aerobica. Viceversa nel caso di biomasse con tenore di umidità inferiori al 30% su base umida ed elevata quantità di carbonio (rapporto C/N superiore a 30), i processi di conversione più adatti sono quelli di tipo termochimico quali la combustione, la gassificazione e la pirolisi. In questi processi le trasformazioni chimiche avvengono a temperature alte e con scambi termici di elevata entità. Nel caso poi di materie prime e residui oleaginosi, si impiegano processi di conversione di tipo fisico-chimico che prevedono l'estrazione degli oli vegetali grezzi e poi, eventualmente, l'esterificazione per la produzione di biodiesel. Appartengono alla medesima categoria anche i processi di macinazione, agglomerazione e compattazione (produzione di pellets e bricchette) cui vengono sottoposte le biomasse solide al fine di facilitarne il trasporto, lo stoccaggio e l'impiego.

In relazione alle caratteristiche chimico-fisiche delle diverse tipologie di biomasse si possono quindi impiegare differenti tecnologie per la loro valorizzazione energetica.

¹ ENEA-Report RSE/2009/18; - Cocco-Palomba-Puddu, "Tecnologie delle energie rinnovabili", SGE Padova; - CTI, Apparecchi per la conversione energetica di biogas (2007)

² F. Rapparini - <http://www.ibimet.cnr.it/>

Classificazione dei processi di conversione energetica delle biomasse

Tipologia del processo	C/N	Umidità	Processo di conversione	Prodotto principale
Biochimico	<30	>30%	Fermentazione Digestione anaerobica Digestione aerobica	Bioetanolo Biogas Energia termica
Termochimico	>30	<30%	Combustione Gassificazione Pirolisi Pirogassificazione	Energia termica Gas di sintesi Gas di pirolisi, olio Gas
Fisico - chimico	-	-	Estrazione di oli Transesterificazione Compattazione	Olio vegetale Biodiesel Pellets

5.1 Impianti di generazione elettrica alimentati a biomassa

La conversione termochimica delle biomasse ai fini della produzione di energia elettrica può avvenire essenzialmente mediante impianti a combustione esterna (impianti a vapore, motori Stirling o impianti a ciclo Rankine operanti con fluidi organici) oppure mediante processi di gassificazione e la successiva alimentazione del syngas in impianti a combustione interna (turbine a gas, motori alternativi etc.).

Allo stato attuale, le tecnologie commercialmente disponibili per impianti di taglia medio-grande (a partire da circa 10MW) sono rappresentate dai tradizionali impianti a vapore. Nel campo delle medie potenze sono disponibili gli impianti a fluidi organici (ORC, Organic Rankine Cycle) e motori a combustione interna, mentre per impianti di piccola taglia (10-100 kW) vengono commercializzati alcuni motori a ciclo Stirling.

Le tecnologie basate sulla gassificazione, pur molto promettenti in termine di rendimento, non hanno di fatto ancora raggiunto un sufficiente livello di maturità industriale. Tale tecnologia ha il vantaggio di produrre un gas di sintesi (syngas) che può essere utilizzato in sistemi ad alta efficienza e a basse emissioni inquinanti come le turbine a gas, le celle a combustibile e i cicli combinati gas/vapore.

Riepilogo delle tecnologie disponibili e relativi rendimenti¹

Piccole potenze (5-1000 kW)	Medie potenze (1-5 MW)	Elevate potenze (5-50 MW)
Caldaie a ciclo Stirling $\eta_{el} = 12-25\%$, $\eta_t = 65-75\%$	Caldaie/Gassificatori ciclo ORC/Rankine $\eta_{el} = 15-23\%^*$, $\eta_t = 60-80\%$	Caldaie/Gassificatori ciclo Rankine $\eta_{el} = 25-30\%$
Caldaie a ciclo ORC $\eta_{el} = 18-20\%$, $\eta_t = 75-80\%$	Gassificatori ciclo Brayton	Gassificatori ciclo Brayton/combinato $\eta_{el} = 38-50\%$
Gassificatori ciclo ORC/Rankine	Turbine a gas di taglia medio piccola $\eta_{el} = 25-40\%$, $\eta_t \approx 50\%$	Motori a combustione interna $\eta_{el} \approx 45\%$, $\eta_t = 40-70\%$
Motori a combustione interna $\eta_{el} = 25-40\%$, $\eta_t = 42-63\%$	Motori a combustione interna $\eta_{el} = 40-42\%$, $\eta_t = 42-48\%$	
Micro turbine a gas $\eta_{el} = 25-30\%$, $\eta_t = 45-55\%$		

*I rendimenti elettrici più bassi (15-18%) sono a favore dei cicli ORC

Le centrali termoelettriche convenzionali a vapore specificatamente concepite per l'alimentazione con biomasse operano generalmente con potenze elettriche nette dell'ordine di 10-20 MW e rendimenti dell'ordine del 25-28%. Rendimenti più elevati, confrontabili con quelli delle centrali termoelettriche a vapore alimentate con carbone (40-44%) potrebbero essere conseguiti solo con impianti di taglia maggiore (300-400 MW), di fatto improponibili in relazione alla pratica impossibilità di approvvigionamento delle biomasse entro raggi di raccolta ragionevoli. Laddove possibile, la situazione ottimale per valorizzare meglio le biomasse è rappresentata dall'utilizzo in centrali termoelettriche di grande taglia in co-combustione con combustibili fossili convenzionali (carbone), in quanto fornisce vantaggi in termini economici, energetici e logistici.

Per quanto riguarda le tecnologie di conversione energetica e attualmente invalso l'impiego di impianti a vapore che, pur essendo una tecnologia ben collaudata e conosciuta agli operatori del settore risente di bassi rendimenti energetici. La ragione di bassi rendimenti risiede essenzialmente nei modesti valori dei parametri termodinamici del ciclo a vapore e nella estrema semplicità dell'impianto, dovuta alla necessità di contenere i costi di investimento in impianti di potenza relativamente bassa. Il ciclo a vapore, infatti, presenta il solo spillamento di vapore richiesto per l'alimentazione del degasatore (in alcuni casi è al più presente un altro spillamento rigenerativo) e non è presente il risurriscaldamento del vapore.

Il combustore è generalmente del tipo a griglia, anche se iniziano a diffondersi i combustori in letto fluido che, grazie alle minori temperature di combustione, limitano la produzione di NOX.

Tutti gli impianti di produzione elettrica producono inoltre una discreta potenza termica che può essere recuperata in modi diversi:

¹ ENEA-Report RSE/2009/18- Cocco-Palomba-Puddu, "Tecnologie delle energie rinnovabili", SGE Padova;- CTI, apparecchi per la conversione energetica di biogas (2007)

- Scambio termico in uno scambiatore di calore tra il fluido caldo, che esce dalla turbina dopo l'espansione, e il liquido di raffreddamento (impianti dotati di generatori di vapore, cicli combinati gas/vapore);
- Scambio termico tra il generatore (tipo motori a combustione interna) e il liquido di raffreddamento.

Tale fluido, energeticamente dotato ha diverse alternative di utilizzo:

- cedere il calore all'esterno tramite radiatori (soluzione non efficiente);
- autoconsumi all'interno della centrale (solitamente coprono una quota che va dal 20 al 40% del fabbisogno);
- soddisfare richieste termiche prossime alla centrale (serre, lavanderie industriali, utenze domestiche, piscine etc).

Tipo di generatore utilizzabile in base alla biomassa

Tecnologia	Biomasse solide	Biomasse liquide	Biomasse gassose
Caldaie a ciclo stirling	X	X	X
Caldaie a ciclo ORC	X		
Gassificatori ciclo ORC/Rankine **	X		
Motori a vapore*	X	X	X
Motori a combustione interna		X	X
Turbine a gas			X
Micro turbine a gas			X
Turbina a vapore*	X	X	X
Gassificatori a ciclo Brayton **	X		
Gassificatori/caldaie a ciclo combinato **	X		

*Previa produzione del vapore con qualsiasi biomassa; **Produzione di syngas utilizzabile in diversi gruppi termici

5.2 Impianti di riscaldamento alimentati a biomasse

Gli attuali sistemi di riscaldamento alimentati con biomasse solide presentano configurazioni diverse in relazione alla taglia ed al tipo di combustibile impiegato. A seconda della taglia, ovvero della potenza utile prodotta, vengono commercializzate stufe per il riscaldamento dei singoli ambienti con potenze termiche a partire da circa 5-10 kW e caldaie per il riscaldamento di singole unità abitative con potenze termiche a partire da circa 10-20 kW, per arrivare a caldaie destinate a riscaldare edifici di maggiori dimensioni con potenze a partire da circa 100 kW, fino ad arrivare alle grandi caldaie destinate a reti di teleriscaldamento con potenze dell'ordine di alcuni MW.

Negli impianti di minori dimensioni si impiegano di solito combustibili di migliore qualità e di maggiore comodità d'uso come il pellet, mentre negli impianti di taglia maggiore si preferisce utilizzare la biomassa cippata. Nel campo delle caldaie con potenza intermedia si utilizzano a seconda dei casi pellet, cippato o anche legna in ciocchi.

Attualmente i sistemi di produzione di calore da biomasse solide sono:

- caldaie a griglia fissa
- caldaie a griglia mobile

- caldaie a cono rotante
- caldaie a letto fluido
- caminetti:
 - aperti
 - chiusi
- stufe
- caldaie per uso domestico.

Tra i sistemi destinati all'utilizzo domestico a cui corrispondono potenze inferiori (fino a 20 kW), i più usati sono i caminetti aperti. Sono detti così in quanto hanno la camera di combustione a diretto contatto con l'ambiente circostante. Essi hanno rendimenti piuttosto bassi (10-15%), che possono raggiungere il 30-35% nel caso si applichino sistemi di recupero del calore dai fumi che cedano questo calore sotto forma di aria calda.

I caminetti chiusi sono dotati di uno schermo in vetro che separa la camera di combustione dall'ambiente circostante, mentre al loro interno circola l'aria comburente. Sono caratterizzati da rendimenti superiori (fino all'80%).

Le stufe e caldaie a pellet sono costituite dalla caldaia vera e propria, dal sistema di alimentazione del pellet e dal serbatoio di stoccaggio. Nel caso delle stufe tali elementi si ritrovano integrati in un unico componente mentre nel caso delle caldaie di maggiori dimensioni il locale caldaia è in genere separato da quello di stoccaggio del combustibile.

Dal punto di vista operativo (rendimento, emissioni, sporco, etc.), la caldaia funziona meglio se lavora in condizioni non troppo lontane da quelle nominali. Piuttosto che sovradimensionare il sistema è preferibile prevedere la presenza di una caldaia a gas o a gasolio con il compito di integrare semplicemente la richiesta termica nelle situazioni più gravose. I rendimenti di queste caldaie sono del tutto confrontabili con quelli delle caldaie convenzionali, 85-90%.

Le caldaie a cippato sono fondamentalmente costituite dagli stessi componenti delle caldaie a pellet, la principale differenza è data dalla maggiore eterogeneità del combustibile che comporta maggiori complicazioni impiantistiche, soprattutto a carico del sistema di regolazione e controllo, cosicché tali caldaie sono più adatte a sistemi di taglia più elevata (solitamente a partire da circa 100-200kW, mentre non esiste di fatto un vero e proprio limite superiore).

Le caldaie per legna in ciocchi hanno solitamente potenze che vanno da circa 20-30 kW fino a 100-200 kW, e sono pertanto adatte ad utenze mono-familiari o pluri-familiari. Tali caldaie vengono anche denominate caldaie a fiamma inversa, in quanto l'aria comburente, che viene inviata in camera di combustione mediante un apposito ventilatore, attraversa dall'alto al basso il vano del combustibile. In questo modo la legna brucia progressivamente a partire dal momento in cui raggiunge la griglia disposta sul fondo del vano di carico del combustibile. Anche le moderne stufe a legna sono dotate di sistemi di regolazione, controllo automatici e accumulatori inerziali, offrono inoltre rendimenti confrontabili con quelli delle caldaie convenzionali.

5.3 Panoramica impianti alimentati con biomasse solide

Ptermica < 1MW	1 -5 MW	5-50MW	50-200MW
Caldaie a griglia fissa $\eta \leq 80\%$	Caldaie a griglia fissa $\eta \approx 80\%$	Caldaie a griglia mobile $\eta \leq 85\%$	Caldaie a griglia mobile $\eta \leq 85\%$
	Caldaie a cono rotante $\eta = 80-85\%$	Caldaie a cono rotante $\eta = 80-85\%$	Caldaie a letto fluido $\eta \geq 85\%$
		Caldaie a letto fluido $\eta \geq 85\%$	
Caldaie / stufe per piccole utenze e singoli edifici			
$\leq 20 \text{ kW}$	100-500 kW	500-1000 kW	
Caminetti aperti $\eta = 10-15\%$	Caldaie a cippato $\eta = 85-90\%$	Caldaie a cippato $\eta = 85-90\%$	
Caminetti aperti con recupero del calore dai fumi $\eta = 30-35\%$	Caldaie a legna $\eta = 85-90\%$		
Caminetti chiusi $\eta \leq 80\%$	Stufe e caldaie a legna a tiraggio forzato $\eta \leq 80\%$		
Stufe e caldaie a pellets $\eta = 85-90\%$			
Stufe e caldaie a legna a tiraggio naturale $\eta = 55-70\%$			

Anche le biomasse liquide mostrano avere un potenziale sviluppo nella produzione di calore. Tra i bioliquidi è il biodiesel che meglio si presta all'utilizzo per la produzione di calore: in particolare sostituendo il gasolio nelle caldaie. Carraretto et al. hanno rilevato notevoli vantaggi dell'uso del biodiesel puro in caldaia, previa sostituzione del bruciatore, relativamente ai maggiori rendimenti ottenibili (89-92% contro 83-87% rilevato con gasolio) per di più costanti nel tempo. Anche rispetto alle emissioni di ossidi di azoto l'uso di biodiesel è nettamente positivo (Casalini et al., 2000), anche utilizzato in miscela col gasolio grazie alla loro perfetta miscibilità. Nelle caldaie avviene la combustione del combustibile, il calore che si sviluppa riscalda il fluido termovettore (aria o acqua), che viene poi fatto circolare. Sono costituite da un corpo caldaia che ha una camera di combustione in acciaio o in ghisa, da un bruciatore, da una serie di tubi (tubi di fumo) attraverso i quali i fumi caldi prodotti dalla combustione scaldano il fluido termovettore e da un involucro esterno di materiale isolante protetto da una lamiera che limita la dispersione di calore.

Anche il bioetanolo può essere utilizzato per la produzione di calore in ambito domestico in appositi caminetti, i quali sono sprovvisti di canna fumaria e perciò non c'è dispersione di calore attraverso di essa, con valori di rendimento molto elevati.

5.4 Bioliquidi

Una delle grandi sfide che negli ultimi decenni hanno coinvolto la ricerca scientifica dei paesi industrializzati maggiormente energivori è stata quella di produrre biocarburanti liquidi in sostituzione di quelli petroliferi.

Negli anni sono stati sviluppati diversificati processi di produzione in funzione delle biomasse di partenza e del combustibile ricercato. I principali biocarburanti liquidi sono il bioetanolo, il biodiesel, e gli oli vegetali puri. Tutti i biocarburanti possono sostituire i derivati petroliferi sia nelle centrali termoelettriche per la produzione di calore ed elettricità sia come combustibile nei più vari impianti termici, sia come carburante per autotrazione.

In funzione del livello di sviluppo tecnologico e della maturità industriale e commerciale della filiera produttiva i biocarburanti vengono classificati in generazioni:

- prima generazione: è quella di attuale impiego industriale, con costi competitivi rispetto a quelli delle fonti fossili e che impiega coltivazioni agricole alimentari convenzionali quali:
 - colture zuccherine ed amidacee per la produzione di bioetanolo;
 - colture oleaginose come soia, colza, girasole, palma da olio per la produzione di oli vegetali che trans-esterificati producono biodiesel.
- Seconda generazione: è allo stadio preindustriale e consente di produrre, con l'impiego di molteplici tecnologie, biocarburanti partendo da colture non alimentari quali alberi a crescita veloce, piante erbacee e rifiuti ricchi di carbonio. La conversione si effettua con processi di tipo:
 - Biochimico: idrolisi del materiale lignocelluloso e fermentazione degli zuccheri ottenuti per avere etanolo e metanolo;
 - Termochimico: gassificazione delle masse lignocellulose per ottenere syngas e trasformazione di quest'ultimo in carburante liquido (alcani e alcheni) con il metodo Fischer-Tropsch.
- terza generazione: è allo stadio di ricerca e sviluppo e consentirà di produrre, a resa elevata, olio vegetale, da macro e microalghe, in alcuni casi geneticamente modificate, da convertite in carburante liquido.

5.4.1 I Biocarburanti per i trasporti¹

La produzione di biocarburanti rappresenta in molti Paesi europei ed extraeuropei una realtà diffusa e consolidata da diversi anni ed alimenta un mercato in continua espansione. Il quantitativo di biocarburanti immessi al consumo nel 2009 - è stato pari al 4% dei consumi totali di carburanti per i trasporti nell'Unione Europea. In Italia, dopo molti anni di stasi, il mercato è attualmente in forte espansione a causa delle crescenti percentuali di incorporazione obbligatoria stabilite dalla più recente legislazione al riguardo (4% come equivalente in valore energetico per il 2011, con una crescita prevista dello 0,5% annuo fino al 2013). In accordo con quanto stabilito dalla Direttiva n. 30 del 2009 sulla qualità dei carburanti, biodiesel e bioetanolo (quest'ultimo esclusivamente come ETBE) sono immessi al consumo previa miscelazione con

¹ Quaderno-ENEA-"Biomasse e Bioenergia"- luglio 2011

benzina e gasolio, entro i limiti massimi rispettivamente del 7% in volume per il biodiesel e del 22% per l'ETBE. Dal 1 gennaio del 2011 è consentita anche la miscelazione nella benzina di etanolo fino al 10% in volume, a patto che tale aggiunta non determini il superamento dei valori massimi previsti per le perdite evaporative per le singole percentuali di aggiunta.

Tutti i biocarburanti liquidi attualmente prodotti e distribuiti su larga scala sono ricavati quasi esclusivamente da prodotti agricoli come canna da zucchero, mais ed altri cereali, barbabietole ed alcune colture oleaginose, ma l'elevata richiesta di terreno agricolo da destinare a tali produzioni comporta, come diretta conseguenza, la necessità di ricorrere a massicce importazioni di materia prima e/o prodotto finito, soprattutto etanolo, da Paesi terzi. In Italia, la produzione industriale di biodiesel è stata avviata fin dal 1993, e l'industria del settore può attualmente (2011) contare su una capacità produttiva pari a 2.395.240 t/anno, di cui 300.000 relative ad impianti in corso di realizzazione. L'industria nazionale dei biocarburanti nel 2010 ha prodotto 731.844 t di biodiesel e 46.295 t di bioetanolo (fonte: Assocostieri - Unione Produttori Biocarburanti, 2011).

A livello europeo, l'Italia è il quarto produttore di biodiesel, dopo Germania, Francia e Spagna, ma l'esistenza di agevolazioni all'esportazione in alcuni Paesi extraeuropei ha determinato una sempre maggiore convenienza da parte dell'industria petrolifera ad approvvigionarsi di biodiesel da produttori stranieri, al punto che, a fronte di una produzione sostanzialmente stabile, la crescente richiesta da parte del mercato è stata soddisfatta in misura sempre più rilevante dalle importazioni.

Se però, in un contesto di nuove e più forti esigenze di diversificazione delle fonti energetiche e di contenimento delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra, si dovesse arrivare ad introdurre sul mercato i quantitativi di biocarburanti richiesti dall'applicazione della Direttiva RES¹, allora la duplice esigenza di ridurre significativamente i costi di produzione e di ottimizzare l'uso del territorio, in modo da non dar vita ad una pericolosa competizione con le produzioni alimentari, imporrebbe lo sviluppo di filiere produttive alternative alle attuali per ottenere nuovi tipi di biocarburanti diversi da quelli oggi presenti sul mercato, comunemente indicati come "biocarburanti di seconda generazione".

Denominatore comune di queste filiere è l'uso, come materia prima, di substrati generalmente non utilizzabili a fini alimentari (materiali lignocellulosici, oli e grassi non commestibili ecc.) o prodotti comunque in aree diverse da quelle tradizionalmente destinate alle produzioni agricole convenzionali (microalghe).

Le attività di *ricerca e sviluppo tecnologico* sulla produzione di biocarburanti di seconda generazione riguardano sia i possibili processi di conversioni termochimici e biochimici di materiali lignocellulosici quali, rispettivamente, la gassificazione in idrogeno e ossido di carbonio e la fermentazione dei carboidrati a etanolo, sia la produzione di idrogeno per via fermentativa da biomasse umide e di biocombustibili e biocarburanti da colture di microalghe. Più in particolare:

- sperimentazione di filiere innovative per la produzione di etanolo da biomasse agroforestali e colture da biomassa legnose ed erbacee poliennali (miscanto, panico ecc.), che non entrano in competizione diretta con il settore alimentare, essendo anche più diffuse e disponibili, con il parallelo sviluppo di processi biotecnologici innovativi di conversione delle suddette biomasse basati su pretrattamenti ad alta efficienza e compatibilità ambientale, idrolisi enzimatica, fermentazione, separazione e recupero dell'alcol;

¹ DIRETTIVA 2009/28/CE



-
- gassificazione della biomassa mediante diverse tipologie di reattori e agenti gasificanti. Sono disponibili per tali attività impianti pilota basati su gassificatori a letto fisso, bollente, ricircolante fino a 1MW di potenza termica. Vengono sperimentati l'uso di catalizzatori e di materiali assorbenti nelle camere di gassificazione, sistemi di purificazione del gas di sintesi dalle peci organiche, l'effetto di agenti gasificanti più o meno ricchi di ossigeno, l'idrogassificazione;
 - attività di ricerca e sviluppo tecnologico relative alla produzione di energia e biocombustibili da colture di microalghe e altri microrganismi fotosintetici comprendono attività di studio, progettazione, realizzazione e gestione sperimentale di sistemi e impianti pilota, nella prospettiva della realizzazione di colture massive su larga scala e tenendo conto dei bilanci energetici ed economici, nonché dei possibili impatti ambientali e della concorrenza con altre produzioni;

studi e analisi di fattibilità tecnica per la sintesi di idrocarburi liquidi analoghi al gasolio mediante conversione catalitica del syngas ottenuto da impianti di gassificazione.

6. Disponibilità di Biomasse e biogas e stima delle potenzialità energetica

Nel perseguimento del disegno strategico precedentemente tracciato sono stati formalmente coinvolti i soggetti istituzionali detentori dei dati e delle informazioni di rilievo relativamente a:

- Estensione, tipologia, rese e localizzazione delle colture energetiche attualmente praticate;
- Aree agricole suscettibili di essere impiegate per la produzione di biomasse con finalità energetiche;
- Produttività medie attese per tipologia di coltura e condizioni locali (t/ha);
- Quota parte del territorio ad uso agricolo potenzialmente destinabile a colture convertibili in biocarburanti (oleaginose e non), identificazione geografica delle aree potenziali e stima della produttività (t/ha e % olio);
- Stima di scarti e residui che attualmente non trovano impiego nei processi di trasformazione di settore e che costituiscono al momento, nel caso più generale, un problema che la finalizzazione energetica potrebbe trasformare in risorsa (quantità, tipologia, localizzazione ed eventuale loro attuale finalizzazione energetica e non), con particolare riferimento a:
 - settore zootecnico;
 - lavorazioni agroindustriali;
 - Frazione organica convertibile in termini energetici, derivante dai sistema di gestione dei rifiuti e dai sistema di depurazione delle acque (quantità, tipologia, localizzazione ed eventuale loro attuale finalizzazione energetica e non);
 - Biomassa forestale sia attualmente ritraibile dai processi gestionali del patrimonio forestale regionale sia dalle aree a destinazione silvo-colturale e loro potenziale sviluppo con particolare riferimento alle tecniche di SRF (quantità, tipologia, localizzazione ed eventuale loro attuale finalizzazione energetica e non);
 - Scarti di biomassa dalle lavorazioni del legno e affini (quantità, localizzazione ed eventuale loro attuale finalizzazione energetica e non).

Sono stati avviati i contatti con alcune associazioni di categoria allo scopo di integrare e dove necessario sostituire, il quadro conoscitivo istituzionale con i dati in possesso degli operatori di settore.

Una volta delineato il quadro delle risorse attuali disponibili e potenziali, distinto per tipologia, quantità e localizzazione, conseguentemente al delineato quadro strategico, si procederà, una volta dedotte le risorse già impegnate (in impianti operativi o programmati), ad individuare le possibili opzioni di valorizzazione, con l'obiettivo di:

- Favorire un impiego termico dell'energia;
- Individuare i distretti in funzione sia della disponibilità della risorsa sia della presenza di domanda termica;
- Privilegiare la filiera corta;
- Privilegiare gli impianti di piccola e media taglia distribuiti nel territorio e finalizzati all'autoconsumo energetico degli utenti.

Per le informazioni non disponibili in modo diretto e/o incomplete si procederà con le stime del contributo atteso dalle biomasse, per la produzione di energia nelle varie forme possibili, sulla base di informazioni e dati disponibili contenuti nei più recenti documenti ufficiali e/o pubblicazioni scientifiche.

L'esito delle indicate stime e valutazioni sarà sinteticamente rappresentato nei seguenti paragrafi.

6.1 Potenziale sviluppo del settore agro energetico

6.1.1 Tendenze e prospettive dei consumi agro-alimentari – potenziale conflitto con le filiere bioenergetiche¹

Livello e composizione dei consumi alimentari sono sottoposti a incessanti mutamenti indotti dalle co-evoluzioni di demografia, disponibilità di risorse agricole e reddito disponibile. La popolazione totale dovrebbe raggiungere 9,3 miliardi di persone nel 2050, per poi continuare a crescere, sia pure a un tasso decrescente, fino al 2100 circa. In quel periodo il tasso di crescita dovrebbe essere prossimo allo zero. Ci si attende che quasi tutto l'aumento si verifichi nei Paesi in via di sviluppo. I Paesi sviluppati dovrebbero cominciare a mostrare una riduzione assoluta della popolazione intorno al 2040, mentre nello stesso periodo l'Asia orientale dovrebbe cominciare a presentare una crescita negativa. Attorno alla fine del secolo l'unica regione del mondo in cui la popolazione potrebbe continuare a crescere è l'Africa Sub-Sahariana. In alcuni Paesi di questa regione la popolazione potrebbe diventare da 3,5 a 7 volte più grande rispetto al livello del 2005-07. L'altra determinante principale del consumo che si considera qui è l'evoluzione attesa del reddito. In base alle previsioni formulate recentemente dalla Banca Mondiale la crescita su scala globale dovrebbe attestarsi attorno al 2,9% per anno in termini reali nel periodo che va dal 2005 al 2050. Nei Paesi in via di sviluppo la crescita media dovrebbe attestarsi al 5,2% annuo, mentre nei Paesi sviluppati il tasso atteso è dell'1,6%. In termini pro-capite questo corrisponde a una crescita del 2,2% annuo fino fra il 2005 e il 2050.

Sia il Pil che il reddito pro-capite, dunque, dovrebbero crescere più rapidamente nei Paesi in via di sviluppo rispetto ai Paesi sviluppati. Questo ha un impatto diretto sul livello e sulla composizione dei consumi, che ci si attende continui ad essere più rapido nel primo di questi gruppi di Paesi rispetto al secondo. Il consumo alimentare costituisce probabilmente la componente più stabile della domanda di beni agroalimentari, soprattutto se valutata in termini reali o fisici, e in termini pro-capite. Il consumo pro-capite ha raggiunto le 2.770 Kcal/persona/giorno nel periodo 2005/07. Questa grandezza era pari a 2.370 Kcal/persona/giorno nei primi anni Settanta.

Guardando ai prossimi decenni, in media, ci si attende che il consumo mondiale si avvicini alle 2.860 Kcal/persona/giorno nel 2015, per superare le 3.000 nel 2050. Il cambiamento nella media generale riflette soprattutto l'aumento nei Paesi in via di sviluppo, che nel complesso passerebbero dalle 2.619 del 2005/07 al poco meno di 3.000 nel 2050.

Questa crescita si associa, nelle proiezioni, a un aumento del tenore di grassi, zuccheri, sale e carboidrati semplici. In termini globali questa dinamica corrisponde a una crescita assoluta molto importante dei volumi.

¹ "Tendenze e prospettive dei consumi agro-alimentari mondiali nel lungo periodo". Piero Conforti (FAO)-Quaderni gruppo 2013-workshop-Roma, 27 settembre 2011

Nel 2050, secondo le proiezioni della Fao, il mondo consumerebbe in più, ogni anno, un miliardo di tonnellate di cereali, poco meno di 200 milioni di tonnellate di carni, circa 660 milioni di tonnellate di radici e tuberi, 172 milioni di tonnellate di soia, 429 milioni di tonnellate di frutta e 365 milioni di tonnellate di vegetali. In termini aggregati questo corrisponde ad una crescita del 60% rispetto ai volumi registrati nel 2005-07. La maggior parte dei cambiamenti che ci si aspetta nelle diete dei Paesi in via di sviluppo si può sintetizzare come un aumento della quantità di prodotti di origine animale (carni, lattiero caseari e uova), degli oli e dei grassi di origine vegetale e dello zucchero. I cereali rimangono una delle prime fonti di alimentazione nella maggior parte del mondo.

Fra i tipi di carni, il pollame ha mostrato una performance straordinaria e così anche la carne di maiale. La carne dei ruminanti ha invece mostrato una flessione. I Paesi che hanno mostrato la crescita maggiore negli scorsi decenni sono stati soprattutto la Cina, la Corea del Sud, la Malesia, ma anche il Cile, il Brasile e gran parte della regione mediorientale. Per i decenni a venire ci si attende un rallentamento della dinamica del comparto, sia pure associato ad aumenti notevoli dei volumi. I semi oleosi e i loro derivati costituiscono attualmente uno dei comparti più complessi e dinamici dell'agroalimentare mondiale, e ci si attende che essi continuino a rivestire questo ruolo in futuro. La crescita è stata trainata nei decenni scorsi dalla domanda alimentare, soprattutto nei Paesi emergenti, ma anche da quella per l'alimentazione zootecnica, nonché da una lunga serie di utilizzi industriali (da parte dell'industria delle vernici, dei detergenti, dei lubrificanti) fra cui il biodiesel.

Infine, il consumo di tuberi e radici, che costituiscono attualmente la base dell'alimentazione della popolazione più prossima alla sussistenza nei Paesi in via di sviluppo, potrebbero presentare una qualche accelerazione. Sarebbero soprattutto le potenzialità tecniche di molti di tali prodotti – per esempio la cassava – a trainare un maggiore sviluppo dei mercati, che attualmente hanno soprattutto carattere locale. I prodotti di questo gruppo sono utilizzabili sia nelle filiere alimentari (farine) che zootecniche, nonché dei bio-carburanti.

Alle cifre presentate non è possibile associare elementi probabilistici, a causa della lunghezza del periodo di riferimento, da un lato, e della metodologia previsionale utilizzata. È possibile, tuttavia, discutere degli elementi incerti che potrebbero far cambiare sostanzialmente il quadro delineato. Ci limitiamo qui a prendere in considerazione due elementi di incertezza:

- le proiezioni sulla popolazione
- il possibile sviluppo ulteriore della produzione di bio-carburanti a partire da materie prime agricole.

In particolare il mercato dei biocarburanti ha registrato una domanda di prodotti agricoli da parte delle filiere bioenergetiche che è cresciuta molto rapidamente negli anni passati, triplicando circa fra il 2000 e il 2007. È noto che buona parte di tale sviluppo è stato guidato dalle politiche di alcuni Paesi, come gli obiettivi di miscelazione.

Un ruolo ha giocato anche la crescita dei prezzi dell'energia verificatasi negli ultimi anni.

Le proiezioni presentate qui fanno riferimento a un criterio di "minimo". L'idea è che le filiere bioenergetiche continuino a rispondere, nella maggior parte dei casi, soprattutto alle politiche, e che le condizioni di convenienza economica rimangano quelle attuali. Attualmente l'uso di prodotti agricoli nelle filiere

bioenergetiche è economicamente conveniente solo in pochi Paesi al mondo, come avviene, per esempio, nel caso della trasformazione dello zucchero in etanolo in Brasile. Questa ipotesi porta a concludere che la domanda di prodotti agricoli per uso bioenergetico dovrebbe rimanere prossima al livello attuale.

Tuttavia, questo quadro potrebbe cambiare in futuro in almeno tre modi:

- Primo: più Paesi potrebbero decidere di seguire la strada delle politiche di miscelazione obbligatoria, data la necessità di diminuire le emissioni di gas a effetto serra.
- Secondo: se i prezzi dell'energia crescessero significativamente, questo renderebbe, sia pure entro certi limiti, più conveniente l'uso di prodotti agricoli nelle filiere bioenergetiche. Ne potrebbe derivare un aumento molto rapido delle quantità di prodotti agricoli assorbiti dal mercato dei biocarburanti, poiché l'energia è un bene con elasticità-prezzo certamente molto più alta rispetto al cibo.
- Terzo: le condizioni tecnologiche potrebbero cambiare, affrancando le filiere bioenergetiche dalla competizione con il mercato dei prodotti alimentari: potrebbe diventare economicamente conveniente estrarre combustibili da piante non alimentari, magari in grado di crescere su terreni marginali, o da altri residui biologici.

6.1.2 Evoluzione dei consumi alimentari in Italia¹⁻²

La spesa media per consumi della famiglia italiana è allineata a quella delle famiglie dei Paesi europei più sviluppati e significativamente superiore a quella dell'Ue a 27, mentre leggere differenze ancora persistono nella composizione interna dei panieri di spesa. Per effetto delle diverse elasticità della spesa alimentare rispetto al reddito – i beni-necessari crescono meno che proporzionalmente all'aumentare del reddito, di contro la dinamica dei beni non strettamente necessari, definiti beni "superiori", mostrano una maggiore reattività alla crescita del reddito – alcuni consumi (pesce, bevande, frutta e verdura) accrescono la loro importanza relativa nella dieta delle famiglie mentre altri subiscono un ridimensionamento (pane, cereali, latte, formaggi, uova). I consumi di carne e salumi, dopo una fase di forte espansione nel primo ventennio postbellico, negli anni Settanta registrano una stasi, per poi perdere peso dal decennio successivo in poi anche per effetto della rivalutazione di modelli alimentari legati alla dieta mediterranea. Se le previsioni attuali di crescita zero o lentissima per molti anni ancora dovessero avverarsi; se la bassa crescita si assocerà ad un drastico ridimensionamento della spesa pubblica, in particolare delle risorse destinate a sostenere il welfare; se continuerà la redistribuzione del reddito a sfavore dei ceti meno abbienti, è assai probabile una cristallizzazione delle tendenze attuali connotate dallo scivolamento verso il basso delle spese alimentari delle famiglie povere e con modesto potere d'acquisto.

In un quadro in cui una correzione delle finanze pubbliche è improcrastinabile, non possono essere escluse inversioni nella tendenza della propensione al consumo da parte delle famiglie: l'elevata incertezza sullo stato dell'economia, le tensioni sui rendimenti di titoli di Stato, l'andamento cedente del mercato azionario e

¹ "Consumi alimentari delle famiglie italiane: trend strutturali e congiunturali"- Domenico Cersosimo (Università della Calabria e Gruppo 2013) Quaderni gruppo 2013-workshop-Roma, 27 settembre 2011.

² "L'evoluzione strutturale dei consumi alimentari in Italia"- Donato Romano* (Università di Firenze e Gruppo 2013), Quaderni gruppo 2013-workshop-Roma, 27 settembre 2011

la stagnazione dell'immobiliare hanno comportato una riduzione della ricchezza e delle aspettative di reddito percepite come strutturali dalle famiglie italiane. In questo quadro la spesa alimentare dovrebbe continuare a diminuire. Questo andamento caratterizza un po' tutte le principali voci, con contrazioni più ampie per la carne e per i grassi vegetali, effetto anche di un progressivo mutamento delle abitudini alimentari, a favore di un'alimentazione più sana.

6.2 Assetto produttivo regionale e potenziali sviluppi per il settore agro-energetico

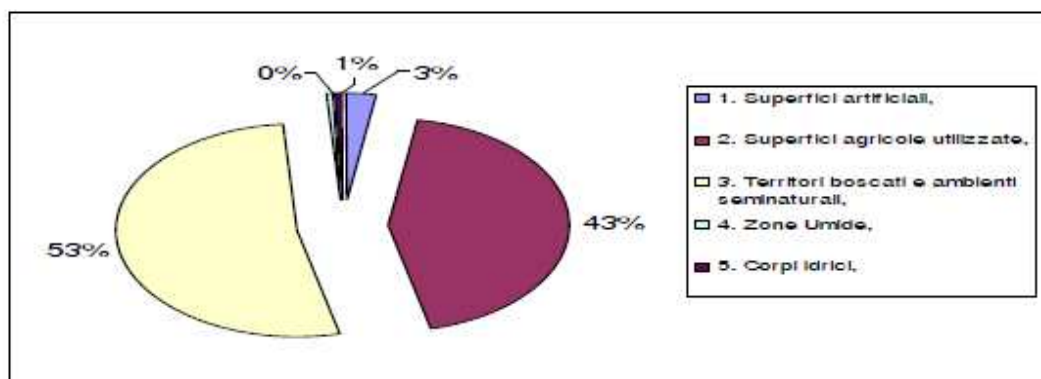
In base alle macro-categorie previste dal Corine Land Cover per descrivere la destinazione d'uso del territorio, la Regione Sardegna è caratterizzata dall'avere una elevata superficie di terreni boscati e ambienti seminaturali e una estesa superficie agricola utilizzata.

Con riferimento all'anno 2000, risulta che il 96% ¹dell'intero territorio regionale ricade all'interno delle due precedenti macro-categorie.

In particolare il 53% della superficie è occupata da territori boscati e ambienti seminaturali contro il 42% calcolato a livello Italia, e il 43% dalle superfici agricole utilizzate contro il 52% calcolato a livello Nazionale.

Il 3% del territorio regionale è interessato da superfici artificiali edificate che comprendono le infrastrutture viarie, edifici residenziali, commerciali e industriali. Di poco superiore il valore per la stessa categoria calcolata a livello Italia.

Le categorie definite "zone umide" e "corpi idrici" hanno un peso del tutto marginale compreso tra lo 0% e l'1%, perfettamente in linea con i valori calcolati a livello nazionale.



Fonte: Corine Land Cover 2000

Dal punto di vista dinamico, il confronto temporale tra i dati riferiti al 1990 e quelli del 2000 evidenziano una sostanziale stabilità nell'uso del suolo regionale. Le superfici artificiali hanno leggermente incrementato la loro estensione passando da circa 55 mila ettari a 66,7 mila ettari. In leggero aumento anche le superfici relative ai terreni boscati e ambienti seminaturali passata da 1.235 mila ettari nel 1990 a 1.275 mila ettari del 2000. Questi incrementi sono avvenuti a discapito delle superfici agricole utilizzate, che hanno registrato una riduzione in tutte le loro componenti, passando da 1.105 mila ettari a circa 1.000 mila ettari.

¹ Programma di Sviluppo Rurale 2007 – 2013 – All. 1 "Analisi di contesto"

Prima di stimare l'estensione delle superfici oggetto di possibile coltura agro energetiche, è necessario premettere alcune considerazioni fondate sul disegno di sviluppo sostenibile del territorio regionale che motivano l'assunzione di limiti nello sviluppo del settore agro-energetico.

L'intento di stimare il potenziale di sviluppo del settore di interesse non persegue obiettivi che possano implicare trasformazione radicale del territorio e dell'organizzazione del sistema agricolo e rurale per massimizzare la produzione di biomassa. Fatto salvo il vincolo agente sulle aree naturali-seminaturali e protette e su quelle occupate dai boschi naturali, poiché non suscettibili di trasformazioni agrarie e di sfruttamento con la pratica agricola intensiva, anche per le restanti aree agricole si assumeranno ipotesi di sviluppo coerenti con i programmi di sviluppo europei, nazionali e regionali.

Nonostante nell'ultimo decennio si sia registrata una certa riduzione del patrimonio zootecnico ovi-caprino, le aree occupate dai pascoli naturali, sia perché funzionali all'allevamento zootecnico estensivo, sia per la loro possibile riconversione nel corso del tempo a coltivazioni agraria, non saranno oggetto di proposte di trasformazione produttiva anche in considerazione del fatto che trattasi in genere di superfici poco profonde e di limitata potenzialità produttiva.

In tale prospettiva, orientata verso la limitazione delle trasformazioni che incidono sulla struttura storica dell'assetto produttivo agricolo regionale, si ritiene di escludere da possibili ipotesi di riconversione anche le superfici utilizzate per le coltivazioni arboree poliennali come l'olivicoltura e la viticoltura. In considerazione anche del tipo di tecnologia agraria adottabile per le coltivazioni agro energetiche, la possibilità della loro estensione è quindi indirizzata soprattutto alle aree pianeggianti o leggermente collinari dei seminativi, mentre saranno da escludere tutte le aree ad elevata pendenza, che non sono adatte all'impiego di una adeguata meccanizzazione delle pratiche colturali¹.

Il mondo agricolo può inserirsi nella produzione di energia da biomasse valorizzando gli scarti ed i sottoprodotti delle coltivazioni agrarie o realizzando colture dedicate. Lo sviluppo delle colture dedicate, richiedendo una minore disponibilità di fertilizzanti e diserbanti rispetto alle coltivazioni più diffuse, può influire positivamente sull'inquinamento dei terreni e delle falde acquifere; inoltre può contribuire alla conservazione del suolo preservandolo da fenomeni erosivi superficiali; può migliorare la qualità del paesaggio con la diversificazione delle colture e inoltre può rappresentare una fonte alternativa di reddito per il mondo agricolo. L'estensione delle colture energetiche dedicate su superfici di rilevante estensione può porre il problema della competizione tra uso del terreno a fini alimentari con quello a fini energetici. Le specie bioenergetiche devono perciò scegliersi in base alle caratteristiche dell'ambiente di coltivazione, in modo da massimizzare l'uso delle risorse naturali disponibili e minimizzare l'intensificazione colturale. Poiché la produttività delle piante dipende non solo dal potenziale genetico ma anche dalle condizioni in cui si opera, particolare rilievo assume il fatto che tra i principali fattori ambientali limitanti in Sardegna rientra la disponibilità d'acqua.

¹ Per l'ISTAT, ad esempio, per le colture legnose a ciclo breve si tratta di piantagioni generalmente coetanee e monospecifiche od oligospecifiche, localizzate in aziende agricole su terreni fertili, pianeggianti o poco pendenti e comunque facilmente accessibili dai mezzi meccanici.

6.2.1 Potenziale sviluppo delle colture di tipo cerealicolo e oleaginoso

Conseguentemente a quanto sopra illustrato viene individuato quale territorio suscettibile di produzione agro-energetica, soprattutto quello in cui trovano maggiore diffusione i cereali e le oleaginose. Questo anche in ragione del fatto che, in queste aree, importanti quote di superficie seminabile sono risultate nel tempo destinate alla pratica del maggese, o alla coltivazione estemporanea di erbai foraggeri, azione che potrebbe essere sostituita, almeno in parte, dall'introduzione di colture alternative agro energetiche; ciò trova giustificazione, almeno in alcune porzioni del territorio isolano, anche nella perdita della coltivazione della barbabietola, che fino al 2005 era una tra le poche colture da rinnovo praticate.

Considerando l'andamento delle superfici agricole utilizzate a cereali, quindi, partendo dalla constatazione che la SAU 1999÷2010, secondo i dati ISTAT è rimasta pressoché costante attestandosi su ca. 1,5 milioni di ha, si nota una diminuzione con uno step significativo tra il '99 ed il 2008 ed un altro tra il 2008 ed il 2010, registrando un calo, prima, di ca. 37 mila ha e, dopo, di c.a. 97 mila ha in complesso.

Premesso che il contesto mondiale prossimo futuro sarà allo stesso tempo più concorrenziale e più volatile dovuto all'effetto congiunto dell'aumento della domanda alimentare, della creazione di nuovi sbocchi non alimentari e del cambiamento climatico, i produttori, a livello mondiale, dovrebbero essere pronti a fornire più cereali, nonché più colture industriali, tipo semi oleosi e colture proteiche, solo in alcune zone e nei limiti dettati dall'andamento dei prezzi dei cereali, per rispondere alla domanda dei mercati. Per fare ciò, è indispensabile che i prezzi di mercato garantiscano ai produttori la possibilità di rispondere in modo sostenibile a tale domanda.

Il fatto che sia stato abolito il *tasso di ritiro obbligatorio dei terreni*, (set aside), permetterà di liberare delle superfici per rispondere all'aumento della domanda anche a fini non alimentari, in particolare per la produzione di biomassa a fini energetici e di biocarburanti, riconosciuti dai governi degli stati dell'UE come obiettivi politici prioritari per ridurre la dipendenza energetica dell'UE stessa e per rispondere alla lotta contro l'effetto serra (Praesidium - COPA 2007).

A giudicare l'andamento del mercato e considerando le politiche comunitarie in atto, si può ammettere, in via previsionale e cautelativa, che la domanda di cereali andrà quindi ad aumentare con l'effetto che parte (o tutte) delle superfici prima a cereali, impiegate poi ad uso foraggero con erbai, prati e pascoli temporanei, possano riprendere il loro originario utilizzo a cereali in una proporzione che riteniamo possa essere quella del livello del 2008 (ca. 116.000 ha). Tali superfici andrebbero a sottrarsi alla quota attuale dei terreni impiegati a erbai, prati e pascoli, derivanti dall'abbandono della coltivazione dei cereali tra il '99 ed il 2010, ed in particolare dal 2008 al 2010. La nostra tesi, del resto avvalorata dai tecnici Laore (maggio 2012) circa i cereali e le foraggere, secondo cui le minori superfici a cereali (ca. 90.000 ha), a colture industriali (oleaginose e proteiche), a vite ed ortive di piena aria, sono state compensate dall'aumento di quelle foraggere a erbai, prati e pascoli temporanei, trovano conforto nella coincidenza numerica secondo cui l'aumento della superficie foraggera complessiva è pressoché corrispondente alla diminuzione delle superfici afferenti alle suddette colture tra il '99 ed il 2010 (135.000 ha). Anche dal confronto tra le superfici irrigabili e quelle effettivamente irrigate, fornite dai Consorzi di Bonifica della Sardegna, emerge una differenza pari a ca. 96.000 ha – pressoché corrispondente a quella mancante relativa ai cereali - che si presume quindi possa essere inutilizzata a scopi tradizionali, e che potrebbe invece essere destinata ad usi alternativi agro

energetici. Riteniamo, pertanto, che, esclusa la superficie minima impiegabile a cereali per usi alimentari (pari a ca. 116.000 ha) e considerando invariata la condizione infrastrutturale dei terreni, rimarrebbero ca. 37.000 ha ancora da poter impiegare in usi alternativi agro energetici. Questo dato appare del resto confermato dall'analisi ISTAT che registra come le superfici dei principali cereali (frumento tenero e duro) passino da 78.000 ha del 2008 a 34.000 ha del 2012, con una differenza di 44.000 ha riconvertiti, appunto, ad uso foraggero (erbai, prati e pascoli) e per cui si prevede un loro potenziale utilizzo a usi non alimentari (FER). Nel nostro ragionamento ci teniamo al di sotto di tale dato, prevedendo appunto 37.000 ha in via cautelativa e prudenziale, derivate dalla differenza tra il dato 1999 pari a 153.000 ha e quello del 2008 pari a ca. 116.000 ha.

Vi è da notare anche una sensibile diminuzione delle superfici coltivate a vite che passano da 43.000 ha del '99 a 29.000 ha del 2010. Essendo questo dato riferito ad una coltura poliennale, di per sé quindi poco suscettibile ed adattabile al cambiamento in usi alternativi, sia per l'organizzazione del sistema agricolo su cui sono impennate, sia per l'influenza del succedersi di diverse politiche UE nel comparto, si preferisce non ipotizzarne alcun potenziale riuso ai fini energetici.

Appare infine ragionevole poter considerare anche le superfici prima investite a colture industriali, le quali hanno subito un decremento che, insieme alla grossa parte delle superfici perse a cereali, hanno visto una riconversione a erbai, prati e pascoli temporanei ad uso foraggero e che, stante l'uso non alimentare originario, è possibile possano essere impiegate in modo alternativo a scopi energetici per una quota pari a ca. 20.000 ha.

Si ribadisce, pertanto, in via prudenziale e con le cautele sopra evidenziate, che le superfici storicamente dedicate a cereali potenzialmente impiegabili, escluse quelle ad uso alimentare, a fini agro energetici, abbiano un'estensione pari a 37.000 ha.

Tale ultima previsione potrà essere corretta dall'effetto del mercato sulle attività agricole; poiché se la domanda di prodotto alimentare dovesse aumentare, e quindi il relativo prezzo salire, l'imprenditore agricolo si orienterà in maniera conseguente. La stima dimensionale eseguita può quindi essere soggetta a variazioni in diminuzione o anche in aumento partendo da un valore di stima attuale di trentasettemila ettari (pari al 27% del totale ad usi cerealicoli nel periodo 1999-2010). In questo contesto di sviluppo del settore, i contratti di approvvigionamento della materia prima agricola per gli impianti energetici non risultano gravati da particolari vincoli, nel senso che, mentre l'imprenditore energetico si trova nella necessità di alimentare il proprio impianto con costanza, l'imprenditore agricolo pur impegnandosi a garantire tale alimentazione, ha al momento la possibilità di optare per la destinazione d'uso alimentare qualora la politica dei prezzi del settore agro energetico non dovesse risultare adeguata rispetto all'andamento del mercato alternativo. Per l'attivazione di una vera e propria filiera agro energetica che tuteli anche gli interessi degli operatori agricoli sarà necessario che il prezzo del prodotto agroindustriale conferito sia, di anno in anno, commisurato alla redditività del fondo agricolo garantita dal mercato per l'uso alimentare. La garanzia di adeguata compensazione per l'imprenditore agricolo, è il presupposto essenziale per l'attivazione e lo sviluppo di una effettiva filiera corta in ambito agro energetico.

Merita qualche diverso commento la situazione delle coltivazioni industriali. Il dato ISTAT relativo al 2012, indica in 45 ha l'estensione delle superfici a tali usi dedicate, riferito in particolare alle coltivazioni oleaginose colza e girasole, parte delle quali probabilmente già oggi impegnata dagli impianti a biomassa esistenti.

Sul citato dato previsionale dei 20.000 ha, potenzialmente impiegabili in usi agro energetici, vi è da considerare senz'altro la possibilità di un loro inserimento nell'ordinamento colturale, condizionato dalla disponibilità di una risorsa idrica e irrigua, in considerazione anche di un possibile maggiore orientamento dell'UE verso l'incentivazione di produzioni di biocombustibili. Tale politica orienterebbe la scelta sulla destinazione d'uso delle superfici verso la soluzione economicamente più vantaggiosa penalizzando le altre (colture alternative agro energetiche per conversione in biogas oppure SRF per biomassa legnosa). La presenza di una potenzialità nel territorio regionale per produzioni agroenergetiche era già indicata nella proposta di PSR, notificata nel luglio 2007, dove si prevedeva l'attivazione di una specifica azione agroambientale per le "agro energie". Tale azione era volta ad incentivare la coltivazione di specie annuali, per circa 15.000 ettari, da destinare alla trasformazione in ambito regionale di biocombustibili (l'azione è stata poi abbandonata a causa delle incertezze in merito al bilancio energetico complessivo, nonché ai possibili impatti ambientali negativi, sulla biodiversità e sulle risorse naturali, potenzialmente determinabili da tali colture, tendenzialmente a carattere intensivo).

6.2.2 Potenziale sviluppo delle colture energetiche oggetto di specifico studio

In questo capitolo si è cercato di definire i limiti di applicazione delle colture dedicate nel nostro territorio e le potenzialità di diverse colture da biomassa nell'ambito dei sistemi colturali, attraverso la stima delle potenzialità produttive delle specie erbacee da biomassa più adatte al nostro ambiente. Perciò, attraverso una sintesi che ha rielaborato i principali studi, eseguiti dall'Agenzia regionale AGRIS, su esplicito mandato della Giunta regionale, (con *Deliberazione n. 44/8 del 25.10.2006 "Programma di spesa anno 2006 - Finanziamento all'ERA Sardegna per la realizzazione di cinque progetti di ricerca nel settore agro-zootecnico e l'adesione al progetto dell'INEA per la "Banca dati della ricerca agricola regionale". UPB S06.024 – Cap. 06062-00 - art. 3, L. 23.12.1999, n. 499- Somme programmate: euro 1.000.000 -L.R. 24 febbraio 2006, n. 2- A.S.*;) incentrati sulla potenzialità produttive in biomassa da colture dedicate in Sardegna, si è scelto di operare con colture erbacee generalmente utilizzate per tali scopi e caratterizzate da elevata adattabilità al nostro ambiente di coltivazione. Premettendo che non esiste una specie erbacea per eccellenza da dedicare quale coltivazione energetica, si ribadisce un concetto già illustrato a proposito del comparto cerealicolo per cui la diffusione delle colture dedicate dipenderà oltre che dalle rese potenziali, dal prezzo pagato per la produzione della biomassa di interesse. L'introduzione di queste colture energetiche in ordinamenti colturali estensivi dominati dalla presenza di cereali autunno vernini (soprattutto frumento duro) e foraggiere, potrà essere senz'altro influenzata da condizioni nelle quali queste colture riescano a fornire redditi superiori, o assimilabili, alle colture ordinariamente praticate. Peraltro appare opportuno aggiungere che, l'introduzione delle colture agro energetiche nei sistemi colturali cerealicoli, non dovrebbe comportare gravosi problemi organizzativi per gli imprenditori agricoli, rappresentando, anzi, una scelta diversa per poter praticare corretti avvicendamenti colturali alternativi, ad esempio, alla coltivazione delle leguminose da granella o alle foraggiere (colture miglioratrici), e secondo quanto già previsto dall'art. 68 della PAC



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE S'INDÚSTRIA
ASSESSORATO DELL'INDÚSTRIA

STUDIO SULLE POTENZIALITÀ
ENERGETICHE DELLE BIOMASSE

(avvicendamenti biennali). Tra le specie considerate rientrano la canna comune (*Arundo donax L.*), il sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*), il carciofo (*Cynara cardunculus var. scolymus L.*), il cardo (*Cynara cardunculus var. altilis*), il cardo mariano (*Sylibum marianum L.*) ed il crisantemo (*Chrysanthemum coronarium*). La sintesi si riporta in Tabella 1 che segue:

STUDIO SULLE POTENZIALITÀ
ENERGETICHE DELLE BIOMASSE

COLTURA BIOMASSA		SITI	ALTITUD. MSLM	TERRENO		CLIMA	PRECIPIT. MEDIE MM	T. MEDIA °C (STAGIONE FREDDA E CALDA)	SESTO (p./mq; m)	PRODUZIONE MEDIA T/HA S.S.	PRODUZIONE MEDIA T/HA FRESCO	
CANNA COMUNE	<i>(Arundo donax L.)</i>	USSANA (CA)	97	ALFISUOLO - PETROCALCIC PALEXERALF	FRANCO E S.O. MODESTI	RAPPRESENTATIVO AREE A CEREALI, LEGUMINOSE FORAGGERE E DA GRANELLA, ORTIVE	MED.	442-483	10-25,5	INTERFILE 0,9	7-10	15
SORGO	<i>(Sorghum bicolor L. Moench)</i>	USSANA (CA)	97	ALFISUOLO - PETROCALCIC PALEXERALF	FRANCO E S.O. MODESTI	RAPPRESENTATIVO AREE A CEREALI, LEGUMINOSE FORAGGERE E DA GRANELLA, ORTIVE	MED.	442-483	10-25,5	20 P./MQ	16-20	60
CARCIOFO	<i>(Cynara cardunculus var. scolymus L.)</i>	USSANA (CA)	97	ALFISUOLO - PETROCALCIC PALEXERALF	FRANCO E S.O. MODESTI	RAPPRESENTATIVO AREE A CEREALI, LEGUMINOSE FORAGGERE E DA GRANELLA, ORTIVE	MED.	442-483	10-25,5	1,2X1,2	2,7	4,4
CARDO BIANCO AVORIO	<i>(Cynara cardunculus var. altitilis D.C.)</i>	USSANA (CA)	97	ALFISUOLO - PETROCALCIC PALEXERALF	FRANCO E S.O. MODESTI	RAPPRESENTATIVO AREE A CEREALI, LEGUMINOSE FORAGGERE E DA GRANELLA, ORTIVE	MED.	442-483	10-25,5	1,1X0,9	4,6	8,5
CARDO SELVATICO	<i>(Cynara cardunculus L.)</i>	USSANA (CA)	97	ALFISUOLO - PETROCALCIC PALEXERALF	FRANCO E S.O. MODESTI	RAPPRESENTATIVO AREE A CEREALI, LEGUMINOSE FORAGGERE E DA GRANELLA, ORTIVE	MED.	442-483	10-25,5	1,1X0,9	2,3	4
CARDO MARIANO	<i>(Sylibum marianum)</i>	USSANA (CA)	97	ALFISUOLO - PETROCALCIC PALEXERALF	FRANCO E S.O. MODESTI	RAPPRESENTATIVO AREE A CEREALI, LEGUMINOSE FORAGGERE E DA GRANELLA, ORTIVE	MED.	442-483	10-25,5	1,1X0,9	1,4	1,55
		BALDINCA LI PUNTI (SS)	80		SABBIOSO-LIMOSO, ORIGINE CALCAREA		MED.	547	16,2	0,4X0,4	15	28
CRISANTEMO	<i>(Chrysanthemum coronarium)</i>	BALDINCA LI PUNTI (SS)	81		SABBIOSO-LIMOSO, ORIGINE CALCAREA		MED.	547	16,2	INTERFILE 0,2	7	13

Tabella1

Delle specie testate, solo alcune si sono dimostrate valide come coltura dedicata, ragion per cui, nel proseguo della valutazione, si prenderanno in considerazione sole questo tipo di piante. Tra queste ultime il sorgo ha confermato la sua nota elevata efficienza nell'utilizzo dell'acqua per raggiungere una produzione media annua compresa tra 16 e 20 t/ha di S.S. (sostanza secca); inoltre, la varietà commerciale di cardo ha mostrato delle potenzialità nettamente superiori rispetto ai cardo selvatici con produzioni medie di 5 t/ha di S.S.. Infine, i risultati complessivi indicano un potenziale produttivo più elevato del cardo mariano, rispetto al crisantemo, che può raggiungere una produzione media annua di 15 t/ha di S.S., per la produzione di biomassa a fini energetici in ambiente mediterraneo asciutto, con l'impiego di bassi input e limitati costi per una gestione estensiva della coltura.

Si è proceduto, quindi, attraverso l'individuazione delle superfici che, in modo previsionale, potrebbero essere investite a scopo agro-energetico, ossia superfici desunte dai dati forniti dai nove Consorzi di Bonifica della Sardegna, ottenute dalla differenza tra le superfici irrigabili e quelle effettivamente irrigate e pertanto ritenute al di là dell'utilizzo temporaneo a fini foraggeri (erbai), potenzialmente impiegabili per i suddetti scopi alternativi. Tale scelta si è basata sulla necessità di rilevare superfici che fossero, non solo il più attendibili possibili in termine di consistenza – ed i consorzi di bonifica forniscono dati certi sulla scorta sia delle superfici servite dai loro impianti, che delle domande irrigue presentate dagli imprenditori agricoli, ma che, nell'ottica di garantire una costanza di approvvigionamento di materiale ad ipotetica centrale a biomasse, fossero quanto più svincolate da andamento stagionali pregiudizievoli in termini di disponibilità idrica, tramite la possibilità di intervenire con opportuni adacquamenti, ancorché di soccorso. Sulla base dei risultati delle prove di campo eseguite dall'Agenzia AGRIS, si è giunti quindi a valutare, con una certa approssimazione, la riproducibilità delle colture dedicate sul territorio regionale, in termini di suscettibilità ad essere investite con sistematicità, in funzione dell'uso del suolo (cfr. Carta di uso dei suoli della Sardegna, 1991) e delle singole caratteristiche specifiche.

I risultati di tale valutazione comparativa sono riportati di seguito in Tabella 2:

STUDIO SULLE POTENZIALITÀ
ENERGETICHE DELLE BIOMASSE

Elenco Consorzi di Bonifica Regione Sardegna	superficie pot. Utilizzabile ad uso alternativo biomasse [ha]	% sup. destinabile (su sup. pot.) a sorgo biomassa per tipo suolo (USDA, 1988)	sup. destinabile a sorgo biomassa [ha]	potenzialità biomassa sorgo (t S.S.)	% sup. destinabile (su sup. pot.) a cardo biomassa per tipo suolo (USDA, 1988)	sup. destinabile a cardo biomassa [ha]	potenzialità biomassa cardo (t S.S.)
Consorzio di Bonifica della Nurra	10.995	30%	3.298	52.774	40,0%	4.398	65.968
Consorzio di Bonifica Nord Sardegna	10.585	10%	1.059	16.936	1,0%	106	1.588
Consorzio di Bonifica della Gallura	2.318						
Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale	8.762	5%	438	7.010	25,0%	2.191	32.858
Consorzio di Bonifica dell' Ogliastra,	0,0						
Consorzio di Bonifica di Oristano,	22.748	50%	11.374	181.984	5,0%	1.137	17.061
Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale	37.975	30%	11.393	182.280	2,0%	760	11.393
Consorzio di Bonifica del Cixerri,	n.p.						
Consorzio di Bonifica del Basso Sulcis	3.746	5%	187	2.997			
sommano	97.128		27.749	443.980		8.591	128.867

Tabella 2

Analizzando la Tabella 2 possiamo evincere alcuni aspetti importanti:

1) innanzitutto le superfici destinabili (ca. 36.000 ha) appaiono confermabili dal fatto che rientrano nel dato complessivo di ettari che è stato stimato nel paragrafo relativo al potenziale sviluppo delle colture cerealicole e industriali (ca. 37.000 ha per quanto riguarda le superfici storicamente a cereali).

2) La potenzialità produttiva, da parte delle colture dedicate, oggetto di studio, è di una certa importanza, concentrata in particolare nelle aree di Oristano e della Sardegna meridionale per quanto riguarda la coltivazione del sorgo da biomassa (rispettivamente con rese pari a ca. 192.000 t di S.S./anno per ciascuna zona), risultando, invece, maggiormente localizzata nelle zone della Nurra e della Sardegna centrale per quanto concerne il cardo (con rese rispettivamente pari a ca. 64.000 t di S.S./anno e 33.000 t di S.S./anno). Gli impianti autorizzati e in esercizio, censiti fino al dicembre 2012 impegnano una produzione di sorgo pari a circa l'8% del totale previsto, mentre per il cardo è prevista la domanda, da parte di un unico impianto in fase autorizzativa, di un quantitativo pari al doppio del previsto.

6.2.3 Biomasse agricole residuali

Le biomasse agricole residuali, assumono grande importanza quantitativa come possibile fonte energetica rinnovabile. La loro valorizzazione determina una riduzione della domanda di altre forme di biomassa che comporterebbero maggiori superfici agricole da impegnare a colture energetiche. Tradizionalmente, i residui di scarto dalle potature (frasche) sono lasciati sul terreno dopo essere stati trinciati, oppure sono raccolti e distrutti in caso di problemi parassitari da contrastare. Tali fonti se da un lato presentano un potenziale energetico interessante, dall'altro hanno caratteristiche qualitative generalmente mediocri (bassa lignificazione, presenza di corteccia e altre impurità, tenore di umidità elevato, composizione variabile, ecc.). La più conveniente valorizzazione di questi materiali, rende necessario poter disporre di cantieri attrezzati con meccanizzazione delle operazioni in campo mediante cippatrici e imballatrici. In Sardegna, in considerazione delle superfici attualmente investite a coltivazioni arboree da frutto, assumono particolare interesse energetico i quantitativi di residui culturali ritraibili, da vite, olivo e in misura minore da agrumi e fruttiferi in genere. Per ciò che concerne le paglie, invece, meritano interesse le colture cerealicole, le carciofaie e i residui in campo della coltivazione del pomodoro da industria.

6.2.4 Potenzialità in biomasse agricole residuali delle coltivazioni legnose di vite e olivo

La quantità di biomassa residuale, ritraibile con gli interventi di gestione agronomica (potatura) di vite e olivo, è variabile, in funzione dell'investimento iniziale (n° piante/ettaro), della forma di allevamento adottata, del clima, del tipo di terreno e della disponibilità idrica. I rapporti quantitativi medi, esistenti fra prodotti agricoli e biomassa residuale associata, fanno riferimento alle produzioni (uva da vino e olive da olio) del 2007.

Coltura	Quantità potatura/prodotto
Vite	1,07
Olivo	1,01

Rapporti quantitativi vite e olivo (Fonte, report RSE/2009/50 Enea per la Sardegna)

Ipotizzando che tale rapporto sia un dato costante, elaborando i dati relativi alle produzioni agricole per i due comparti, si arriva a definire una produzione unitaria (espressa in ton/ha t.q.) in termini di biomassa ritraibile. Mettendo in relazione le superfici totali investite a vite e olivo per il 2010 con la produzione unitaria di residui colturali (scarti legnosi di potatura per ettaro di superficie), scaturisce la quantità totale di biomassa ritraibile dalle due colture:

PROVINCE	VITE (uva da tavola + uva da vino, Istat 2010)			OLIVO (olive da tavola + olive da olio, Istat 2010)		
	Superficie in produzione	Residuo [t/ha]	Totale Residuo [t/a]	Superficie in produzione	Residuo [t/ha]	Totale Residuo [t/a]
Sassari	5.350	3,8	20.330	8.620	1,3	11.206
Nuoro	3.325	3,8	12.635	5.452	1,3	7.088
Cagliari	7.812	3,8	29.686	9.050	1,3	11.765
Oristano	3.959	3,8	15.044	5.942	1,3	7.725
Olbia-Tempio	2.812	3,8	10.686	1.388	1,3	1.804
Ogliastra	2.563	3,8	9.739	840	1,3	1.092
Medio Campidano	1.459	3,8	5.544	1.052	1,3	1.368
Carbonia-Iglesias	2.662	3,8	10.116	3.074	1,3	3.996
Totale Sardegna	29.942	-	113.780	35.418	-	46.043

Biomassa residuale da coltivazione di vite e olivo [ton] in Sardegna.

I valori in tabella rendono l'idea delle possibilità che provengono dal comparto in termine di energia ritraibile. Considerando la sola provincia di Cagliari, in cui ricade in assoluto la maggior concentrazione di residui legnosi di potatura è potenzialmente in grado di sviluppare, c.a. 123.000 MWh/anno di energia.

6.2.5 Biomassa residuale da coltivazioni erbacee: carciofo e pomodoro

In Italia, il comparto ortofrutticolo rappresenta una fetta importante dell'intero settore agricolo nazionale, con una quota pari a circa il 26%. A livello europeo l'Italia copre rispettivamente il 22,8% e il 24,9% della produzione complessiva di ortaggi e di frutta fresca¹

La Sardegna si colloca al terzo posto, a livello nazionale, per la produzione di carciofi, dietro Sicilia e Puglia. Il valore delle produzioni indicano la filiera del carciofo come la principale nello scenario orticolo sardo (La filiera industriale del carciofo, Laore).

Al 2010, su base dati Istat, il carciofo occupava, a livello regionale, una superficie di circa 13.000 ettari. La provincia di Cagliari deteneva circa il 50% della produzione complessiva regionale, seguita da quelle di Oristano e Sassari rispettivamente con il 18 e il 17%.

¹ (Forum internazionale dell'agricoltura e dell'alimentazione, la nuova OCM ortofrutta e la sua applicazione – Working paper n.4 luglio 2007).

Terminate le operazioni di raccolta dei capolini commerciabili, sul campo vengono lasciate le piante a fine ciclo produttivo. Queste, lasciate disseccare in loco, costituiscono la così detta "paglia di carciofo", un residuo che dovrà essere eliminato durante i lavori preparatori per il nuovo impianto.

Col metodo della forzatura, tecnica che prevede il risveglio delle piante nel periodo estivo attraverso la pratica irrigua, la carciofaia inizia la produzione di capolini già dagli inizi di Settembre (grazie alle nuove varietà precoci) e sino alla prima decade di Aprile. Da Aprile e sino a tutto Giugno, finita la fase produttiva, le piante rimangono sul campo fin tanto che non verranno eseguiti i lavori preparatori per l'impianto della nuova carciofaia (tra la prima e la seconda decade di Luglio). In questo lasso di tempo i residui colturali, costituiti dalle parti di pianta (foglie, gambi o scapi fiorali e infiorescenze, con un grado di umidità variabile), subiscono in genere il pascolamento, prima di venir interrati con la pratica del sovescio, durante i lavori preparatori per il nuovo ciclo, ottenendo in tal modo una parziale restituzione di materia organica utile alla fertilità del suolo.

I residui colturali sono stimati tra 5 e 35 tonnellate/ha¹. Si precisa che la biomassa così ricavabile dai carciofeti è potenziale, perché legata alla modifica radicale delle diverse prassi colturali finalizzata alla raccolta della biomassa stessa. Infatti, non tutta superficie carcioficola viene mantenuta per il secondo anno con l'operazione del risveglio estivo, dato che una parte consistente (nel Campidano circa il 70%, nel sassarese circa il 90% - fonte Agenzia Laore) viene impiantata annualmente mediante trapianto degli ovoli. Proprio per la necessità di prelevare gli ovoli da destinare ai nuovi impianti, soprattutto negli areali del Campidano, si procede alla capitozzatura della pianta nei mesi di aprile e maggio con la contemporanea fresatura nell'interfila della parte aerea. In un secondo tempo si interviene con una lama sulla fila per dissotterrare la parte ipogea e procedere alla raccolta degli ovoli. In altri casi, invece, si interviene col trinciastocchi per poi effettuare la raccolta degli ovoli e la fresatura. In altri casi ancora la coltura viene lasciata al pascolamento per poi effettuare la trinciatura e le successive operazioni di preparazione del terreno per altre colture.

L'estrema variabilità dei quantitativi di residui è inoltre direttamente collegata al grado di disidratazione subito in campo dalla biomassa vegetale e dall'intensità di pascolamento, pratica piuttosto diffusa nei nostri ambienti. Con le cautele dettate dai motivi sopra descritti, nel riportare la quantità di residuo totale ritraibile dalla coltura, si ritiene il peso della pianta di carciofo, capitozzata ed eliminati i capolini, pari a 1,5 kg. Per cui, con una densità di impianto pari a 9.000/ha, si ritiene di poter valutare la produzione potenzialmente pari a 13,5 t/ha.

¹ (Filiera agroalimentare del Medio Campidano. Volume Primo: Il Carciofo, 2001, pubblicazione Ersat Sardegna)

Stima residui colturali ritraibili dalle carciofaie in Sardegna (dati superficiali: fonte Istat 2010)		
Province	Superficie	Residuo Unitario (13,5 t/ha)
Sassari	2.168	29.268
Nuoro	268	3.618
Cagliari	6.520	88.020
Oristano	2.538	34.263
Olbia-Tempio	90	1.215
Ogliastra	659	8.897
Medio Campidano	404	5.454
Carbonia-Iglesias	736	9.936
Totale	13.383	180.671

Per quanto attiene al pomodoro, la superficie coltivata in Sardegna nel 2010 era pari a 2.233,49 ettari, di cui 1.127 ha per la produzione di pomodoro da mensa in pieno campo (22% in provincia di Cagliari, 22% in quella di Sassari, 18% in quella del Medio Campidano, seguite rispettivamente da quella di Carbonia Iglesias, Nuoro e Oristano), 543 ha per la produzione di pomodoro da industria (53% in provincia di Oristano, 31% in quella del Medio Campidano, seguite rispettivamente da Sassari e Cagliari) e 563,49 ha di pomodoro da mensa in coltura protetta (62% in provincia di Cagliari, 18% in quella di Oristano, 9% in quella di Sassari, seguite rispettivamente da quella di Carbonia Iglesias e Medio Campidano).

Anche questa coltura, a fine ciclo produttivo, lascia in campo residui colturali rappresentati da parti di pianta, apparati radicali, steli e foglie.

In coltura protetta detti residui costituiscono una problematica di non poco conto per gli agricoltori, sia perché ostacolano le lavorazioni preliminari per la nuova messa a coltura delle superfici, sia in virtù dell'alto rischio di inoculo di patogeni che questi rappresentano per i cicli successivi. La pratica attualmente più diffusa prevede l'allontanamento in luogo aperto e loro successiva distruzione con il fuoco.

Nella stima della biomassa ritraibile dalla coltivazione del pomodoro da industria si terrà conto esclusivamente della parte epigea della pianta; questo perché le macchine operatrici, utilizzate nella fase di raccolta, effettuano un taglio allo stelo di alcuni centimetri al di sopra del colletto. In questo modo gli apparati radicali rimangono nel terreno e non sono recuperati. Si ritiene che lo stesso ragionamento possa essere valido anche per la coltivazione del pomodoro da mensa in piena aria. L'allontanamento della biomassa, anche in questo caso, per consentire un'operazione economica e razionale, dovrebbe essere fatta con l'ausilio di falciatrici o falcia caricatori imballatrici.

Diverso risulta il discorso per il pomodoro in coltura protetta, dove, in genere, le operazioni di allontanamento dei residui colturali vengono effettuate a mano estirpando gli steli alla radice. Questo allo scopo di avere un ambiente pressoché libero da sostanza organica fermentescibile o suscettibile di rappresentare causa di diffusione di patogeni all'interno della serra.

Studi fatti sulla coltivazione del pomodoro in coltura protetta, con agrotecniche di fuori suolo (tipo NFT – Nutrient Film Technique), hanno preso in esame anche lo sviluppo della biomassa (in peso), valutata a fine ciclo. I dati, riferiti agli apparati radicali (parte ipogea) e agli steli e alle foglie residue (parte epigea) hanno evidenziato valori compresi tra i 948 e 1.120 gr per i primi e 780 e 2.280 gr per i secondi. L'ampia variabilità del dato è riconducibile al tipo di allevamento scelto nella tecnica di coltivazione, portamento a monostelo, bistelo o tristelo¹. Nelle nostre analisi prenderemo in considerazione il valore più basso di entrambe le categorie, radici e parti aeree, tenendo anche conto dell'impossibilità di riprodurre i dati sperimentali in condizioni ambientali diverse. Vi è da fare menzione, a titolo conoscitivo, che l'Agenzia Laore ha comunicato pari a 6-8 t/ha/anno il residuo in biomassa ritraibile dal pomodoro da industria, frutto di impressioni e stima presso alcuni produttori dell'oristanese, pertanto ancora da sottoporre a prove di valutazione dimostrativa. Per il pomodoro possiamo assumere come dato generale un investimento, in termini di numero di piantine a ettaro, pari a circa 25.000 (2,5 piante/mq).

Province	Da mensa in piena aria	Biomassa residuale	Da industria	Biomassa residuale	In coltura protetta	Biomassa residuale
	Superficie [ha]	[t/anno]	Superficie [ha]	[t/anno]	Superficie [ha]	[t/anno]
Sassari	248	4.836	44	858	48,77	2.107
Nuoro	126	2.457	2	39	-	0
Cagliari	248	4.836	38	741	349,92	15.117
Oristano	100	1.950	288	5.616	101,40	4.380
Olbia-Tempio	19	371	2	39	4,00	173
Ogliastra	49	956	2	39	1,50	65
Medio Campidano	200	3.900	166	3.237	21,79	941
Carbonia-Iglesias	137	2.672	1	20	36,11	1.560
Totale Sardegna	1.127	21.977	543	10.589	563,49	24.343

Superfici² e stima biomassa potenzialmente ritraibile dalla coltura di pomodoro in Sardegna

Il recupero e la valorizzazione di questa biomassa vegetale a fini energetici è fortemente influenzato dall'economicità delle operazioni di approvvigionamento, in relazione ai quantitativi ritraibili e dalla possibilità di concentrare i cantieri di raccolta in aree definite in prossimità delle superfici coltivate.

La concentrazione delle produzioni in aree altamente specializzate (distretti di approvvigionamento), potrebbe consentire economicità e efficienza nell'individuazione e nella gestione dei cantieri di raccolta delle biomasse. Considerata l'alta percentuale di umidità alla raccolta sia per i residui di carciofo (82-90% Aiab-Campania) e sia per quelli di pomodoro (65-75% Aiab-Campania), considerato anche il relativo rapporto C/N (15-20 e 23-24 rispettivamente - Aiab-Campania) la loro ottimale conversione in termini energetici

¹ (Italus Hortus – Vol. 8, n.6, novembre-dicembre 2001)

² Fonte: Istat, Stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie, anno 2010. Mesi di rilevazione: 12-2010 (pieno campo e industria); 09-2010 (coltura protetta)

sembrerebbe essere il processo biochimico. Processo, appunto, preferibilmente impiegato per quelle biomasse con rapporto C/N inferiore a 30 e con contenuto di umidità alla raccolta maggiore al 30%. Tuttavia la presenza nel carciofo di sostanze fenoliche potenzialmente inibenti dei microrganismi suggerisce di valutare con attenzione la possibilità di utilizzare questa biomassa tal quale.

6.2.6 Potenzialità comparto delle paglie cerealicole

In Sardegna la paglia è principalmente utilizzata sia a fini alimentari ad uso zootecnico, sia come lettiera per la stabulazione degli stessi ed è pertanto oggetto di attiva commercializzazione. Si può, stimarne la potenzialità produttiva, in termini energetici, partendo dalla consistenza in coltivazioni cerealicole, in frumento, orzo e avena, registrata in Sardegna dall'ISTAT (2011). Secondo le indicazioni inserite nel PEARS, 2006, la produzione in peso della paglia in Sardegna è inferiore a quello della granella ed è stimato in circa 2 t/ha, con umidità alla raccolta media dell'12%. Pertanto, utilizzando le produzioni censite, si otterrà una potenzialità produttiva in paglia del comparto pari a ca. 144.000 t/anno¹.

Province	Sup. cereali ha	Paglia t
Sassari	8.500	17.246
Nuoro	4.720	12.207
Cagliari	18.727	43.713
Oristano	8.730	22.151
Olbia-Tempio	2.256	5.098
Ogliastra	1.222	2.995
Medio Campidano	11.672	30.803
Carbonia-Iglesias	4.301	10.095
Totale Sardegna	60.128	144.307

6.2.7 Potenzialità in biomasse agricole residuali delle coltivazioni legnose di agrumi e frutteti

Ogni anno, la potatura delle principali coltivazioni arboree presenti in Sardegna, oltre alla vite ed olivo trattati precedentemente, riguarda anche gli agrumi ed i frutteti, i quali producono una quantità di residui variabile, da 1 a 3 t/ha a seconda delle condizioni, con dati medi riportati nella Tabella 1 che segue:

Specie	Residui (t/ha) ²
Agrumi	1,8
Frutta fresca	2,8

Tabella 1

¹ Tale dato trova conforto nella fonte ENEA (2009) secondo cui, dato l'indice di rapporto tra paglia e granella, variabile a seconda delle specie considerate (minimo di 0,62 per il riso, massimo di 1,52 per il frumento), la potenzialità produttiva in paglia del comparto è pari a ca. 142.000 t/anno.

² [CRA-ING - Laboratorio di ricerca di Treviglio (BG)]

Mettendo in relazione le superfici totali investite ad agrumi e frutteti, secondo i dati relativi all'ultimo censimento ISTAT (2010), con la produzione unitaria di residui colturali (scarti legnosi di potatura per ettaro di superficie), scaturisce la quantità totale di biomassa ritraibile dai due gruppi di colture e, di conseguenza, il potenziale energetico regionale suddiviso per provincia (cfr. Tabella 2):

PROVINCE	AGRUMI	FRUTTIFERI
	Superficie (ha)	Superficie (ha)
Sassari	238	605
Nuoro	640	1.975
Cagliari	5.218	4.574
Oristano	571	571
Olbia-Tempio	328	328
Ogliastra	860	860
Medio Campidano	944	944
Carbonia-Iglesias	126	126
Totale Sardegna	8.925	9.983
Residui potatura complessivi (t)	16.065	27.952
t S.S	9.639	16.771

Tabella 2

I valori di cui alla Tabella 2 rendono l'idea delle possibilità che provengono dal comparto in termine di energia ritraibile dalle biomasse agricole residuali. Questo dato, ripartito su base provinciale (vedi Tabella 2), potrebbe prevedere una distribuzione in cui la sola provincia di Cagliari, in cui ricade in assoluto la maggior concentrazione di residui legnosi di potatura è potenzialmente in grado di produrre, c.a. 63.000 MWh/anno di energia.

6.2.8 Energia da scarti del settore vitivinicolo e della distillazione

Lo scarto industriale della filiera vitivinicola e della distillazione è rappresentato dalla biomassa vegetale residuata dai processi di trasformazione, dell'uva in vino e delle vinacce vergini in distillati (grappe, altro). La prima trasformazione è quella che avviene all'interno delle cantine, dove il mosto, ricavato dalla pigiatura dell'uva, viene fatto fermentare in condizioni di umidità e temperatura controllate per ottenere il vino. Le materie prime in ingresso alla cantina sono uva e acqua (acqua di processo). Dal processo derivano i seguenti prodotti, sottoprodotti e scarti di lavorazione, per quintale di uva: vino 74%, vinacce vergini 13%, vini di torchiatura 5%, fecce 3.6%, raspi 2.4%, reflui di lavaggio 2% (fonte Anpa 1999). La seconda trasformazione è attuata in distilleria, industria direttamente collegata alla prima, dalla quale si approvvigiona della materia prima necessaria. Il prodotto in ingresso alla distilleria è rappresentato dalle vinacce vergini. Dalla distillazione della vinaccia si ottengono le grappe (distillati di uva).

Analizzando il report RSE/2009/50 Enea, per la parte relativa al residuo agroindustriale delle cantine della Sardegna (indici biomassa), si evince che il rapporto medio tra tale quantitativo e il prodotto raccolto è pari a 0,12. Mettendo in relazione tale dato con il prodotto raccolto nel 2012, scaturisce un residuo agroindustriale, ripartito per provincia, così stabilito:

Province	Rapporto medio residuo agroindustriale/prodotto	Uva da vino Produzione raccolta [q]	Totale residuo agroindustriale [q]*
Sassari	0,12	173.820	20.858
Nuoro	0,12	170.173	20.421
Cagliari	0,12	233.457	28.015
Oristano	0,12	121.684	14.602
Olbia-Tempio	0,12	88.908	10.669
Ogliastra	0,12	74.458	8.935
Medio Campidano	0,12	58.100	6.972
Carbonia-Iglesias	0,12	156.934	18.832
Totale Sardegna		1.077.534	129.304

Residuo agroindustriale del settore vitivinicolo (Sardegna dati Istat, 2012 e report RSE/2009/50 Enea)

(*Partendo dal rapporto: Residuo agroindustriale/Prodotto = 0,12, possiamo stimare la quantità del residuo, con dettaglio provinciale, con la relazione: Prodotto x 0,12)

In Italia il residuo agroindustriale della vinificazione, rappresentato dalle vinacce vergini originate dalle operazioni di pigiatura e torchiatura, viene avviato alle distillerie per la produzione di distillati (grappe).

Considerato che ai fini del presente lavoro la biomassa valorizzabile a fini energetici è costituita dalle vinacce distillate e dai raspi, applicando le percentuali Anpa su indicate, si otterrebbe un quantitativo superiore rispetto alle circa 13 t stimate su base dati ENEA. In modo prudenziale consideriamo tale ultimo dato come risorsa energetica a cui, considerato l'elevato contenuto in carbonio rispetto all'azoto, previa sgocciolatura e asciugatura (il tal quale ha il 68% di Umidità - fonte ISPRA), si ritiene di attribuire una destinazione di conversione termochimica.

6.2.9 Energia da scarti del settore oleario

Con riferimento all'anno 2010, ultimo censimento generale agricoltura la produzione di olive da olio e da mensa in Sardegna è riportata nella tabella seguente.

Province	Olivo e relativa produzione (Istat, 2010)		Produzione Totale [q]	Produzione olive da olio [q]
	Superficie totale [ha]	Superficie in produzione [ha]		
Sassari	8.680	8.620	121.000	108.500
Nuoro	5.452	5.452	92.500	89.000
Cagliari	9.571	9.050	100.290	80.000
Oristano	5.961	5.942	66.487	63.700
Olbia-Tempio	1.388	1.388	14.400	10.000
Ogliastra	840	840	19.725	18.100
Medio Campidano	1.052	1.052	14.107	13.800
Carbonia-Iglesias	3.130	3.074	45.398	23.620
Totale Sardegna	36.074	35.418	473.907	406.720

Il residuo agroindustriale è il sottoprodotto ottenuto, a seguito della trasformazione, in frantoio, delle olive in olio. Questo è rappresentato dalla sansa che risulta composta d'acqua per circa il 50% (**report RSE/2009/50 Enea**), bucce e residui del nocciolino frantumato.

Secondo lo stesso documento, il rapporto medio tra tale residuo e il prodotto lavorato in Sardegna (olive) è pari a 0,51 (indice biomassa stimato con riferimento a dati produttivi del 2007).

Nei frantoi, oltre alla sansa, sono prodotti anche reflui di processo denominati acque di vegetazione.

Queste sono composte dall'acqua presente all'interno delle drupe (olive) e dalle acque di processo vere e proprie, distinte in acque di lavaggio delle olive, di lavaggio degli impianti e da quella quota parte necessaria alla fluidificazione della pasta di olive per favorirne la separazione della componente oleosa.

In base al D.Lgs. 152/2006, testo unico ambientale, le acque di vegetazione rappresentano un sottoprodotto e possono essere distribuite sul terreno, con i limiti stabiliti per legge, qualora se ne ravvisi un'utilità agronomica.

Le caratteristiche fisiche dei sottoprodotti sono direttamente correlate al ciclo di estrazione scelto. Una volta estratto l'olio (con operazioni meccaniche), si ottengono sansa umida (residui di bucce e parti di nocciolino frantumato) e acque di vegetazione. La sansa umida può subire un ulteriore processo, anche questo esclusivamente meccanico, attraverso il quale si ottiene la separazione delle parti legnose (nocciolino) dal resto.

In base al D.Lgs n. 152/2006 ed al d.p.c.m. 8/10/04 il nocciolino di sansa d'oliva è considerato biomassa combustibile quale materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli. La sansa di oliva attualmente viene quasi esclusivamente conferita ai sansifici per la produzione di olio di sansa. Il processo prevede l'utilizzo di solventi per l'estrazione e il recupero della frazione oleosa ancora presente.

Mettendo in relazione le produzioni di olive da olio per il 2010 con il rapporto tra residuo agroindustriale e la materia prima (olive in ingresso al processo di estrazione) si può stimare il residuo totale regionale in 20.743 t/anno, costituita per circa 2.700 t/a da nocciolino e la restante parte da sansa denocciolata. Con le

approssimazioni legate al contenuto residuale di umidità, si prevedere un potenziale energetico regionale complessivo pari a ca. 12.000 MWh all'anno per il nocciolino e c.a. 66.000 MWh per la sansa.

In Sardegna nell'anno di riferimento partendo dai 406.720 q.li di olive da olio oltre ai circa 61.000 q.li di olio e 207.00 q.li di sansa sono derivati anche circa 139.000 q.li di acque di vegetazione.

I processi di smaltimento delle Acque di Vegetazione Olearie (AVO) condotti nei diversi paesi produttori possono differire ma, in genere, consistono nello spandimento controllato su terreno ed il contenimento in vasche per favorire la degradazione naturale della materia organica. Le AVO sono inoltre ricche di carboidrati, proteine, lipidi, i quali possono essere convertiti tramite processi dedicati in nuove molecole per la produzione di energia, calore, composti chimici, materiali. In particolare la loro ricchezza in carboidrati e zuccheri fermentabili consente il loro impiego come fonte di bioidrogeno in processi di fermentazione al buio. Operando in un reattore, con tempi di ritenzioni brevi, il processo condurrà alla produzione di idrogeno con produttività dell'ordine delle decine di mL/L /h¹ (l'utilizzo di una AVO appena prodotta in frantoio potrebbe aumentare la produttività in bioidrogeno, data la facile degradazione a cui vanno incontro gli zuccheri presenti nel refluo). Tali valori, seppure ancora lontani dall'interesse commerciale, inquadrati nell'ambito della più generale valutazione della bio-raffinazione dei residui dell'agroindustria, rappresentano una opportunità, in forza sia della valenza economica legata ai prodotti ottenuti da tali matrici, che interessano diversi settori industriali, sia per gli aspetti ecologici nell'ottica di minimizzare la produzione di rifiuti e valorizzare le frazioni a cui altrimenti è associato un costo di smaltimento spesso elevato.

Pertanto in virtù delle loro caratteristiche chimiche, le acque di vegetazione olearia si prestano ad essere valorizzate mediante applicazione di processi integrati dedicati sia al recupero di antiossidanti naturali ad alto valore aggiunto quali i polifenoli, ottenuti sia come miscele sia come composti puri, sia alla produzione di biofuels quali bioidrogeno e biometano, ed alla produzione di biomateriali quali i poliidrossialcanoati.

6.2.10 Energia da sottoprodotti di origine animale e prodotti derivati

A partire dal 4 marzo 2011 è diventato applicabile il Regolamento CE n.1069/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 (di seguito solo Regolamento), recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano, nonché il suo Regolamento di attuazione UE n. 142/2011 del 25 febbraio 2011. Contestualmente, il Regolamento CE/1774/2002 è stato abrogato.

Il regolamento stabilisce norme sanitarie comunitarie concernenti la raccolta, il trasporto, la manipolazione, la trasformazione e l'uso o lo smaltimento di sottoprodotti di origine animale, al fine di evitare i rischi che tali prodotti potrebbero comportare per la sicurezza della catena alimentare e dei mangimi (Tabella 1). I sottoprodotti di origine animale si ottengono prevalentemente durante la macellazione di animali destinati al consumo umano, durante la produzione di prodotti di origine animale come i prodotti lattiero-caseari, durante lo smaltimento dei cadaveri di animali e nell'ambito di provvedimenti di lotta alle malattie. A prescindere

¹ [Energia Ambiente e Innovazione](#) › [Anno 2013](#) › [Biotecnologie per lo sviluppo sostenibile](#) › Biotecnologie ambientali per la valorizzazione integrata di residui organici dell'industria agro-alimentare (biowaste biorefinery) -*Alberto Scoma, Lorenzo Bertin, Fabio Fava*

dall'origine, essi costituiscono un rischio potenziale per la salute pubblica e degli animali nonché per l'ambiente.

Nell'attesa dell'emanazione di nuove linee guida applicative nazionali ogni singola regione sta emanando le prime indicazioni operative per consentire la registrazione ed il riconoscimento degli stabilimenti operanti nel settore dei sottoprodotti di origine animale, secondo quanto previsto dal sopra citato Regolamento.

In particolare:

- l'articolo 23 stabilisce l'obbligo per ogni operatore del settore di notificare all'autorità competente ciascuno stabilimento posto sotto il suo controllo che esegua una qualsiasi delle fasi di produzione, trasporto, manipolazione, lavorazione, magazzinaggio, immissione sul mercato, distribuzione, uso o smaltimento dei sottoprodotti di origine animale e prodotti derivati, al fine della sua registrazione;
- l'articolo 24 stabilisce per ogni operatore l'obbligo di riconoscimento, per gli stabilimenti che svolgono una o più attività elencate nel medesimo articolo.

Le nuove tecnologie hanno esteso le possibilità d'impiego dei sottoprodotti di origine animale ad un ampio numero di settori produttivi, in particolare per la produzione di energia. Una volta che un prodotto è diventato un sottoprodotto di origine animale, esso non deve rientrare nella catena dell'alimentazione umana. I sottoprodotti di origine animale vengono classificati in tre categorie che riflettono il livello di rischio che essi presentano per la salute pubblica e degli animali, sulla base di valutazioni del rischio, escludendo dalla catena dei mangimi quelli che presentano un livello di rischio elevato. Non risulta necessario smaltire lo stallatico e il contenuto del tubo digerente ottenuto negli impianti di macellazione, a condizione che essi siano adeguatamente trattati in modo da impedire la trasmissione di malattie durante il loro utilizzo sul terreno.

Anche i rifiuti di cucina e ristorazione rientrano nel campo di applicazione di tale regolamento se essi sono destinati alla trasformazione in biogas o al compostaggio.

6.2.11 Energia dagli scarti di macellazione

L'industria della macellazione rappresenta un segmento importante dell'agroalimentare italiano.

Le fasi operative caratterizzanti la macellazione possono essere sintetizzate così come segue:

- a) ricezione degli animali; sono lasciati a riposo, per circa 2 giorni dall'arrivo in macello, all'interno di idonei recinti stalla;
- b) abbattimento con pistola a dardo o stordimento con elettroshock, a seconda della specie animale;
- c) dissanguamento;
- d) eliminazione della pelle;
- e) eviscerazione;
- f) taglio e lavorazione della carcassa.

Nella presente valutazione sono prese in esame le seguenti specie animali, da destinare alla macellazione per la produzione di carne per il consumo umano: bovina, bufalina, suina, ovina, caprina, avicoli, conigli e la

selvaggina, così come si può evincere dai dati Istat 2010 per la Sardegna. Il prodotto principale dell'industria di macellazione è rappresentato dalla carcassa animale, che può essere commercializzata intera o in tagli diversi. Dal processo industriale, oltre al prodotto principale, si ottengono diversi sottoprodotti e reflui. Questi ultimi possono essere genericamente rappresentati da acque di processo miste a residui organici di origine animale tipo sangue e grassi.

Lo scarto di macellazione comprende tutte quelle parti di animale che non costituiscono la carcassa vera e propria. Esso è rappresentato dal sangue, dalla testa, dalle parti distali degli arti, la pelle e il contenuto addominale (stomaci, visceri e loro contenuto). Dalla testa può essere recuperata ancora qualche parte edibile, esempio la lingua; le pelli vengono frigo conservate e successivamente spedite nei centri di lavorazione; dopo le operazioni di eviscerazione stomaci e visceri subiranno una serie di trattamenti di lavaggio se destinati al consumo, o per contro, avviati a smaltimento al pari del loro contenuto interno (residui di alimento parzialmente digerito, feci).

Attraverso il rendering lo scarto di macellazione viene convertito in farine, grassi ed altri prodotti di interesse industriale (mangimistica, altro).

I sottoprodotti di origine animale vengono generati con una certa regolarità durante il corso dell'anno e la loro destinazione principale è la trasformazione in farine ad uso mangimistico.

La resa in carcassa è un dato variabile in funzione sia della specie animale che della categoria considerata (esempio vacche, vitelli, manzi ecc. ecc.). Nella tabella seguente viene riportata la resa media per specie al macello, espressa come rapporto percentuale tra peso morto e peso vivo (fonte Istat, 2010).

Specie animale	Resa media alla macellazione carcassa (% sul peso vivo)
Bovini	56
Bufalini	40
Suini	79
Ovini	56
Caprini	55
Avicoli	76
Cunicoli	55

Calcolando lo scarto di macellazione per differenza tra il peso vivo complessivo e il peso morto rilevati dai dati Istat del 2010 sulla macellazione in Sardegna si ottengono i dati complessivi riportati nella seguente tabella :

Totale Sardegna	Ovini	Caprini	Bovini	Bufalini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Selvaggina	Equini	Totale
Tonn./anno	6.482	187	8.600	16	5.893	358	323	109	393	22.477

Totale scarti di macellazione valorizzabili

Attualmente non si dispone di dati sufficienti per una puntuale ripartizione dello scarto di macellazione a livello provinciale. Tuttavia, partendo dal dato complessivo regionale stimato e considerando come parametro di riferimento la localizzazione dei macelli autorizzati (fonte Ministero della Salute, Sicurezza alimentare), si può, con tutte le cautele del caso, ritenere che la biomassa di origine animale sia proporzionale al numero di attività di macello operanti per distretto provinciale.

Secondo il Ministero della Salute e Sicurezza alimentare il numero di macelli in Sardegna è pari a 64. Di questi, 14 sono localizzati nella provincia di Cagliari, 18 in quella di Nuoro, 8 in quella di Oristano, 16 in provincia di Sassari, 2 nella provincia di Carbonia Iglesias, 3 in quella di Ogliastra e 3 nella provincia di Olbia Tempio.

Nella tabella seguente si riporta il numero di macelli in Sardegna (fonte Ministero della Salute, Sicurezza alimentare), ripartiti per distretto provinciale, con incidenza percentuale sul totale e con incidenza dello scarto di macellazione presumibilmente prodotto, sul totale stimato su base dati Istat 2010.

Province	N° macelli	%	Scarto di macellazione
Sassari	16	25%	5.591
Nuoro	18	28%	6.285
Cagliari	14	22%	4.898
Oristano	8	13%	2.796
Olbia-Tempio	3	5%	1.118
Ogliastra	3	5%	1.118
Medio Campidano	0	0%	0
Carbonia-Iglesias	2	3%	671

In assenza di informazioni da fonte ufficiale che quantifichi la quota parte di scarti di macellazione annualmente convertiti in farine, nella quantificazione finale sarà valutato il potenziale energetico di un terzo della produzione annua complessiva, nell'ipotesi di conversione biochimica. Si stanno affermando pratiche industriali di valorizzazione delle parti grasse di tali scarti di macellazione in processi termochimici. In particolare nella provincia di Oristano è in fase di autorizzazione un impianto di produzione di energia elettrica, in assetto cogenerativo, alimentato da bioliquido derivato da grassi animali con potenza termica ed elettrica rispettivamente pari a circa 2400 kWt e 992 kWe.

6.2.12 Energia dalla combustione della lana

La lana sarda è una fibra animale costituita dai peli ricavati dal vello degli ovini di razza sarda, i più diffusi in Italia che rappresentano oltre il 40% del patrimonio ovino nazionale. Essa è composta essenzialmente da una proteina detta cheratina e si caratterizza per i fili lisci e secchi ad alta elasticità (grazie alla ricchezza di lanolina), di media lunghezza e alta ruvidità. È lana bianca ma spesso assume colorazione giallastra.

La struttura della lana, oltre che dal fattore genetico, è influenzata anche da altre componenti quali l'alimentazione e le condizioni ambientali. La qualità della lana è variabile poiché dipende sia dalla sua lunghezza sia dalla razza dell'animale di provenienza. La lana, del tipo più pregiato, trova impiego in prodotti tessili ad alto valore commerciale.

La lana è costituita da sostanze proteiche o cheratiniche (idrogeno,ossigeno,carbonio,azoto e zolfo) e da piccole quantità di grassi (lanolina). La lanolina, il grasso naturale che la pecora secerne e che impregna la lana viene, in genere, eliminata quasi totalmente con il lavaggio ed è usata nell'industria cosmetica come base per creme e nell'industria dei detersivi quale ammorbidente.

E' possibile attribuire alle fibre tessili animali le seguenti caratteristiche fisiche:

- cattive conduttrici di calore e pertanto dotate di buon potere coibente;
- buone caratteristiche fono assorbenti;
- altamente assorbenti (può assorbire, l'umidità ambiente, fino ad 1/3 del suo peso);
- bruciano con difficoltà, senza dare luogo a fiamma, carbonizzandosi lentamente.

La lana si produce con la tosatura del vello che si compie una volta all'anno (in Sardegna generalmente in primavera inoltrata).

In Sardegna si produce circa un terzo della produzione laniera nazionale. La produzione media di lana (in sudicio) per capo allevato di razza sarda è pari a 2,5 kg per i maschi adulti, 1,2 kg per le femmine adulte e 0,85 kg per i capi giovani. Sulla base dei dati ISTAT del 2010 (consistenza degli allevamenti per la produzione) e considerando conservativamente il fattore di produzione medio di 1,2 kg a capo si stima una produzione di lana grezza pari a circa 4.000 t/anno.

La produzione laniera è concentrata nelle province di Sassari e Nuoro, dove sono localizzati rispettivamente il 27% e il 22% degli allevamenti ovini regionali, a seguire le province di Oristano (16%) e Cagliari (15%).

Nonostante l'ingente produzione laniera regionale, gli allevatori in Sardegna sembrano non trarre adeguati vantaggi dalla filiera di trasformazione tessile laniera e pertanto la produzione della lana è una delle attività meno rilevanti per le aziende zootecniche prevalentemente orientate alla produzione di latte e carne. I ricavi che la vendita della lana ha garantito negli ultimi anni, non sono stati sufficienti a coprire i costi della tosatura (un chilo di lana "sudicia" è stato pagato all'allevatore a prezzi irrisori, tra i 30 e i 50 centesimi di euro al chilogrammo. Un capo ovino rende in media un chilo e mezzo - due di lana, vale a dire dai 45 centesimi ad un euro, ma tosarla è costato circa il doppio: 2-2,5 €/capo)¹.

Il Regolamento (CE) n. 1069/2009 (norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale) all'art 10 punti h,n classifica la lana quale Materiali di categoria 3 e pertanto all'art.14 stabilisce che possa essere:

- a) smaltita come rifiuti mediante incenerimento, dopo la trasformazione o senza trasformazione preliminare;
- b) recuperata o smaltita mediante co-incenerimento con o senza trasformazione preliminare, qualora sia rifiuto;
- c) smaltita in una discarica autorizzata, dopo la trasformazione;
- f) compostata o trasformata in biogas;

¹ Sardegna Economica 5-6/2010;

i) utilizzata come combustibile dopo la trasformazione o senza trasformazione preliminare.

La lana in assenza di una specifica destinazione è quindi classificata come "rifiuto speciale" e se ne prescrivono specifici accorgimenti per il trattamento nelle fasi di stoccaggio, trasporto e smaltimento; se non venduta la lana deve essere smaltita, attività che comporta ulteriori oneri per l'allevatore che, pur di disfarsene, spesso la regala. Una volta raccolta la lana viene pressata in balle e, in base alle richieste del mercato, venduta come tale (sudicia) o sottoposta alla fase successiva di lavaggio. Si stima che circa il 95-98 % della lana raccolta in Sardegna sia venduta sul mercato estero, principalmente India e Inghilterra, il restante 2-5% rappresenta la lana destinata alle lavorazioni isolane.

La lana sarda sta trovando utilizzo nel settore dell'isolamento termico in virtù delle sue proprietà coibenti. Ultimamente si sta sperimentando l'utilizzo della proprietà della lana grezza di assorbire gli olii petroliferi in quantità 10 volte superiore al proprio peso¹. La lana appena tosata è ricca di lanolina e altre impurità vegetali e minerali che la rendono estremamente coesa e idrorepellente ma lipofila (ovvero in grado di assorbire i grassi). In questo modo si possono recuperare 950 tonnellate di petrolio (6.350 barili) con 10 tonnellate di lana (la quale può essere utilizzata per almeno una decina di volte).

In assenza di informazioni da fonte ufficiale circa gli attuali usi della lana sarda, si assume di disporre di solo un terzo della produzione annuale da convertire in energia mediante combustione e considerando il valore di 20,8 MJ/kg², quale potere calorifico inferiore, si disporrebbe di un potenziale energetico pari a circa 8 GWh/anno.

6.2.13 Energia da scarti del settore lattiero caseario

La Sardegna contribuisce per circa il 4,6% alla produzione totale di latte (Istat, 2011), ma produce circa i 2/3 del latte ovino italiano (2,8 milioni di quintali nel 2011)

REGIONI	Latte di vacca (qli/anno)	Latte di pecora (qli/anno)	Latte di capra (qli/anno)	Latte di bufala (qli/anno)	Totale (qli/anno)
Sardegna	2.175.510	2.828.082	108.363	364	5.112.319
Italia	104.796.473	4.194.905	237.454	1.925.397	111.154.229

Latte raccolto presso le aziende agricole dall'industria lattiero-caseario-Regione Sardegna (Fonte, Istat 2011)

Il numero di unità produttive operanti nel settore lattiero-caseario della Regione Sardegna nell'anno 2011 è rappresentato nella tabella sottostante.

¹ progetto WOOLRES (Wool Recycles Eco System) Potere calorifico (MJ/kg) 20,8-26,6

² Resistenza al fuoco delle strutture –C. Giacalone- Maggioli;

REGIONI	Caseifici e Centrali del latte	Stabilimenti di aziende agricole	Enti cooperativi agricoli	Centri di raccolta	TOTALE
Sardegna	56	3	20	1	80
Italia	1524	69	576	80	2249

(Fonte, Istat 2011)

Gli studi di innovazione tecnologica del comparto lattiero-caseario degli ultimi anni sono stati particolarmente indirizzati verso l'individuazione di una destinazione finale degli scarti e dei reflui di lavorazione bio sostenibile e possibilmente non onerosa. Normalmente, da ogni 100 kg di latte vengono prodotti 10-20 kg di formaggio e 80-90 kg di siero. Alla fine della lavorazione il siero contiene un basso contenuto in solidi e un tasso elevato di lattosio. Se da una parte sembrerebbe possibile un ulteriore utilizzo del siero, dall'altra un normale smaltimento non è attuabile se non con un costoso intervento di depurazione. A tutt'oggi si stima che il 40- 50% del siero prodotto venga smaltito come refluo.

Il Siero che residua dal processo di trasformazione del latte in formaggio rientra nei sottoprodotti di origine animale Cat. 3 come definito dal REGOLAMENTO (CE) n. 1069/2009 (sottoprodotti di origine animale derivanti dalla fabbricazione di prodotti destinati al consumo umano, compresi i fanghi da centrifuga o da separatore risultanti dalla lavorazione del latte).

Sulla base del medesimo regolamento, ai fini energetici ne sono consentiti i seguenti smaltimenti ed usi :

- recuperati o smaltiti mediante coincenerimento con o senza trasformazione preliminare, qualora i materiali categoria 3 siano rifiuti;
- compostati o trasformati in biogas;
- utilizzati come combustibile dopo la trasformazione o senza trasformazione preliminare.

Il D.Lgs. n.152/06 e ss.mm.ii. Parte IV , all'art. 185 comma 2b ricomprende nell'ambito della disciplina del Decreto quella parte dei sottoprodotti di origine animale, contemplati dal suddetto Regolamento (CE) destinati all'incenerimento, allo smaltimento in discarica o all'utilizzo in un impianto di produzione di biogas o di compostaggio.

Un frequente utilizzo del siero, che non richiede particolari tecnologie di conservazione o di trattamento è quello di impiegarlo come ingrediente per la formulazione di mangimi per animali di allevamento (consentito dall'art 14 comma d del suddetto regolamento CE). La scelta di valorizzare i reflui caseari (soprattutto siero e scotta), con l'estrazione dei componenti ad alto valore aggiunto, consente di ridurre la quantità di reflui prodotti, di abbattere i costi legati allo smaltimento rappresentando un esempio di trasformazione di uno scarto in una risorsa economica.

Sin dagli anni '80 sono ad esempio disponibili tecnologie per l'utilizzazione del siero come materia prima per la produzione di etanolo. Attualmente, ad esempio, i gruppi lattiero – caseari tedeschi utilizzano il siero come materia prima per produrre biocombustibili a costi molto bassi vista la sua produzione in enormi quantità. Un trattamento di frazionamento e concentrazione (con tecniche chimico-fisiche, termiche o a membrana) per il recupero di sieroproteine potrebbe essere la soluzione ottimale per una corretta gestione del siero. Le

tecnologie di separazione a membrana (microfiltrazione, ultrafiltrazione, nanofiltrazione ed osmosi inversa) si prestano particolarmente ad essere applicate per la separazione dei diversi componenti del siero di latte in quanto operano a basse temperature (20-60°C) e in condizioni isoterme.

Il trattamento del siero e degli altri reflui caseari rappresenta, in particolare per i caseifici di dimensioni medio-piccole, uno dei maggiori problemi gestionali e pertanto è auspicata l'individuazione di adeguate soluzioni tecnologiche di recupero.

La scelta di quale soluzione adottare dipende da una molteplicità di fattori e non esiste una soluzione ottimale, valida per tutte le situazioni. La possibilità o meno di realizzare un certo tipo di intervento è strettamente legata alle dimensioni del caseificio o dei caseifici interessati, come pure alla loro collocazione territoriale e la scelta di cosa produrre dipende non solo dalla disponibilità di adeguate tecnologie, ma anche dall'esistenza o meno di un mercato reale per i prodotti finali.

La quantità stimata di latte ovino, destinato alla produzione di formaggio in Sardegna, nel 2011, è stata pari a circa 3.081.711 di quintali lavorati (Fonte dati, Agenzia Laore).

Considerando che per ogni quintale di latte da lavorare si ottengono normalmente circa 17 kg di formaggio e 80 lt di siero¹, la produzione totale di questo sottoprodotto, nello stesso anno di riferimento, è stata pari a circa 2,47 milioni di quintali.

Conversione: Latte - Formaggio - Siero			
Latte [Lt]	Formaggio (Kg)	Siero (Lt)	Ricotta (Kg)
308.171.100	52.389.087	246.536.880	12.326.844
	523.891 q.li	2.465.369 q.li.	123.268,44 q.li

Il reimpiego del siero nel processo di biometanizzazione, utilizzando quale fattore di conversione 17 m³ di biogas/t di tq², applicato sulla metà del siero prodotto annualmente, attribuendo alla restante parte altre forme di valorizzazione, si otterrebbero circa 2 Mm³/anno di biogas di cui il 33% nella provincia di SS e il 23% in quella di NU. Il progetto Agribiogas Sardegna³ utilizza i parametri di calcolo forniti da CESI; CTI; Università politecnica delle Marche che, ricondotti in termini di m³ di biogas/t tal quale, indicano un valore medio del fattore di conversione leggermente inferiore (11%) rispetto al precedente e pari a circa 15 m³ di biogas/t di tq. Utilizzando tale parametro alle medesime condizioni si avrebbero complessivi 1,89 Mm³/anno di biogas.

¹ (Razionalizzazione energetica nel comparto lattiero-caseario della Sardegna, Rapporto finale marzo 2009)DIEE Università di Cagliari;

² "La filiera del biogas (tab 4,2)" (Regione Marche-Univ. Politecnica delle Marche) tab 4,2;

³ POR Sardegna 200-06 misura 3.13 –"Ricerca riguardante l'utilizzo di sistemi per la produzione di biogas, ai fini della cogenerazione di energia, nei distretti agroalimentari in Sardegna" – Aprile 2009



6.2.14 Potenzialità degli effluenti zootecnici

Per valutare la produzione potenziale di biogas da deiezioni animali, vengono presi in considerazione solo le deiezioni di bovini e suini, sia in quanto reflui a maggior contenuto di carbonio e di un rapporto C/N più favorevole ai processi biochimici di gassificazione, sia poiché la disponibilità di deiezioni di altre specie animali molto diffuse nell'isola, quali gli ovini ed i caprini, non sono concretamente valutabili dato che il loro allevamento è condotto al pascolo brado, o semibrado, con distribuzione delle deiezioni all'aperto, ovvero in lettiera poi reimpiegata in usi aziendali quale letame fresco e stabilizzato, pertanto ritenuti non suscettibile ad usi alternativi.

Le valutazioni sulla consistenza del patrimonio zootecnico della regione, effettuata sulla base dei dati Istat relativi al 2010 consentono di stimare i potenziali energetici derivanti dagli effluenti bovini e suini (vedi Tabella 1):



Tipo allevamento	totale bovini	Reflui ¹ mc/anno bovini	%	totale suini	Reflui ² mc/anno suini	%	Reflui mc/anno totale	%
Sardegna	251.962,00	3.678.645,20		169.752,00	495.675,84		4.174.321,04	
Sassari	48.786,00	712.275,60	19%	25.564,00	74.646,88	15%	786.922,48	19%
Nuoro	52.167,00	761.638,20	21%	12.837,00	37.484,04	8%	799.122,24	19%
Cagliari	23.471,00	342.676,60	9%	53.793,00	157.075,56	32%	499.752,16	12%
Oristano	63.901,00	932.954,60	25%	12.173,00	35.545,16	7%	968.499,76	23%
Olbia-Tempio	36.969,00	539.747,40	15%	5.656,00	16.515,52	3%	556.262,92	13%
Ogliastra	16.871,00	246.316,60	7%	9.327,00	27.234,84	5%	273.551,44	7%
Medio Campidano	6.312,00	92.155,20	3%	46.378,00	135.423,76	27%	227.578,96	5%
Carbonia-Iglesias	3.485,00	50.881,00	1%	4.024,00	11.750,08	2%	62.631,08	2%

Tabella 1

¹ La produzione annua di reflui per capo di bovino è pari a circa 14,6 m³/anno. La stima è stata effettuata dalla produzione giornaliera di reflui, pari a 10.000 m³/giorno, per 250.000 capi di bovini (PEARS, 2006).

² La produzione annua di reflui per capo di suino è pari a circa 2,92 m³/anno. La stima è stata effettuata dalla produzione giornaliera di reflui, pari a 1.600 m³/giorno, per 200.000 capi di suini (PEARS, 2006).

Come evidenziato in Tabella 1 il territorio della Provincia di Oristano appare quello più interessante a cui sono pertanto attribuibili, in prima istanza, circa 968.500 m³/anno di reflui, in gran parte prodotti dall'allevamento di capi bovini. Considerando una produzione media di biogas dell'ordine di 35 m³ per ciascun mc di refluo alimentato al digestore¹ (corrispondente a circa 42m³/t tq ottenuta quale media dei più bassi valori dei parametri relativi a liquame e letame) si ottiene una produzione annua di biogas dell'ordine di 34 milioni di mc/anno. Lo sfruttamento di tale potenzialità appare, però, difficile, considerata la frammentarietà con la quale si presentano le aziende e la relativa bassa densità territoriale. I dati dell'Agenzia Laore², elaborati in base alla B.D.N. Anagrafe Zootecnica, pongono in evidenza proprio che, soprattutto in riferimento al comparto delle aziende con allevamento suinicolo, su 11.826 aziende, il 79,5% si collocano nella classe entro i 5 capi (intesi come scrofe) e, secondo la fonte ISTAT (2010), il 36% delle aziende suinicole presentano tra i 3 ed i 5 capi (sempre scrofe) concentrate in particolare nelle province di Sassari (557) e Nuoro (448).

Si individuano, tuttavia, alcune aziende caratterizzate da un numero di scrofe medio pari a 120 unità, per le quali, considerata la potenzialità produttiva in reflui, e quindi in biogas, sia ipotizzabile un impianto digestore: tali aziende sono in tutto 41 (Laore, Comparto ovi-caprino e zootecnia regionale, 2013), maggiormente concentrate, sulla base della distribuzione dei dati ISTAT (2010), nella provincia di Cagliari ed in quella del Medio Campidano, per un totale di ca. 39.000 scrofe (28.000 e 18.000 rispettivamente per provincia citata), le quali potrebbero consentire la produzione di circa 114.000 mc/anno di reflui, pari a 2.619.240 mc di biogas/anno.

Per quanto riguarda il settore bovino, con un totale di capi presenti in Sardegna pari a 251.962 (Istat 2010), il 20% è costituito da aziende con bovini da latte, mentre il 75% da bovini da carne, con la maggiore concentrazione di aziende composte tra i 20 ed i 50 capi (27,5% in totale), ricadenti nella province di Sassari e Nuoro.

È significativo però considerare che il primato per numero di capi bovini allevati lo detiene la provincia di Oristano, con ca. 64.000 unità, seguita da Nuoro e Sassari, e che emerge quale polo ad allevamento intensivo per le vacche da latte quello di Arborea (OR). Questo polo, pertanto, può essere preso in considerazione ai fini della produzione di biogas: si rileva che ivi siano concentrate circa 17.000 vacche da latte (6° censimento generale dell'agricoltura, Istat, 2010), capaci di produrre 248.200 m³ di reflui/anno.

Se si considerano come stabulati i circa 64.000 capi del territorio comunale di Oristano, in condizioni tali da rendere possibile la costruzione di un impianto, si avrebbe un potenziale considerevole, con una produzione di punta di circa 934.000 m³/anno di reflui.

¹ "Impianti biomassa per la produzione di energia"- G.A. Pagnoni DEI -; "La filiera del biogas" Regione Marche-Università Politecnica delle Marche

² "Comparto ovi-caprino e zootecnia regionale"-Gennaio 2013- Laore

6.2.15 Potenzialità della biomassa forestale e dell'arboricoltura da legno

Allo stato attuale la determinazione della disponibilità di biomassa lignocellulosica in Sardegna è ancora affetta da incertezze, soprattutto a causa della mancanza di dati precisi e coerenti relativi all'estensione superficiale delle foreste, o meglio delle presunte foreste, causata dalle differenti forme di metodologia utilizzate per rilievi, ai diversi criteri di classificazione ed alle differenti scale adottate da parte delle diverse Istituzioni preposte.

Provincia	Cagliari	Nuoro	Oristano	Sassari	Sardegna
Superficie	689.539	704.398	263.060	751.993	2.408.990
Leccio	1.538	20.20	1.202	5.742	28.502
Sughera	12.389	32.092	6.758	64.353	115.592
Querceti	348	31.410	2.703	10.506	44.967
Altre	4.606	11.735	3.899	12.552	32.792
Conifere	8.592	16.658	2.709	10.606	38.565
Miste	10.048	18.763	6.248	9.209	44.268
Cedui puri	33.194	42.023	5.483	32.575	113.275
Cedui misti	42.396	21.946	2.077	27.253	93.672
Macchia corb.	71.511	68.967	9.735	76.722	226.935
Macchia gin.	31.028	46.976	14.368	41.601	133.973
TOT. BOSCO	215.650	310.590	55.182	291.119	872.541
% Bosco	31,27	44,09	20,98	38,71	36,22

Tabella 1

In attesa dell'aggiornamento sui dati, da parte degli Enti aventi titolo, al momento si ritiene come fonte più attendibile di informazione, utile alla trattazione del presente documento, quella più recente del piano energetico (PAERS, 2006), il quale dispone dei risultati forniti dal Corpo Forestale dello Stato (CFVA) relativi all'estensione superficiale dei boschi. Faremo pertanto riferimento alla Tabella 1 seguente che riporta i dati, in ettari, forniti dall'Assessorato all'Ambiente in occasione del citato PAERS:

Si tratta di dati relativi al 1998 e che ad oggi, non essendo nel frattempo stati aggiornati, sono gli ultimi utili. Tuttavia, l'Assessorato alla difesa dell'Ambiente ha reso nota una prima stima sulla disponibilità di biomassa, valutando un accrescimento medio annuo di circa 1,5 milioni di tonnellate, ma precisando che è sostenibile il prelievo di 320.000 tonnellate annue dal territorio regionale. Tale valutazione si ritiene che tenga conto anche di aspetti infrastrutturali e specifici relativi alla praticabilità delle aree boscate.

Considerando la consistenza territoriale delle zone a maggior densità boschiva, definiti potenziali bacini di approvvigionamento e di prima raccolta della biomassa legnosa nel PAERS del 2006, e rapportando l'accrescimento medio annuo, nonché il prelievo massimo ammissibile, alle superfici a bosco di ciascun bacino, partendo dall'assunto che il tasso di ricrescita in ciascuna di tali aree sia uniforme, si otterrà

l'indicazione sulle quote di accrescimento annuo, e quindi di prelievo annuo ammissibile, in ciascuna dei potenziali bacini di approvvigionamento (vedi Tabella 2)

N° Bacini di approvvigionamento	ha territorio	ha bosco	%	accrescimento t/anno	prelievo max t/anno t.q.
Berchidda (OT)	141.600	66.662	10,24%	121.785	24.448
Bitti (NU)	205.272	81.612	12,53%	149.097	29.931
Baunei (OG)	185.428	97.683	15,00%	178.457	35.825
Castiadas (CA)	209.356	66.812	10,26%	122.059	24.503
Capoterra (CA)	187.953	67.810	10,41%	123.882	24.869
Flumini (CI)	164.399	68.745	10,56%	125.590	25.212
Aritzo (NU)	125.271	67.341	10,34%	123.025	24.697
Bolotana (SS)	173.466	69.265	10,64%	126.540	25.403
Benetutti (NU)	199.669	65.355	10,03%	119.397	23.969
Totale	1.592.414	651.285	100,00%	1.189.830	238.855

Tabella 2

Dati PEARS 2006	
Bosco Sardegna totale	872.541 ha
Accrescimento totale fresco	4.594.041 t/anno
Massimo prelievo	320.000 t/anno

Dall'analisi della Tabella 2 emerge come i bacini di potenziali approvvigionamento abbiano una capacità abbastanza omogenea di prelievo in t/anno, con la maggiore concentrazione in Ogliastra, seguita dal nuorese e dal centro Sardegna; il che consente, insieme alle informazioni di cui al successivo paragrafo sulle SFR, di ipotizzare la localizzazione di eventuali impianti a biomassa sul territorio e di calibrarne la relativa potenza. Intanto, qui si può ipotizzare che il potenziale energetico della quota di biomassa forestale legnosa estraibile a livello regionale, in t/anno di S.S., assumendo un P.C.I. del legname di 18.4 MJ/kg, con % umidità al taglio del 45% (rif. Rapporto ISPRA 2010-Biomassa), con le approssimazioni legate al valore dell'umidità all'impiego, si ritiene conservativamente pari a 664 GWh/anno, di cui il 15% concentrato nel bacino di approvvigionamento di Baunei, ed il 13% in quello di Bitti.

Circa le colture di cedui a turno breve (SRF) sono opportuni alcuni commenti. Dalle indagini svolte presso Agenzie agricole regionali non risultano ad oggi investimenti da parte di imprese agricole in impianti di SRF per la produzione di biomassa a scopo energetico e destinati alla commercializzazione. Peraltro, i dati ISTAT, invece, registrano una superficie investita con arboricoltura da legno a ciclo breve¹, annessa alle aziende agricole, pari a 8.848 ha sul territorio regionale, registrando un sensibile decremento delle superficie investita a pioppo tra il 2000 ed il 2010 pari a 324 ha (dati CGA) e di 10.897 ha per le altre arboree da legno.

¹ Arboricoltura da legno intesa come superfici occupate temporaneamente da impianti di specie arboree destinate alla produzione di masse legnose a prevalente impiego industriale o da lavoro, ovvero pioppeti ed altra arboricoltura da legno.

Si precisa che il decremento è in linea con quanto avvenuto a livello nazionale, con andamento imputabile a varie ragioni concomitanti, sia di carattere colturale, sia di tipo economico-aziendale. La superficie SAU occupata da arboricoltura da legno a ciclo breve si attesta pertanto allo 0,77% sulla superficie totale delle aziende, dato che può non meravigliare considerati i limiti produttivi che il PSR 2007 - 2013 ha dichiarato al fine di assicurare la sostenibilità dei boschi esistenti. Se è vero che questa preoccupazione poteva essere condivisibile al momento della redazione del PSR, dato che la maggior parte delle biomasse, specialmente la legna da ardere, proveniva da boschi cedui naturali che così non possono essere trasformati in fustaia, tale condizione appare superata. Gli elementi di scenario che dalla riforma della PAC ad oggi si sono presentati hanno condotto e conducono ad un interesse verso l'utilizzo di biomasse a fini energetici, e non solo di quelle considerate sottoprodotti, con la conseguente realizzazione di colture erbacee ed arboree destinate alla produzione di biomasse a fini energetici, da vedere quindi come una reale alternativa alle destinazioni più tradizionali. Oltretutto non si può dimenticare il ruolo delle SFR che, impiantate in superfici agricole inutilizzate e/o rappresentanti di fattori di aumento della biodiversità vegetale in agro ecosistemi talvolta degradati, possono rivestire nella protezione dell'ambiente e nella diversificazione della fauna e della flora. Tutto ciò potrebbe condurre alla rivalutazione dell'arboricoltura da legno in ambito aziendale.

Se si considera la distribuzione delle arboree legnose a ciclo breve, con prevalenza nelle province di Cagliari (3.107 ha), di Oristano (1.865 ha) e del Medio Campidano (1.332 ha), a seguire quelle di Nuoro (721.29), Cagliari (551 ha), Olbia Tempio (497 ha), Ogliastra (429.66) e Carbonia Iglesias (342 ha), unitamente ai dati di prelievo massimo ritraibile dai boschi come illustrato in Tabella 2, è pensabile giungere, in modo approssimato, a definire degli areali, potenziali macro bacini di approvvigionamento della massa legnosa. In tali bacini è pensabile quindi, in prospettiva della filiera energetica corta, di poter realizzare degli impianti a biomassa a scopo energetico.

Si ritiene di poter esaminare la produzione in biomassa da parte delle arboree da legno ad utilizzo industriale, ossia demandate alla produzione di quelle materie prime che possono contribuire non solo alla produzione di energia, ma anche all'assorbimento della CO₂, alla salvaguardia del territorio (PEARS 2006), riferita alle coltivazioni che, in base ai dati ISTAT ed alla bibliografia di settore, sono quelle meglio impiegabili sia dal punto di vista tecnico commerciale, che da quello ambientale, ovvero il pioppo e, in rappresentanza delle altre specie di arboricoltura da legno, l'eucalipto.

Per quanto concerne il Pioppo, in mancanza di dati circa la produttività della coltura nei nostri ambienti, prove colturali condotte in Italia, indicano di poter realizzare produzioni pari a 30-40 t/ha per anno di cippato, al 50% di umidità ¹ (SIL Patto territoriale - Agenzia di Sviluppo Locale, Provincia di Oristano, 2007). Nella trattazione che segue, nel considerare la quantità di biomassa ritraibile dal pioppo a ciclo breve, si prenderà in considerazione, in via prudenziale, il valore di produzione più basso pari a 30 t/ha per anno.

Per quanto riguarda l'eucalipto, invece, si assume di poter realizzare, come indicato da prove colturali realizzate in Italia ², in via prudenziale, una produzione pari a 10 tonnellate per ettaro.

¹ l'impianto prevede una densità di 10.000 piante per ettaro in asciutto, con sesto di impianto 2,5-3 m x 0,4-0,6 m, in fila singola ed il taglio biennale della biomassa.

² La densità d'impianto è di 5.000 piante per ettaro con sesto d'impianto di 2,80mx 0,70 m, in asciutto.

Pertanto, date le superfici ISTAT, si presume un potenziale produttivo, a livello regionale pari, a quanto riportato in successiva Tabella 3.

Province	Pioppo t/anno	Altra arboricoltura t/anno
Sassari	1.728,00	6.636,90
Nuoro	245,40	5.437,70
Cagliari	898,80	30.775,70
Oristano	2.373,90	17.868,20
Olbia-Tempio	-	4.973,70
Ogliastra	1.316,10	3.857,90
Medio Campidano	137,10	13.274,80
Carbonia-Iglesias	1.536,00	2.910,50
Totale	8.235,30	85.735,40

Tabella 3: ISTAT 2010

Il maggior potenziale energetico della quota di biomassa legnosa estraibile dall'arboricoltura da legno a livello regionale, in t/anno sarà concentrato soprattutto nelle province di Cagliari e Oristano.

Dall'analisi congiunta dei dati riassunti nelle Tabelle 3 e 2, si può infine valutare che dal totale della biomassa ritraibile tra quella legnosa forestale e quella che può essere posta a disposizione dall'arboricoltura da legno, pari a circa 333.000 t/anno di tal quale. Ripartendo la disponibilità di biomassa legnosa da arboricoltura nei bacini precedentemente individuati con le cautele del caso e in via presuntiva, si può ritenere che l'eventuale installazione di impianti a biomassa potrebbero trovare maggior ragione d'essere, in termini di capacità di rifornimento di biomassa legno cellulosica, nei bacini di maggior densità boschiva e di consistenza di impianti arborei legnosi a ciclo breve, corrispondenti agli areali di Baunei (OG), Capoterra (CA), Bitti (NU) e a seguire, Flumini (CI), Benetutti (SS), Berchidda (OT), Bolotana (NU), Aritzo (NU).

Si ritiene, infine, che rimangono motivo di interesse gli importanti livelli produttivi delle coltivazioni SRF che sono stati registrati in areali simili al nostro, e l'organizzazione tecnica delle nostre aziende agricole che non pone evidenti limiti alla diffusione di tali coltivazioni.

I dati reperiti dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC, anno 2005), di recente pubblicazione, quantificano una risorsa forestale regionale ben più elevata rispetto a quanto in precedenza presentato, benché con una ripartizione tipologica tra le vari categorie forestali non sempre corrispondenti alla suddivisione riportata nel citato PEARS del 2006, sia per quanto riguarda le tipologie vegetazionali che le estensioni in ettari. In definitiva si rilevano alcune differenze nelle tipologie forestali considerate nei due lavori e, qualora sia possibile far coincidere una categoria con un'altra, i risultati che si ottengono sono sostanzialmente difforni. Differenze consistenti riguardano infatti valori totali di bosco che nel presente Piano delle Biomasse è pari a 872.541 ha, mentre dai dati INFC del 2005 riportano un valore di 1.213.250 ha.

A parte l'insorgenza dei problemi di cui si è accennato in principio di paragrafo, legata alle diverse procedure di raccolta ed elaborazione dei dati sulle foreste ed i boschi sardi da parte dei vari soggetti istituzionali competenti, ai fini della presente trattazione è rilevante la potenzialità in biomassa complessivamente ritraibile, a fini energetici, dalle superfici boschive isolate. Partendo dalla stima del patrimonio boschivo sardo, raccolta nell'Inventario Nazionale INFC del 2005, replicando il criterio precedentemente adottato, si giungerebbe a valutare una quota complessiva di prelievo annuo ammissibile, di biomassa forestale, sensibilmente superiore rispetto al precedente, per una maggiore quantità pari a circa 80.000 t/anno. L'adozione di tali dati però, benché più recenti, non migliorerebbe la qualità della stima in quanto le superfici complessive attribuite alle varie tipologie forestali riguardano l'intero territorio regionale e non sono suddivise per provincia o per altra unità territoriale. Si pone in evidenza che, benché esista un patrimonio boschivo, secondo INFC, superiore rispetto alle valutazioni dello studio illustrato nel presente capitolo, il Piano si attesta su valori di precauzione a conferma del principio di cautela e di conservazione della risorsa che guida le valutazioni di potenzialità energetica in esso contenute.

6.2.16 Energia da conversione di rifiuti

Le politiche comunitarie e nazionali in tema di sviluppo sostenibile sono da tempo orientate verso obiettivi di razionalizzazione della gestione dei rifiuti, minimizzando lo smaltimento in discarica e massimizzando la valorizzazione energetica della parte che ne abbia i requisiti, conseguendo il miglior risultato ambientale complessivo.

La possibilità di convertire in energia la parte organica dei rifiuti prodotti implica l'adozione di una politica di gestione sia dei rifiuti solidi urbani ma anche di quelli classificati come speciali, rivolta alla differenziazione di quella parte che ai fini della valorizzazione in termini energetici sarebbe di fatto classificabile come sotto prodotto.

La pianificazione della gestione dei rifiuti in ambito regionale attiene alla possibile integrazione tra il sistema di gestione dei rifiuti urbani e quello dei rifiuti speciali. Tale integrazione oltre all'opportunità di creare sinergie tra i due "sistemi" con vantaggi di tipo economico-gestionale va nella direzione della sostenibilità ambientale coinvolgendo ben definite tipologie di attività di trattamento, recupero o smaltimento di rifiuti, essenzialmente non pericolosi, quali: *rifiuti speciali assimilabili agli urbani, rifiuti speciali compostabili, rifiuti combustibili, rifiuti solidi, fanghi palabili non più recuperabili come materia o energia*¹. In Sardegna si è verificata una produzione di rifiuti speciali nel 2008 pari a un totale di 7.534.457t (valutato sulla base delle dichiarazioni MUD 2009, relative ad attività svolte nel 2008). L'analisi della produzione di rifiuti speciali, suddivisi nelle 20 macrocategorie CER, ha messo in luce che nell'anno 2008 i rifiuti da impianti di trattamento, sia di rifiuti sia di acque, etc. (CER 19), sono quelli che danno il contributo decisamente più rilevante rispetto alla produzione totale; infatti solo i rifiuti appartenenti a questa categoria, con un quantitativo pari a 3.669.516 t, incidono per il 48,7% sul totale dei rifiuti speciali prodotti nel 2008. A fronte di un dato di produzione totale regionale, il complesso del dichiarato come gestito in termini di attività di recupero o smaltimento in regione ammonta a 7.307.435 t.

¹ Piano regionale dei Rifiuti Speciali- Relazione di Piano

Con le avvertenze specificate nel Piano, si evidenzia come le attività di smaltimento effettuate in regione coprano una quota largamente maggioritaria del complesso dei rifiuti recuperati/smaltiti, interessando 6.183.048 t (85% del totale) mentre le attività di recupero interessano complessivamente 1.124.387 t (15% del totale). Il ricorso al recupero energetico è piuttosto contenuto: a fronte di potenzialità disponibili (incenerimento di rifiuti speciali e coincenerimento) in ambito regionale nell'ordine di circa 65.000 t/a, si registra l'avvio di rifiuti speciali alle operazioni R1 e D10 pari, per l'anno 2008, a circa 56.000 t; i margini residui di potenzialità non sfruttata potrebbero essere utilmente impegnati (fatte salve le necessarie verifiche tecniche in merito alle specifiche caratteristiche dei rifiuti e degli impianti) per minimizzare lo smaltimento in discarica o l'esportazione dei rifiuti verso altre regioni. Focalizzando l'attenzione sui codici rifiuti 02,03,19 e 20, dove è rilevante la quota parte organica, si evince che i quantitativi recuperati per utilizzazione principale come combustibile o altro mezzo per produrre energia (R1) sono stati pari a 19.334 t, mentre quelli destinati all'operazione di smaltimento mediante incenerimento (D10), suscettibile di recupero energetico, sono stati pari a 15.038 t, mentre il totale tra recupero e smaltimento ammontava complessivamente a 3.601.044 t.

La strategia regionale in materia di rifiuti urbani è fortemente orientata verso il sistema di gestione integrata da perseguire nel complesso e per singolo ambito territoriale, in termini di contenimento della produzione rifiuti urbani, raggiungimento di rese ed efficienze di raccolta differenziata, obiettivi di recupero di materia e energia, contenimento delle frazioni conferite a discarica.

Nel piano regionale di gestione dei rifiuti –sezione rifiuti urbani- (DGR n.73/7 del 21.12.2008) è posto quale obiettivo generale di raccolta differenziata la soglia guida del 70% della produzione complessiva dei rifiuti, da raggiungere progressivamente entro il 2012.

Nella tabella seguente sono riepilogati i valori di gettito attesi a regime ed i prevedibili livelli medi di intercettazione per singola frazione merceologica necessari per il raggiungimento del livello minimo complessivo del 65%.

Categorie	Contributo pro-capite Totale (kg/ab/anno)	Gettito medio da R.D. a regime (kg/ab/anno)	Livello di intercettazione per singola frazione merceologica (%)	% Intercettazione rispetto al RU totale
Sostanza organica	158	130	82	26
Cellulosico	144	85	59	17
Plastica	84	35	42	7
Vetro + inerti	49	36*	73	7,2
Metalli	15	12**	78	2,4
Pannolini/assorbenti	18	0	0	0
Ingombranti	27	23	85	4,6
Altri (pericolosi, ecc...)	3	2	67	0,4
Totale	500	323	65	65

Livelli medi di gettito e di intercettazione a regime delle varie frazioni merceologiche

(*) riferito al solo vetro - (**) Considerati i gettiti degli imballaggi di piccola pezzatura e di altri metalli

In funzione del raggiungimento di tale livello di differenziazione e stata prevista l'articolazione impiantistica per diversi scenari di sviluppo incentrati comunque, sulla bio-stabilizzazione e compostaggio di qualità per la frazione organica e termovalorizzazione del secco residuo presso 2 o più poli. Il PEAR 2006 peraltro proponeva due soli impianti di smaltimento del CDR (combustibile ottenuto dalla componente secca quale plastica, carta, fibre tessili, ecc.) dei rifiuti, generalmente urbani, tramite appositi trattamenti di separazione da altri materiali non combustibili, regionale: uno coincide con l'attuale termovalorizzatore di Macchiareddu, all'uopo potenziato di 11 MWe (per una potenza totale di 20,4 MWe); l'altro è un impianto dedicato da realizzarsi a Ottana, per una potenza di 20 MWe.

6.2.16.1 Tecnologie innovative per il recupero energetico dei rifiuti

Le tecnologie di trattamento termico dei rifiuti si distinguono sostanzialmente in:

- Sistemi di combustione diretta (forni a griglia, rotanti, a letto fluido);
- Sistemi di combustione indiretta (gassificazione e pirolisi).

Il recupero energetico dei rifiuti mediante combustione e incenerimento pone il problema dell'emissione di effluenti gassosi che necessitano onerosi trattamento depurativi. Nei decenni trascorsi, sono state approfondite tecnologie innovative potenzialmente alternative alla combustione nei termovalorizzatori: tra queste, la gassificazione e la pirolisi. Durante la combustione nel termovalorizzatore, gli elementi combustibili presenti nel rifiuto sono ossidati in presenza di ossigeno in eccesso, producendo un rilascio di calore e prodotti di scarto, come i fumi di combustione e un residuo solido inerte. Diversamente, durante la gassificazione avviene la conversione di un materiale solido o liquido in un gas combustibile (syngas), mediante una ossidazione parziale in cui l'aria viene utilizzata in quantità minori rispetto a quello che sarebbe necessario per il completamento della reazione e si ottiene un gas arricchito di ossido di carbonio (CO) e idrogeno. La pirolisi è condotta in assenza di ossigeno e permette di ottenere tre prodotti in fasi diverse, tutti combustibili: il syngas, il tar (sostanza condensabile presente nel syngas che si presenta come un prodotto liquido) ed il char (residuo carbonioso). Il syngas trova impiego come combustibile o come materia prima per l'industria chimica, mentre il tar ha svariati utilizzi, tra cui la co-combustione insieme al carbone per produzione di energia elettrica, fertilizzanti, combustibili per centrali termoelettriche, ecc; infine il char può essere trattato con acido cloridrico per la produzione di carbone o con anidride carbonica per la produzione di carbone attivo. Da 1 kg di RSU si ottengono mediante pirolisi da 0,15 a 0,3 kg di syngas, da 0,5 a 0,6 kg di tar e da 0,2 a 0,3 kg di char; la gassificazione prevede invece una maggiore produzione di gas¹.

Nella tabella seguente² sono rappresentate le differenti condizioni operative dei tre distinti processi:

¹ ENI-Cultura dell'energia –Energia della cultura

² Tecnologie alternative di trattamento termico dei rifiuti-ENEA, Unità Tecnica Tecnologie Ambientali 6/2010

Tabella 1 – Condizioni operative dei processi di trattamento termico di rifiuti

	Combustione	Gassificazione	Pirolisi
Temperatura operativa, °C	850-1400	800-1600	250-700
Pressione, bar	1	1-45	1
Atmosfera	Aria	Aria, O ₂ , H ₂ O	Inerte
Rapporto stechiometrico	> 1	< 1	0
Prodotti del trattamento:			
Gassosi	CO ₂ , H ₂ O, O ₂ , N ₂	H ₂ , CO, CH ₄ , (N ₂)	H ₂ , CO, idrocarburi, (N ₂)
Liquidi	-	-	"Tar"
Solidi	Scorie e ceneri	Scorie e ceneri (medio-bassa T) Vetrificato (alta T)	Scorie e ceneri, Char

Fonte: elaborazione ENEA

Nel classico processo di combustione diretta, con l'utilizzo dei forni a griglia, l'energia contenuta nei rifiuti viene trasformata in energia termica contenuta nel gas combusto che cedendo il calore per la produzione di vapore, successivamente espanso in turbina, lo rende convertibile in energia elettrica (e termica utile se l'impianto è di tipo cogenerativo). I gas rilasciati in atmosfera da tali processi spesso contengono furani e diossine. I residui solidi di tale procedimento sono scorie, ceneri e polveri di filtrazione che necessitano di smaltimenti onerosi. Il processo di gassificazione trasforma i composti organici in gas di sintesi utilizzabili come vettori energetici o per sintesi chimiche. Nella fase di fusione presente nel processo i composti inorganici subiscono la vetrificazione che le inertezza favorendone non solo lo smaltimento ma anche il recupero nei processi industriali. Nel processo di gassificazione sono assenti le riformazioni di furani e diossine¹.

L'interesse nei confronti dell'applicazione della gassificazione e della pirolisi al trattamento termico dei rifiuti è determinato essenzialmente da una serie di potenziali vantaggi che esse appaiono offrire in termini di:

- maggiore recupero del contenuto energetico dei rifiuti;
- riduzione delle portate di effluenti gassosi da sottoporre a trattamenti depurativi;
- miglioramento delle caratteristiche d'inertizzazione e migliori possibilità di riutilizzo dei residui solidi prodotti (scorie e ceneri leggere);
- migliore accettabilità da parte dell'opinione pubblica, derivante da una serie complessa di motivi, ai quali contribuiscono sicuramente fattori di carattere più emotivo che razionale, principalmente legati ad esperienze negative maturate in passato con l'incenerimento dei rifiuti.

A questi potenziali vantaggi fanno da contraltare alcuni aspetti, principalmente di carattere tecnico-economico, che ne hanno frenato, a tutt'oggi, l'applicazione su vasta scala.

Vengono inoltre proposte soluzioni tecniche quali tecnologie all'arco-plasma, dissociazione molecolare, modificatore molecolare che risultano tuttavia sempre riconducibili ad una applicazione dei tre processi sopra descritti, spesso in combinazione fra di loro. In particolare l'applicazione della tecnologia del plasma al

¹ Nuove esperienze industriali di valorizzazione energetica dei RU- Martino Associati- Thermoselect

trattamento dei rifiuti può avvenire con diverse modalità e finalità. Il plasma può essere considerato una sorta di quarto stato della materia, ottenuto mediante una scarica, fornita attraverso un arco elettrico, che consente di ottenere la ionizzazione di una corrente gassosa, caratterizzata da temperature elevatissime, dell'ordine dei 5.000-10.000°C. Tale tecnologia è utilizzata da decenni, anche se il suo campo di applicazione è rimasto ristretto al trattamento di flussi particolari quali i rifiuti, per lo più inorganici, altamente pericolosi o radioattivi. La sua applicazione consente di ottenere in questo caso un prodotto finale vetrificato che presenta le caratteristiche di un materiale pressoché inerte.

Occorre sottolineare che l'applicazione del plasma, specie se riferita al trattamento dei RU, può essere di norma inquadrata come una tecnologia di gassificazione ad alta temperatura se condotta in presenza di ossigeno e/o vapore, nella quale il plasma funge da vettore termico, sostituendo in parte o in toto, come fonte di energia, la combustione parziale del rifiuto e/o di combustibili tradizionali. I tempi più recenti l'applicazione del plasma è stata anche proposta per il trattamento spinto (polishing) finalizzato all'eliminazione del tar presente nel syngas grezzo prodotto tramite sistemi di gassificazione tradizionali.

A livello europeo, nonostante siano industrialmente operative alcune esperienze di piro-gassificazione), la combustione diretta (incenerimento o "termovalorizzazione") rimane la tecnica predominante ai fini del recupero energetico da rifiuti. Il solo paese, nel mondo, dove è stato raggiunto un certo grado di sviluppo della tecnologia di gassificazione risulta essere il Giappone, dove sono stati messi a punto sistemi di trattamento derivati per lo più dall'industria siderurgica o dalla rielaborazione di tecnologie sviluppate inizialmente in Europa, ma nel tempo abbandonate principalmente perché non competitive dal punto di vista economico. Nella prima metà degli anni '90 si era registrato, soprattutto in Italia, un forte interesse nei confronti della gassificazione, che aveva portato alla realizzazione di ben tre impianti di taglia significativa rispettivamente a Verbania, Greve in Chianti (FI) e Porto Azzurro (LI); impianti che, dopo vicende alterne, sono stati tutti fermati essenzialmente per motivi di natura tecnica associati ad una non competitività economica. In Italia sono attualmente in corso alcune iniziative a livello pilota e/o dimostrativo, finalizzate principalmente al trattamento di CDR e di alcune categorie di rifiuti speciali. Sicuramente l'iniziativa di maggiore interesse riguarda l'impianto di gassificazione realizzato presso la discarica di Malagrotta a Roma. L'impianto, progettato inizialmente su 3 linee, è entrato in esercizio commerciale nel corso del 2009 ed è attualmente costituito da un'unica linea in grado di trattare fino a 250 t/g di CDR. La tecnologia adottata è derivata da quella della Thermosteact, solo che il primo stadio di pirolisi (che aveva funzione di omogeneizzatore in quanto operante su RU indifferenziati) è stato sostituito dalla produzione di CDR, che viene in questo caso alimentato direttamente al gassificatore ad alta temperatura. È indubbio che i risultati che verranno conseguiti con l'esercizio di questo impianto potranno fornire utili indicazioni sul futuro di tale tecnologia in termini di applicabilità, affidabilità e convenienza economica al trattamento di rifiuti di origine urbana.

La vera alternativa industriale all'incenerimento con recupero energetico è attualmente costituita, indipendentemente dalla tecnologia impiegata, dalla gassificazione di tipo "termico", rispetto alla quale il vantaggio principale che essa è in grado di offrire è costituito dalla possibilità di pervenire alla fusione delle scorie/ceneri integrata all'interno del trattamento.

6.2.17 Energia da fanghi di depurazione

La problematica del trattamento e smaltimento dei fanghi prodotti dai processi di depurazione delle acque reflue urbane assume sempre più importanza sia in ambito nazionale che internazionale. Le modalità di smaltimento/riutilizzo dei fanghi più frequentemente adottate nei paesi europei riguardano *lo smaltimento in discarica, il riutilizzo in agricoltura tal quali o dopo aver subito un processo di compostaggio, l'incenerimento da soli o il co-incenerimento con i rifiuti, l'inserimento nella produzione di laterizi, asfalti, calcestruzzi*. In Italia i fanghi sono considerati un rifiuto speciale e il loro prevalente destino è lo smaltimento in discarica o lo spandimento su terreni agricoli e in parte minima al compostaggio. Poco sfruttato il trattamento di digestione anaerobica con produzione di biogas e materiale organico da avviare a trattamento di compostaggio per farne ammendante agricolo. Nemmeno il ricorso alla combustione, previo essiccamento dei fanghi in impianti a biomasse è al momento una pratica diffusamente perseguita.

A partire dalle dichiarazioni MUD 2009 è stata effettuata un'analisi relativa ai rifiuti speciali non pericolosi appartenenti al CER 190805 "fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane". Le elaborazioni effettuate hanno fatto emergere che in Sardegna nel 2008 sono stati prodotti 67.027.333 kg di tale tipologia di rifiuto; il CER 190805 costituisce quindi circa l'1% dei rifiuti speciali complessivamente prodotti in regione nel 2008.

I rifiuti appartenenti al CER 190805 che risultano gestiti in termini di attività di recupero o smaltimento in Regione nel 2008 sono 63.111.124¹ kg, circa il 94% del totale prodotto nel 2008 e circa l'1% dei rifiuti speciali complessivamente gestiti nella regione. La provincia di Cagliari risulta aver prodotto nel 2008 16.680.274 kg di rifiuti pari a circa il 25% del totale. Si osserva che circa l'89% del rifiuto gestito e sottoposto recupero; in particolare, l'unica operazione effettuata risulta la R10 "trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologica". I 56.173.654 kg di "fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane" recuperati costituiscono circa il 5% del quantitativo totale di rifiuti speciali a recupero in Sardegna. La restante quota di CER 190805 è ripartita tra:

- D8 "trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato (All. B del D.Lgs. 152/06), che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti D1 e D12": interessa circa il 72% del rifiuto smaltito;
- D1 "deposito sul o nel suolo (ad esempio discarica)": interessa circa il 28% del rifiuto smaltito.

Nonostante numerosi studi e sperimentazioni pilota abbiano dimostrato² come la co-digestione della frazione organica di rifiuti solidi con il fango di depurazione consenta di equilibrare in maniera efficace le caratteristiche dei due substrati di partenza, determinando un incremento di efficienza significativo per il processo complessivo, i limiti imposti dalle leggi ambientali (D.Lgs n. 152/06 parte V allegato X parte II sezione 6) non ne hanno favorito la traduzione in pratiche industriali.

Il recente Decreto Ministeriale Ambiente 14 febbraio 2013, n. 22 "Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (C_{ss}) - Attuazione articolo 184-ter del Dlgs 152/2006" rendendo commercialmente fruibile un combustibile da rifiuti (CSS)

¹ Piano regionale dei Rifiuti Speciali- Relazione di Piano

² "la valorizzazione energetica dei fanghi di depurazione" Quaderni del DIP Ing. Amb Università di Trento

utilizzati in impianti industriali (cementifici e centrali termo-elettriche), mediamente costituito dal 4% di fanghi di depurazione, offre un'ulteriore opportunità di conversione in risorsa energetica a tale rifiuto di processo. Il contributo potenziale derivante dalla conversione in processo termochimico diretto, dei fanghi di depurazione, assumendo un potere calorifico pari a 2,46 Mwh/t¹, considerando il 20% di umidità all'impiego, si quantifica in circa 130 GWh/anno.

6.2.18 Energia da conversione di FORSU

La valorizzazione energetica della parte organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) non ha trovato in Sardegna una significativa applicazione. Un unico impianto sfrutta la digestione anaerobica come mezzo intermedio per la produzione di energia elettrica/termica da FORSU e reflui zootecnici.

Attribuendo un'interpretazione estensiva, in termini energetici, al concetto di *miglior risultato ambientale complessivo* contenuto nella direttiva 2008/98/CE che prevede all'art. 4:

- comma 1- la gerarchia del recupero dei rifiuti, che privilegia il recupero di materia (compost Q) a quello di energia;
- comma 2- la possibilità che gli Stati membri adottino misure volte a incoraggiare le opzioni che danno il miglior risultato ambientale complessivo;

di seguito, considerando la frazione organica da raccolta differenziata, preliminarmente assoggettata a valorizzazione energetica e successivamente trasformata in compost, si effettuano alcune valutazioni previsionali dei quantitativi di FORSU producibili fino all'anno 2025 elaborando i dati contenuti nel "Rapporto sulla gestione dei rifiuti solidi urbani in Sardegna" redatto da ARPAS. L'ammendante compostato misto prodotto è commercializzato con i seguenti impieghi proposti: *Colture erbacee; Colture arboree; Vigneti; Orticoltura; Giardinaggio; Tappeti erbosi e Verde ornamentale.*

Nel corso del 2010 sono state raccolte 158.577 t/a di FORSU pari a circa il 19% del totale RU tali quantitativi sono cresciuti, nel 2011 a 164.156 t/a pari a circa il 21% del totale RU².

Considerando la quantità organica presente nei rifiuti solidi urbani pari al 31,7% del totale con un contributo pro-capite da parte dei residenti di 144 kg/ab/anno, e un contributo totale (considerando anche i fluttuanti) di 158 kg/ab/anno³ è stato studiato l'andamento inerziale dei conferimenti totali nel decennio 2000-2010 e sulla base dell'andamento decrescente registrato nell'ultimo quinquennio per ogni singola provincia, (ad esclusione di Olbia – Tempio per la quale sono stati tenuti costanti i valori censiti nel 2010, a causa della forte presenza di fluttuanti) sono stati proiettati i dati fino al 2025, ritenendo in tal modo di includere contemporaneamente sia gli effetti dell'andamento demografico sia quello della tendenza dell'attitudine al consumo. Per quanto attiene agli effetti della politica di gestione dei rifiuti, con particolare riferimento al consolidamento delle raccolte differenziate sono stati valutati due distinti casi:

1. livello di intercettazione a regime paria 26% del totale.

¹ "la valorizzazione energetica dei fanghi di depurazione" Quaderni del DIP Ing. Amb Università di Trento

² "PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI" (pag 376)

³ "PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI" (pag 376)

2. livello di intercettamento a regime paria 31% del totale.

Nella pagina successiva sono riportati gli esiti delle citate valutazioni.

Analogamente ai criteri di valutazione precedentemente adottati le quantità di risorsa sono considerate al lordo degli attuali impieghi con l'intento di valutare in deduzione le risorse residuali.

Volendo commentare il potenziale energetico complessivo in modo prudentiale, in forza delle ipotesi precedentemente poste, nel primo scenario esaminato, considerando la valorizzazione del 50% del totale calcolato con fattore di conversione della Forsu in biogas pari a 84 m³/t tal quale¹ (prescindendo dalla metodologia impiantistica) e un potere calorifico inferiore del biogas pari a 6 kWh/Nm³² emerge un potenziale complessivo attuale pari a circa 40 GWh/anno, che sulla base degli ipotizzati sviluppi diventerebbe di circa 30 GWh/anno nel 2025 prevalentemente concentrato nelle provincie di CA, SS e OT. Il recupero del biogas in discarica, in conseguenza sia del ridotto fattore produttivo sia del più modesto potere calorifico (4,4 kWh/Nm³) renderebbe tale risorsa fortemente meno significativa sotto l'aspetto energetico.

¹ "Impianti biomassa per la produzione di energia"- G.A. Pagnoni DEI - Adani-UNIMI (90-150 Nm³/t tq)

² (pagnoni-DEI)

livello di intercettamento a regime paria 26% del totale

Provincia	Anno	Quantitativi FORSU t/a	Biogas prodotto m3/a	Potenziale Energetico MWh/a
Cagliari	2012	65.795,84	5.526.850,89	33.161,11
	2025	48.293,82	4.056.681,19	24.340,09
Carbonia-Iglesias	2012	14.588,14	1.225.403,63	7.352,42
	2025	10.808,98	907.954,58	5.447,73
Medio-Campidano	2012	10.148,35	852.461,07	5.114,77
	2025	6.866,82	576.812,68	3.460,88
Nuoro	2012	14.555,27	1.222.642,54	7.335,86
	2025	10.599,60	890.366,14	5.342,20
Ogliastra	2012	4.972,46	417.687,03	2.506,12
	2025	3.511,71	294.983,91	1.769,90
Olbia-Tempio	2012	35.773,59	3.004.981,34	18.029,89
	2025	35.166,35	2.953.973,57	17.723,84
Oristano	2012	15.848,47	1.331.271,73	7.987,63
	2025	11.510,64	966.893,58	5.801,36
Sassari	2012	38.539,06	3.237.280,99	19.423,69
	2025	33.158,73	2.785.333,19	16.712,00
TOTALE	2012	200.221	16.818.579	100.911
	2025	159.917	13.432.999	80.598

livello di intercettamento a regime paria 31% del totale

Provincia	Anno	Quantitativi FORSU t/a	Biogas prodotto m3/a	Potenziale Energetico MWh/a
Cagliari	2012	78.448,89	6.589.706,83	39.538,24
	2025	57.581,10	4.836.812,19	29.020,87
Carbonia-Iglesias	2012	17.393,55	1.461.058,18	8.766,35
	2025	12.887,63	1.082.561,23	6.495,37
Medio-Campidano	2012	12.099,95	1.016.395,89	6.098,38
	2025	8.187,36	687.738,19	4.126,43
Nuoro	2012	17.354,36	1.457.766,10	8.746,60
	2025	12.637,98	1.061.590,40	6.369,54
Ogliastra	2012	5.928,71	498.011,45	2.988,07
	2025	4.187,04	351.711,59	2.110,27
Olbia-Tempio	2012	41.929,11	3.522.045,41	21.132,27
	2025	41.929,11	3.522.045,41	21.132,27
Oristano	2012	18.896,26	1.587.285,53	9.523,71
	2025	13.724,22	1.152.834,65	6.917,01
Sassari	2012	45.950,42	3.859.835,03	23.159,01
	2025	39.535,41	3.320.974,19	19.925,85
TOTALE	2012	238.001	19.992.104	119.953
	2025	190.670	16.016.268	96.098

In entrambi i casi per la provincia di Olbia – Tempio si son tenuti costanti i valori censiti nel 2011 in quanto la forte presenza di fluttuanti inficerebbe la già limitata validità della stima.

6.2.18.1 La destinazione attuale della frazione organica

Nel 2011 la quota di frazione organica sul totale della RD è arrivata al 53% ed è stata avviata al trattamento negli impianti di compostaggio e stabilizzazione autorizzati riportati nella tabella seguente

Titolare	Provincia	Comune	Gestore	Località	Tipologia
Consorzio industriale provinciale di Cagliari (CACIP)	CA	Capoterra	Tecnocasic S.C.P.A	Capoterra - Strada Dorsale Consortile Km. 10,500	impianto di compostaggio di rifiuti organici da RD (compost di qualità)
Comune di Carbonia	CI	Carbonia	De Vizia S.n.c.	Carbonia -Località "Sa Terredda"	Impianto di trattamento meccanico, biologico
Consorzio per la Zona Industriale di Macomer	NU	Macomer	Tossilo S.p.A.	Macomer - Località "Tossilo"	impianto di stabilizzazione di rifiuti selezionati
Consorzio Industriale Provinciale Nord Est Sardegna CIPNES	OT	Olbia	CINES	Olbia - Località "Spiritu Santu"	Impianto di trattamento meccanico, biologico
Unione Comuni Alta Gallura	OT	Tempio Pausania	Secit S.p.A.	Tempio Pausania - S.S. 127 Km. 41,00 Località "Parapinta"	Impianto di trattamento meccanico, biologico aerobico e impianto di compostaggio
Consorzio Zona di Sviluppo Industriale Chilivani-Ozieri	SS	Ozieri	Secit S.p.A.	Ozieri - Località "Coldianu"	Impianto di trattamento meccanico, biologico aerobico, impianto di compostaggio di rifiuti organici da RD
Consorzio Industriale Provinciale Medio Campidano Villacidro	VS	Villacidro	Villaservice S.p.A.	Villacidro - Zona Industriale Località "Cannamenda"	Impianto trattamento meccanico biologico anaerobico (digestore); impianto di compostaggio
Promisa s.r.l	CA	Quartu S. E.	Promisa S.r.l	Quartu S. Elena - Località "Ganni"	Impianto di compostaggio della frazione verde da RD
Provincia Ogliastra	OG	Osini	Ogliastra Compost	Osini (Og) – Località Quirra-S.S.125 Km.90,8	Impianto di compostaggio di rifiuti organici da RD
Consorzio Intercomunale di Salvaguardia Ambientale -CISA	VS	Serramanna	CISA Service S.p.A.	Serramanna – Loc. "Pruni Cristi"	Impianto di compostaggio di rifiuti organici da RD
Sarda Compost s.r.l.	OT	Olbia	Sarda Compost S.r.l.	Olbia – Località "Spiritu Santu" -	Impianto di compostaggio della frazione verde da RD
Consorzio Industriale di Oristano	OR	Arborea	Società Vittadello S.p.A.	Arborea- Località "Masangioni"	Impianto di selezione - Trattamento aerobico e compostaggio di rifiuti organici da RD- Impianto in avviamento
Comune di San Teodoro	OT	San Teodoro	Puliedil	San Teodoro - Località "La Canna"	Impianto di compostaggio della frazione verde da RD

Impianti di destinazione della frazione organica nel 2011

Più del 50% della frazione organica viene conferita presso i 2 impianti del CACIP di Cagliari (27,72%) e di Villacidro (23,42%), che rispetto al 2010 hanno aumentato la loro quota parte di circa 2 punti percentuali.

Le tabelle seguenti mostrano il flusso della frazione organica da raccolta differenziata inviata:

- agli impianti di tipo meccanico aerobico dotati di linea di bio-stabilizzazione,
- agli impianti di compostaggio
- all'unico impianto di digestione anaerobica operante in Sardegna.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE S'INDUSTRIA
ASSESSORATO DELL'INDUSTRIA

STUDIO SULLE POTENZIALITÀ
ENERGETICHE DELLE BIOMASSE

Impianto	Quantità Conferita	Quantità alla biostabilizzazione	Biostabilizzato prodotto	Scarti avviati in discarica	Organico non trattato avviato in discarica	Organico a incenerimento
Impianto Carbonia	6.813,21	5.450,57	3.315,81	1.362,64	0,00	0,00
Impianto Macomer	2.787,20	2.787,20	1.901,24	0,00	0,00	0,00
Impianto Olbia	20.907,99	16.726,39	13.367,30	4.181,60	0,00	0,00
Totali	30.508,40	24.964,16	18.584,35	5.544,24	0,00	0,00

Flusso di organico da RD da raccolta comunale a biostabilizzazione - anno 2011 (t/anno).

Impianto	Scarto alimentare da raccolta comunale (CER 200108)	Scarto verde da raccolta comunale (CER 200201)	Flussi organico da privati	Rifiuti totali in ingresso	Quantità scarti ⁽²⁾	Compost prodotto	% Scarti	% Perdite di processo	% Compost prodotto
CIPOR – Oristano ⁽³⁾	193,36	0	0	193,36	0	0	0	0	0
Puliedil - San Teodoro (OT) ⁽³⁾	0,00	767,00	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PRO_MI_SASRL-Quartu (CA)	0,00	3.187,88	859,40	4.047,28	11,40	600,00	0,3	42,0	14,8
Impianto " - Osini (OG)	4.773,53	6,33	27,47	4.807,33	169,14	1.595,00	3,5	25,1	33,2
Sarda Compost - Olbia	0,00	14.124,63	1.366,73	15.491,36	0,00	7.420,00	0,0	nd	47,9
Impianto CACIP Capoterra (CA)	49.075,84	5.829,22	1.176,31	56.081,37	19.433,96	4.886,68	34,7	42,4	8,7
Impianto Alta Gallura – Tempio (OT)	12.529,57	3.043,70	0,00	15.573,27	7.786,64	2.396,46	50,0	34,6	15,4
Impianto Ozieri (SS)	7.709,82	2.160,78	677,00	10.547,60	5.898,74	3.145,30	55,9	14,3	29,8
Impianto Villacidro (VS)	11.841,80	1.365,50	2.853,05	16.060,35	9.440,68 ⁽¹⁾	0,00	58,8	41,2	0,0
CISA Serramanna (VS)	16.926,17	849,19	27,06	17.802,43	1.063,80	7.694,00	6,0	50,8	43,2
Totali	103.050,09	31.334,23	6.987,02	140.604,35	43.804,36	27.737,44	31,2	49,1	19,7

(1) Comprende 9391 t di compost fuori specifica

(2) Scarti non comprensivi dei percolati

(3) I dati dell'impianto della Puliedil sono parziali, si dispone solo del dato in arrivo dal comune di San Teodoro senza altre informazioni sugli output dell'impianto, mentre l'impianto di Oristano era in avvio a fine 2011 e dunque i dati di output non potevano essere significativi.

Flusso di organico da RD da Raccolta Comunale in impianti di compostaggio - anno 2011 (t/anno)

Impianto	Scarto alimentare da raccolta comunale (CER 200108)	Scarto verde da raccolta comunale (CER 200201)	Altri rifiuti da raccolta comunale	Flussi da privati	Quantità alla digestione	Digestato prodotto	Scarti avviati in discarica	Organico non trattato avviato in discarica	Organico a incenerimento
Impianto Villacidro	33.169,69	0,00	12,68	71,16	29.896,76	4.698,12	10.899,33	0,00	0,00

Flusso di organico da RD da Raccolta Comunale a digestione anaerobica - anno 2011 (t/anno)

Dalle tabelle si evince come, sul totale di 198.000 t di organico separato con raccolta differenziata, l'85% vada a impianti di compostaggio/digestione anaerobica che sono trattamenti di recupero ed il restante 15% vada a finire a trattamento propedeutico allo smaltimento (bio-stabilizzazione). Il digestato che si produce a Villacidro, unico impianto di digestione anaerobica, ha come destinazione finale la discarica, mentre dei rifiuti in ingresso ad impianti di compostaggio il 20 % diventa compost riutilizzabile come ammendante per i terreni e il 31% costituisce lo scarto (che comprende il compost fuori specifica ovvero, che, non rispetta i limiti normativi per l'utilizzo) che va finire a smaltimento in discarica o a incenerimento.

6.2.19 Potenzialità delle biomasse da scarti della manutenzione del verde

Per questo tipo di valutazione è d'obbligo considerare che, se in alcuni casi, nell'ambito della gestione del verde urbano, i Comuni sono in possesso di "censimenti" del verde urbano, è vero che si riportano raramente le stime del materiale di risulta delle operazioni di manutenzione. Dai dati elaborati all'interno del "Rapporto sulla gestione dei rifiuti urbani della Sardegna", ARPAS, dati relativi al 2011 (vedi Tabella 3), è possibile rilevare un panorama regionale che, presenta un interessante scenario, anche se solo relativamente ad alcune province, sulla potenzialità degli scarti di manutenzione del verde (rifiuti biodegradabili: sfalci, ramaglie e potature di alberate) potenzialmente destinabile a scopo energetico alternativo all'attuale gestione presso gli impianti dedicati.

Provincia	Popolazione	superficie (mq)	scarto verde da R.D. - CER 200201		
			t/a t.q.	t/a S.S.	% provinciale
Cagliari	563.180	4.570.410.000	8.465,90	2.963,07	24,6%
Carbonia Iglesias	129.840	1.499.710.000	1.082,90	379,02	3,1%
Medio Campidano	102.409	1.517.340.000	173,40	60,69	0,5%
Nuoro	160.777	3.931.680.000	367,30	128,56	1,1%
Ogliastra	57.965	1.854.550.000	28,60	10,01	0,1%
Olbia tempio	157.859	3.406.180.000	21.189,30	7.416,26	61,5%
Oristano	166.244	3.034.250.000	784,30	274,51	2,3%
Sassari	337.237	4.285.910.000	2.369,30	829,26	6,9%
somma	1.675.511	24.100.030.000	34.461	12.061	

Tabella 3

I valori di cui alla Tabella 3 potrebbero rendere un'idea delle possibilità che provengono dal settore in termine di energia ritraibile dalle biomasse residuali dalla manutenzione del verde. Tale quantità, tradotta in energia consente di prevedere un potenziale energetico regionale complessivo superiore alle 33.000 MWh/a, di cui più della metà concentrati nel territorio della provincia di Olbia Tempio e la quota rimanente nella provincia di Cagliari.

Il dato su base provinciale non si presta a valutazioni sulla valorizzazione energetica nella prospettiva della filiera corta, che trovando prevalente giustificazione nella necessità di minimizzare i trasporti tra origine della

risorsa e sede d'impianto di conversione ha necessità di una più dettagliata riferibilità territoriale dei quantitativi di biomassa prodotta. Ai fini di percepire quale possa essere la potenzialità del comparto nella citata prospettiva, è interessante osservare che, solo nel comune di Cagliari, il centro più popoloso dell'isola, la quantità di biomasse residuali provenienti esclusivamente dalla manutenzione del verde pubblico nel 2012, ad oggi non impiegata per la produzione di energia, ma conferita in impianti di compostaggio, ammonta a 1.050 t/anno di biomassa (CER 200201), su di un totale di aree verdi comunali pari a 10,5 milioni di mq, dato che comprende anche le aree naturali e gli incolti (fonte Comune di Cagliari Servizio verde Pubblico, marzo 2013). È da notare inoltre che il dato sulla biomassa da verde è presumibilmente sottostimato perché sono da aggiungere gli interventi di sfalcio dell'erba eseguiti dalle attività di igiene del suolo (assimilabile a quella di pascolo in asciutto), potenzialmente in grado di fornire una quantità di erba pari a 100 quintali/ha/anno tal quale (contenuto di umidità attorno all'80%), per un totale di 21.000 t/anno di S.S.. Andrebbe inoltre valutato se sfugge alla stima precedentemente effettuata la biomassa proveniente da manutenzione di aree a verde gestite da Enti vari come Enti Parco, superfici dell'Agenzia regionale AREA., Demanio Regionale, Aree Verdi Sportive, Aree del Demanio Militare, Aree di pertinenza del Clero ed i Privati, localizzati a livello comunale.

6.2.20 Biomassa legnosa da scarti di lavorazione industriale

Sono state considerate le industrie appartenenti alla categoria ISTAT DD, ossia le industrie del legno e dei prodotti del legno che includono: industrie di taglio, piallatura e trattamento, industrie per la fabbricazione di fogli compensati e pannelli vari, industrie per la fabbricazione di imballaggi in legno, sughero e materiali da intreccio. Le industrie sarde di questo settore sono localizzate per lo più nei comuni capoluogo di provincia e in esse nel 2001 vi trovavano lavoro ca. 5.612 addetti¹.

Per la stima della quantità annuale di residui legnosi prodotti a livello provinciale dall'industria del legno, ci si è basati su uno studio svolto da AssoLegno². In questo studio si ritiene che la quantità di residui legnosi prodotti dall'industria del legno sia proporzionale al numero di addetti in essa impiegati. Per la precisione, ad ogni addetto corrisponde una produzione annua pari a 11,2 tonnellate di scarti legnosi, con un'umidità relativa del 15%. Inoltre, si ritiene che il 50% degli scarti sia già impiegato in altri scopi e/o reimpiegato all'interno dell'attività e quindi, nella stima della biomassa disponibile, verrà preso in considerazione solamente il restante 50%. Per stimare il numero di addetti impiegati nell'industria del legno ci si è appoggiati ai dati ISTAT, relativi all'8° Censimento dell'Industria svolto nell'anno 2001 (vedi Tabella 1)

¹ (ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica. 8° Censimento ISTAT Industrie & Servizi, 2001)

² (Cerullo S., Pellegrini A. Stima delle quantità di residui legnosi prodotti in Italia. AssoLegno, Associazione nazionale industrie forestali e lavorazione legno di Federlegno - Arredo, 2002.)

ATTIVITÀ ECONOMICA: DD INDUSTRIA DEL LEGNO E DEI PRODOTTI IN LEGNO: INDUSTRIA DEL LEGNO E DEI PRODOTTI IN LEGNO E SUGHERO, ESCLUSI I MOBILI; FABBRICAZIONE DI ARTICOLI DI PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO

Provincia	n. addetti	%	t S.S. /a*addetto	tot. S.S. scarti t/a
Cagliari	1.730	31%	11,2	19.376
Oristano	343	6%	11,2	3.842
Nuoro	741	13%	11,2	8.299
Sassari	2.798	50%	11,2	31.338
tot.	5.612			62.854

Tabella 1

Utilizzando i dati di cui alla Tabella 1, potremo dedurre che la quantità di biomassa recuperabile da queste industrie è rappresentata da 31.247 t/anno di S.S. (50% di 62.854). Si valuta che gli scarti di lavorazione dell'industria del legno abbiano una capacità di produrre oltre le 160 GWh/a di energia, risultando maggiormente concentrata nella Provincia di Sassari ed a seguire quella di Cagliari.

6.2.21 Energia da conversione di olio vegetale usato

In Italia vengono, ogni anno, immessi al consumo (direttamente come olio alimentare o perché presente in altri alimenti) 1.400.000.000 di chili (1.400.000 ton) di olio vegetale per un consumo medio pro capite di circa 25 Kg. annui. Di questa quantità si stima un residuo non utilizzato pari a circa il 20% che ogni anno "restituiamo" all'ambiente, in gran parte sotto forma di residuo di frittura e quindi "ricco" di sostanze inquinanti.¹ L'olio vegetale usato, prodotto dagli operatori della ristorazione (ristoranti, pizzerie, mense, ecc.), non è che una parte, anche se significativa, della quantità totale.

L'olio da cottura immesso direttamente negli scarichi civili provoca inquinamento del suolo e delle acque superficiali e di falda.

L'ultimo rapporto ISMEA sui consumi alimentari in Italia indica consumi di olio vegetale relativi all'anno 2004 di poco superiori ad un terzo rispetto a quelli indicati nel sito citato. Assumendo quale percentuale di residuo non utilizzato il 20% del totale, si ottiene una quantità poco significativa se riferita al singolo cittadino ma rilevante se considerata nella sua globalità: circa 85 milioni di kg all'anno (pari a circa 1,5 Kg/abitante). Utilizzando, in via cautelativa, tale ultimo parametro si stima in Sardegna un quantitativo complessivo di olio vegetale usato pari a circa 2.500 t/anno con una distribuzione percentuale nelle varie province in prima approssimazione proporzionale a quella della popolazione residente.

Negli ultimi anni il territorio nazionale è stato interessato da diversi progetti, (alcuni cofinanziati dalla Commissione Europea nell'ambito del programma LIFE+) finalizzati alla conversione dell'olio vegetale usato in biodiesel (si stima che si possa ottenere circa l'85% di biodiesel, 8% di glicerina e 7 % di scarto²).

¹ <http://www.ecorec.it>

² CONOE -ARPA Lombardia

Le caratteristiche del biodiesel, prodotto, risponderanno alle norme europee EN e nazionali UNI, sia per l'utilizzo come combustibile per riscaldamento (UNI EN 14213), sia per autotrazione (UNI EN 14214).

Attribuendo al biodiesel un Pci paria a 9,54 kWh/kg si stima il potenziale contributo globale nella misura di circa 24 GWh/anno.

6.2.22 Energia da microalghe

Le microalghe sono organismi fotosintetici microscopici che si ritrovano nelle acque marine e dolci. Il loro meccanismo fotosintetico è simile a quello delle piante che crescono nei terreni. La semplice struttura cellulare e l'immersione in un mezzo acquoso permettono loro un efficiente accesso all'acqua, alla CO₂ e a numerosi altri nutrienti, per cui esse presentano una notevole efficienza nella conversione dell'energia solare in Biomasse.

La coltura di microalghe è attualmente un settore in fortissimo sviluppo e in tutto il mondo si stanno moltiplicando le iniziative di sperimentazione e imprenditoriali. La Comunità Europea sta finanziando numerosi progetti che si basano su questa tecnologia per favorirne lo sviluppo.

Studi riportati nella letteratura scientifica corrente hanno, infatti, messo in evidenza diversi vantaggi correlati ad uno sfruttamento massiccio di questo tipo di Biomassa, legati alla resa energetica e alla sostenibilità ambientale. La proprietà che maggiormente ha attratto l'attenzione del mondo scientifico e industriale è la capacità di produrre olio con rese notevolmente più elevate rispetto alle migliori colture oleaginose finora note. Inoltre il processo di crescita delle microalghe richiede l'apporto di anidride carbonica, cosicché esse offrono la possibilità di catturare la CO₂ emessa durante altri processi industriali. Infine, le colture algali non solo non richiedono l'utilizzo di terreni fertili e acqua potabile, e quindi non competono con il settore delle colture alimentari, ma possono anche essere impiegate come mezzo di denitrificazione/defosforazione di acque reflue, nonché come mezzo di rimozione di metalli pesanti tossici.

Per ottenere la crescita delle microalghe sono stati fondamentalmente sviluppati due sistemi: aperti o *open ponds* e chiusi (fotobioreattori). Gli *open ponds* sono in genere grandi vasche, stagni, canali, unità a circolazione di acqua bassa. I *race-way ponds* rappresentano la configurazione impiantistica maggiormente utilizzata per le colture microalgali. Consistono in vasche all'aperto della profondità di 20-50 cm nelle quali il movimento dell'acqua è garantito da pale meccaniche.

Con i *raceway ponds* si possono comunque ottenere elevate produttività, anche se i dati di cui si è a conoscenza sono molto variabili, individuando un *range* di Biomassa secca compreso tra 30 t/ha anno e 90 t/ha anno.

I fotobioreattori sono stati concepiti per superare i problemi evidenziati nell'impiego degli *open ponds* quali la contaminazione, che ne preclude l'impiego per la preparazione di prodotti per l'industria farmaceutica e cosmetica.

Dalle alghe si possono estrarre molecole ad alto valore aggiunto quali acidi grassi, pigmenti e isotopi stabili. Le Biomasse derivate dalle microalghe sono impiegate come alimenti nelle acquaculture, mentre le Biomasse algali di scarto dell'industria e dell'acquacoltura trovano impiego come fertilizzanti naturali. L'utilizzo più promettente delle microalghe è sul quale si stanno concentrando gli sforzi delle multinazionali

del settore petrolifero, è quello che prevede la produzione di oli destinati all'uso energetico diretto o alla produzione di biodiesel.

Le microalghe presentano, infatti, rese di produzione dell'olio per unità di superficie, circa 25 volte superiori rispetto a quelle ottenibili con la coltura oleaginosa più produttiva (palma).

Tuttavia sussistono ancora numerose difficoltà tecniche che la ricerca sta cercando di colmare ed in particolare la progettazione di sistemi aperti di coltivazione (ponds) più efficienti, la disponibilità di sistemi economici di estrazione dell'olio, o, attraverso l'impiego di microrganismi geneticamente modificati, il rilascio diretto dell'olio nel bulk colturale.

Tutto questo fa sì che attualmente i costi di produzione delle microalghe siano particolarmente elevati e di conseguenza sono elevati anche i costi degli oli che si possono estrarre.

L'impiego più importante delle microalghe, comunque, è senza dubbio quello legato alla produzione di energia, che consiste nella combustione diretta della Biomassa algale tal quale o insieme ai residui agricoli e forestali e alla frazione umida dei rifiuti solidi urbani. Le microalghe hanno dimensioni dell'ordine del micron, per cui possono essere impiegate nella combustione diretta in appositi motori, miscelate con i combustibili tradizionali. Per esempio, sono state messe a punto miscele a base di gasolio per i motori Diesel e avviate collaborazioni per la produzione di combustibili per aerei di linea (Algae Link, Air France - KLM).

Le alghe impiegano la luce solare come sorgente di energia e carbonio inorganico (per esempio CO₂) come fonte di carbonio per la produzione di energia chimica. In questo caso la coltivazione delle microalghe deve essere situata in prossimità di impianti che siano in grado di fornire grandi quantità di CO₂ per la crescita algale. Le alghe però possono accrescersi anche in condizioni diverse, ovvero al buio e impiegando come fonte di carbonio sostanze organiche ed inorganiche.

Altre tecnologie di conversione energetica, tuttora in fase di studio, in cui sono impiegabili direttamente le Biomasse Algali essiccate o tal quali, sono rappresentate dalla pirolisi, dalla gassificazione e dalla digestione anaerobica, mentre altre applicazioni sfruttano direttamente la capacità delle microalghe di produrre idrogeno.

La pirolisi consente di impiegare la biomassa essiccata sia prima che dopo l'estrazione dell'olio, ottenendo ancora un combustibile solido, uno liquido ed uno gassoso che possono contribuire a migliorare l'economia dell'intero processo.

La digestione anaerobica consente di impiegare la biomassa tal quale per la produzione di metano, anche in questo caso prima o dopo l'estrazione dell'olio.

Analizzando la situazione della Sardegna dal punto di vista dell'irraggiamento solare si può notare come, rispetto ad altre regioni d'Italia e d'Europa, i valori siano tra i più elevati attestandosi tra i 1450 ed i 1700 kWh/m² anno. Questo consente di affermare che una localizzazione di tali impianti nella nostra regione può trovare condizioni favorevoli.

7. Risorse impegnate da impianti operativi o programmati

I dati acquisiti dal Servizio energia dell'Assessorato Regionale dell'industria circa gli impianti autorizzati sia ai sensi della Deliberazione di G.R. n. 10/3 del 12 marzo 2010 e ss.mm.ii., sia in ambito SUAP, sia dalle autorizzazioni AIA, sono in parte discordanti rispetto a quelli forniti dal GSE nel Bollettino inerente gli impianti alimentati da Fonti Rinnovabili (IAFR) a BIOMASSA. Tale differenza si giustifica sia con i tempi differenti di acquisizione del dato, anche perché l'autorizzazione interviene prima del riconoscimento IAFR, sia a causa del fatto che non tutti gli impianti autorizzati ottengono la qualifica di impianto alimentato da fonti rinnovabili (IAFR) e rifiuti.

Pertanto nel seguito evidenzieremo le differenza tra le due fonti, integrando, nei casi possibili, le informazione disponibili, indicando un dato complessivo univoco.

7.1 Impianti a Biogas

Dai dati del Bollettino GSE risultano:

Status		Totale	
		N°	MW
Biogas	Qualificati in esercizio	10	5
	Qualificati a progetto	3	3

Fino al febbraio del 2013 risultano autorizzati 17 impianti a biogas per l'installazione di circa 17 MWe di potenza, di questi solo 3, per una potenza di poco inferiore ai 3 MWe, sono presenti nell'elenco GSE relativo agli impianti in esercizio (non essendo noti quelli a progetto).

La tipologia d'impianto è la medesima: il biogas alimenta un motore endotermico collegato a una macchina generatrice. Circa l' 88% di tali impianti ha potenza inferiore a 1MWe (di cui circa il 19% da SUAP). Il 46% di tali potenze sono installate nella provincia del medio campidano, il 25% in quella di SS, il 18% in quella di CA e la restante parte nella provincia di OR. Il 63% circa dell'alimentazione di tali impianti è garantita con biomassa da coltura dedicata e la restante parte da sottoprodotti (sansa, vinacee, reflui, residui agricoli e agroalimentari etc.). Sono state dichiarate come superfici impegnate circa 4500 ha con un incidenza media di 0,3 ha/kW installato. Le colture dedicate sono costituite per circa il 48% da triticale e per il 40% da mais mentre la restante parte è costituita prevalentemente da sorgo e loietto. E' stato dichiarato l'impiego di circa 372.000 t/anno di biomassa nelle forme sopra indicate.

7.2 Impianti a Biogas da discarica

Dai dati del Bollettino GSE risultano:

STATUS		Totale	
		N°	MW
Gas da discarica	Qualificati in esercizio	4	6
	Qualificati a progetto	0	0

Recentemente è stato autorizzato un impianto nella provincia di SS da 330 kWe e pertanto c'è da ritenere che tra esercizio e progetto siano da considerare n°5 impianti di potenza complessiva 6.41 MWe.

7.3 Impianti Termici a biomassa solida

Il censimento degli impianti termici a biomassa è al momento incompleto sfuggendo dalle valutazioni la quota parte di biomassa legnosa che ha uso prevalentemente residenziale.

Dai dati del Bollettino GSE risultano:

STATUS		Totale	
		N°	MW
Biomasse Solide	Qualificati in esercizio	6	1240
	Qualificati a progetto	4	17

Dai dati in possesso dell'Assessorato regionale dell'industria risultano operativi e programmati n° 28 impianti a biomassa solida di potenza complessiva 370 MWt di cui solo 4 dedicati alla produzione di energia elettrica per una potenza da sola biomassa solida pari a 75 MWe. Di questi solo 4 presenti nell'elenco IAFR (2 ENEL PS; 1 Serramanna; 1 Sarroch;) l'impianto E-On non è stato censito in quanto di fatto non è stato alimentato con biomassa negli ultimi anni; le potenze elettriche degli impianti ibridi sono state ricalcolate computando la sola quota da biomassa solida.

Gli impianti finora censiti che utilizzano biomassa (cippato di legno, vinacce, stocco di carciofo, potature da olivicoltura, sansa denocciolata e nocciolino residui di lavorazione semi oleaginosi, scarti di origine legnosa e lavorazione del sughero, altra biomassa legnosa) sono 28: hanno prevalentemente taglia industriale impiegano circa 762.000 t/anno di biomassa costituita per circa il 50% da biomassa legnosa di origine extra regionale, convertita in circa 1.000 GWht di cui solo il 36% convertito, in energia elettrica. Circa il 34% della biomassa complessivamente impegnata è atta a soddisfare esclusive esigenze termiche la restante parte è destinata ad essere convertita in energia elettrica con efficienza pari a circa il 35%.

7.4 Impianti Termici a biomassa liquida

Dai dati del Bollettino GSE risultano:

STATUS		totale	
		N°	MW
Bioliquidi	Qualificati in esercizio	2	37
	Qualificati a progetto	0	0

Integrando tali dati con quelli acquisiti con le modalità precedentemente indicate, sono da ritenere alimentati a bioliquidi 3 impianti (esercizio+progetto) di potenza complessiva pari a 59.23 MWe di cui 1 non presente nell'elenco GSE. Solo dei due impianti di maggiore potenza si hanno informazioni adeguate: sono alimentati biomassa liquida che utilizzano quale combustibile rispettivamente olio di palma di importazione (60.000 t/anno) olio di brassica di produzione locale (20.250 t/anno) con integrazione di altro olio vegetale di importazione (17.000 t/anno)¹. Per una potenza termica pari a circa 124 MW in forza di circa 1.050 GWht/anno viene convertito in energia elettrica circa il 48%. L'impianto di taglia più grande utilizza due motogeneratori endotermici e una caldaia a recupero associata a una turbina a vapore, il secondo due motogeneratori endotermici.

7.5 Impianti alimentati con rifiuti urbani

Nella classificazione GSE sono individuate due specifiche tipologie di impianti alimentati da rifiuti:

- Impianti che producono biogas da discarica. (precedentemente trattati)
- Impianti termici a biomassa da rifiuti.

Dai dati del Bollettino GSE risultano:

STATUS		totale	
		N°	MW
Rifiuti	Qualificati in esercizio	2	7
	Qualificati a progetto	0	0

Dal 13° rapporto annuale sulla gestione dei rifiuti si evince che nel corso dell'anno 2011 solo tre impianti di trattamento rifiuti urbani, dotati di sezioni di recupero energetico, hanno convertito rifiuti in energia. (impianti di termovalorizzazione di Capoterra del CACIP e Macomer - Tossilo e impianto di digestione anaerobica di Villacidro).

¹ L'impianto sarà operativo nell'area industriale di "Maccchiareddu" nel comune di Assemini.

Dai dati ottenuti nel 2011 l'energia prodotta è aumentata al CACIP, con un incremento del 7%, mentre è in leggera diminuzione a Macomer a seguito della diminuzione dei rifiuti inceneriti; le produzioni specifiche per entrambi i termovalorizzatori sono aumentate (nel 2010 erano 351 kWh/t per Capoterra e 186,5 kWh/t per Macomer). Si ricorda che per la stima del rendimento elettrico degli impianti di termovalorizzazione si è utilizzato il valore medio del potere calorifico del sovrappeso dichiarato dagli stessi impianti per il 2011.

I valori di recupero energetico dei due impianti, sia in termini di rendimento che di produzione specifica di energia, messi a confronto con i valori di riferimento delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) di settore compresi tra 300 e 640 kWh/tonnellata di RU indifferenziato mostrano significativi margini di miglioramento.

Stimiamo la quota di biomassa assorbita in tali impianti integrando le informazioni acquisite e assumendo che l'incidenza media della biomassa sul totale alimentazione dei due impianti di termovalorizzazione sia pari a circa il 20%: la biomassa impegnata da tali impianti, con i regimi produttivi dichiarati nelle AIA, è stimabile in circa 35.000 t/anno che considerando un PCI medio pari a 2,6 MWh/t, con il rendimento medio di tali impianti (circa il 19%) determina valori di energia prodotta da rinnovabili allineati con quelli resi noti dal GSE.

Diverso è il caso di Villacidro in cui la conversione energetica viene effettuata mediante uno stadio biologico preliminare (digestione anaerobica del materiale organico proveniente dalla selezione e dalla RD) e successiva combustione del biogas; in questo impianto si registra una produzione specifica dimezzata rispetto al 2011 (nel 2010 era 64 kWh/t).

Forsu da raccolta comunale (t/a)	quantità alla digestione (t/a)	digestato prodotto t/a	biogas potenziale (Nm ³ /a)	Potenziale Energetico (MWh/a)
33.170	29.870	4.698	2.509.060	15.054

Impianto digestione anaerobica di Villacidro -2011

Non si stima la quantità di sostanza organica impegnata nella produzione di biogas da rifiuti poiché già esclusa nella valutazione delle risorse disponibili da FORSU.

In conclusione sono stati censiti 56 impianti alimentati con differenti tipologie di biomassa per un potenza termica complessiva pari a circa 582 MWt¹ e 161 MWe (solo 32 impianti convertono in elettrico). Dalle informazioni pervenute e applicando alcune esemplificazioni assumiamo come impegnate le seguenti risorse:

¹ Per la co-combustione è stata considerata la q.ta parte di potenza termica generata dalla sola biomassa e trasformata in EE con l'efficienza dichiarata per l'impianto nell'anno di riferimento

Impianti per Biogas		Impianti Termici a biomassa solida*		Impianti Termici a biomassa liquida	
biomassa totale t/anno	biomassa da colture dedicate t/anno	biomassa solida (t/anno)	biomassa regionale (t/anno)	biomassa liquida (t/anno)	biomassa regionale (t/anno)
371.844	234.858	793.507	404.896	97.250	20.250

* Compresi i rifiuti

8. Potenziale energetico regionale da biomassa

Effettuare la stima del potenziale energetico da biomassa in Sardegna significa implicitamente accettare un livello di approssimazione estremamente elevato, connesso non solo con la qualità del dato su cui si fonda la stima (afferenti in particolare a completezza, regolarità e chiarezza), anche con il differente livello di copertura territoriale e dettaglio con il quale tali informazioni sono state acquisite. Conseguentemente le valutazioni effettuate assumono lo scopo di fornire la dimensione delle grandezze fisiche in gioco. Pur con i limiti già esposti, sulla base delle informazioni acquisite, dei parametri di conversione dei processi energetici disponibili in letteratura è stato possibile sia stimare il potenziale da biomassa attualmente disponibile sia il possibile incremento derivante da alcune scelte colturali rivolte ad una maggiore valorizzazione, in termini energetici, del territorio regionale, avente adeguati requisiti. Ogni singola risorsa studiata, sulla base delle proprie caratteristiche (%U e rapporto C/N) è stata indirizzata verso uno dei due principali processi di conversione: quello termochimico diretto e quello biochimico, mancando al momento i presupposti per valutare altri possibili utilizzi rivolti p.e. alla produzione di carburanti o alla pirolisi e gassificazione. Tale scelta, in una certa misura, prescinde dalle attuali limitazioni e indirizzi normativi sui combustibili consentiti e relative condizioni di utilizzo (D.Lgs n. 152/06 parte V Allegato X), nella consapevolezza del forte impulso che, in ambito europeo, sta promuovendo, un sempre maggiore impiego di combustibili da biomassa, privilegiando scarti e residui derivanti sia dal mondo agro-zootecnico sia dalla riconversione in risorsa energetica della quota parte utile dei rifiuti urbani e non, in quanto potenziali sostitutivi dei combustibili fossili. Il recente Decreto Ministeriale 14 febbraio 2013, n. 22, che regola la produzione e l'utilizzo dei CSS rappresenta un efficace esempio applicativo dello spirito della direttiva 2008/98/CE che introducendo il concetto di cessazione della qualifica di rifiuto (art.6: *end of waste*) si pone l'obiettivo di sviluppare in Europa la società del riciclo rivolta a minimizzare lo smaltimento in discarica attraverso la classificazione in sottoprodotto (art.5) di quella parte di rifiuto che ne abbia i requisiti.

8.1 Processi Biochimici

Nell'ambito di tali processi si valutano quelle biomasse, il cui ottimale impiego energetico, prevede una preliminare conversione in biogas.

Sono impiegabili in questi processi i seguenti materiali:

- reflui zootecnici (bovini e suini);
- acque di vegetazione;
- colture energetiche (triticale, mais, loieto, sorgo etc);

- scarti vegetali (carciofo e pomodoro);
- scarti animali (macellazione e siero);
- forsu.

Sono stati assunti quali parametri di conversione delle biomasse in biogas i seguenti valori derivati da operazioni di media applicate sui dati contenuti in documenti scientifici e tecnico-industriali, privilegiando i risultati più conservativi.

Materiale	m ³ biogas ¹ /t di TQ (valore medio)
Reflui Zootecnici (Liq+Let)	42
Colture Energetiche	120
Scarti Vegetali	104
Scarti Animali	65
Siero Di Latte	15
Acque di Vegetazione	12
Forsu	84

Utilizzando i parametri medi di conversione del tal quale in biogas, dedotti da tale tabella, si valuta un volume complessivo di biogas prodotto pari a circa 0.26 Gm³ di biogas/anno e attribuendo ad esso un potere calorifico pari a 6 kWh/Nm³ è stato possibile stimare il potenziale energetico complessivo in circa 1.600 GWh/anno (circa 136 ktep). Sulla base del censimento degli impianti attualmente operativi (in esercizio e autorizzati) è possibile affermare che circa il 10% di tali risorse sia da ritenere già allocato.

8.2 Processi termochimici diretti

Sono impiegabili in questi processi i seguenti materiali:

- paglie;
- piante di cardo;
- potature di vite, olivo, agrumeti e frutteti;
- manutenzione del verde;
- forestali e arboricoltura;
- scarti dei processi di vinificazione e produzione olio;
- scarti dell'industria del legno;
- lana ovi caprina;
- oli di frittura.

In mancanza di dati di caratterizzazione della biomassa locale relativi, sia al potere calorifico inferiore del kg di SS, sia al contenuto di umidità al taglio e all'impiego, sono state reperite informazioni sia da documenti e

¹ fonti: G.A. Pagnoni DEI -Impianti biomassa per la produzione di energia tab 10.6- La filiera del biogas (Regione Marche-Univ. Politecnica delle Marche) tab 4,2

siti informatici ufficiali sia da letteratura¹ sulla cui base assumere quale riferimento i dati riportati nella tabella seguente.

Risorsa	Pci (MJ/kg ST=GJ/tST)	U%
Paglie	17,7	12
Agrumi e frutteti	17	40
Potatura vite	18	40
Potatura olivo	17,6	40
Manutenzione verde	10	65
Manutenzione forestale + arboricoltura	18,4	45,6
Scarti industria del legno	19	
Scarti vinificazione	20,1	68
Scarti sansa	15,5	15
Scarti nocciolino	20,12	20
Lana ovi-caprina	20,8	
Olio frittura	34,3	
Fanghi di depurazione	8,86	20
Cardo	14,67	

Con le inevitabili approssimazioni è stato stimato il potere calorifico inferiore *netto* (o all'impiego), trascurando eventuali benefici energetici dalla stagionatura naturale, sulla cui base è stato stimato il potenziale energetico delle risorse convertite con processo termochimico nella misura di circa 3.300 GWh/anno (circa 284 ktep). Sulla base del censimento degli impianti attualmente operativi (in esercizio e autorizzati) è possibile stimare, con le approssimazioni del caso, che circa il 45% di tali risorse sia da ritenere già allocato negli impianti censiti. Attualmente manca la possibilità di quantificare le risorse che hanno un impiego termico diffuso, prevalentemente a dimensione familiare, che intaccano in realtà solo in parte la disponibilità residuale regionale in quanto la loro domanda attinge fortemente ai mercati extraregionali.

¹ Fonti: Rapporto ISPRA 2010-Biomassa; C.R.B. E. Moretti, 2011; C.I.S.E.-Forli; Siar- Regione Marche; www.aiabcampania.it; <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it>; C. Giacalone- Maggioli

TABELLE RIASUNTIVE: QUANTITA' PER TIPO E PROVINCIA

Agroindustria

Province	Nocciolino	Sansa denocciolata	Acque di vegetazione	Residuo vitivinicolo
	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]
Sassari	719	4.814	3.698	2.086
Nuoro	590	3.949	3.034	2.042
Cagliari	530	3.550	2.727	2.801
Oristano	422	2.826	2.171	1.460
Olbia-Tempio	66	444	341	1.067
Ogliastra	120	803	617	893
Medio Campidano	92	612	470	697
Carbonia-Iglesias	157	1.048	805	1.883
Totale Sardegna				12.930

Sottoprodotti di origine animale

Province	Reflui zootecnici	Scarto di macellazione [33% del totale]	siero di latte [50% del totale]	lana ovi-caprina [33% del totale]
	mc/anno	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]
Sassari	786.922	1.864	41.090	357
Nuoro	799.122	2.095	28.114	291
Cagliari	499.752	1.633	21.626	186
Oristano	968.500	932	8.650	206
Olbia-Tempio	556.263	373	10.813	59
Ogliastra	273.551	373	-	36
Medio Campidano	227.579	0	6.488	102
Carbonia-Iglesias	62.631	224	6.488	71
Totale Sardegna	4.174.321		123.269	1.308

Residui colturali

Province	Paglie	Agrumi e frutteti	Potatura vite	Potatura olivo	Scarti carciofo	Scarti pomodoro
	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]
Sassari	17.246	2.122	20.330	11.206	29.268	7.801
Nuoro	12.207	6.682	12.635	7.088	3.618	2.496
Cagliari	43.713	22.200	29.686	11.765	88.020	20.694
Oristano	22.151	2.627	15.044	7.725	34.263	11.946
Olbia-Tempio	5.098	1.509	10.686	1.804	1.215	583
Ogliastra	2.995	3.956	9.739	1.092	8.897	1.060
Medio Campidano	30.803	4.342	5.544	1.368	5.454	8.078
Carbonia-Iglesias	10.095	580	10.116	3.996	9.936	4.252
Totale Sardegna	144.307	44.017	113.780	46.044	180.671	56.910

Conversione di rifiuti

Province	Fanghi di depurazione	FORSU [50% del totale]	Manutenzione Verde	Olio frittura	Scarti industria legno
	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]	[t/anno]
Sassari	9.652	11.732	2.369	506	31.338
Nuoro	11.730	6.488	367	241	8.299
Cagliari	16.690	29.488	8.466	845	19.376
Oristano	5.496	9.915	784	249	3.842
Olbia-Tempio	14.813	4.748	21.189	237	
Ogliastra	804	2.363	29	87	
Medio Campidano	4.424	7.888	173	154	
Carbonia-Iglesias	3.418	6.668	1.083	195	
Totale Sardegna	67.027	79.289	34.461	2.513	62.855



TABELLE RIASUNTIVE: QUANTITA' REGIONALE PER TIPO E POTENZIALE ENERGETICO LORDO

Quantitativi totali di biomassa																							
Tipologia	paglie	Agrumi e frutteti	potatura vite	potatura olivo	manut verde	forest + arboricoltura	scarti ind legno	scarti carciofo	scarti pomodoro	scarti vinificazione	scarti sansa	scarti nocciolino	Acque di vegetazione	scarti siero (1/2)	Scarto macellazione	lana ovicaprina (1/3)	FORSU (1/2)	Reflui zootecnici	olio frittura	fanghi depuraz	colt ded da imp esist	previs sorgo	previs cardo
u.m	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a (tq)	t/a	t/a (tq)	mc/anno	t/a	t/a	t/a	t/a ss	t/a ss
q.ta/anno	144.307	44.017	113.780	46.044	34.461	332.826	62.855	180.671	56.910	12.930	18.046	2.696	13.863	123.269	7.492	1.308	79.289	4.174.321	2.513	67.027	234.860	443.980	128.867

Potenziale da BIOGAS								
tipologia	scarti siero	Scarto macellazione	FORSU	Reflui	scarti carciofo	scarti pomodoro	colture dedicate	previs sorgo
m3 biogas/anno	1.889.122	487.002	6.660.242	148.136.218	18.699.397	5.890.185	28.183.200	53.277.655
MWh/anno	11.335	2.922	39.961	888.817	112.196	35.341	169.099	319.666
ktep/anno	0,97	0,25	3,44	76,42	9,65	3,04	14,54	27,49

Potenziale termochimico														
tipologia	paglie	Agrumi e frutteti	potatura vite	potatura olivo	manut verde	forest + arboricoltura	scarti ind legno	scarti vinificazione	scarti sansa	scarti nocciolino	lana ovicaprina (1/3)	olio frittura	fanghi depuraz	previs cardo
Gj/anno	2.247.729	448.977	1.228.824	486.225	120.614	3.331.452	1.194.245	83.168	237.756	43.395	27.204	86.205	474.875	1.890.606
MWh/anno	624.869	124.816	341.613	135.170	33.531	926.144	332.000	23.121	66.096	12.064	7.563	23.965	132.015	525.589
ktep/anno	53,73	10,73	29,37	11,62	2,88	79,63	28,55	1,99	5,68	1,04	0,65	2,06	0,13	45,19

9. Soggetti potenzialmente interessati all'impiego energetico della biomassa¹

I soggetti che possono beneficiare di energia termica ed elettrica da biomassa, per soddisfare i bisogni energetici propri o di soggetti terzi, adottando adeguate tecnologie per la conversione energetica delle biomasse sono:

- a) Utenti/operatori domestici;
- b) Utenti/operatori residenziali (agriturismo e settore alberghiero in generale fino alla P.A.)
- c) Utenti/operatori del settore industriale e agricolo.
- d) Produttori di energia .

Il fabbisogno energetico varia in funzione della tipologia e della dimensione della struttura servita dall'impianto a biomasse e con qualche esemplificazione si può ritenere accettabile il seguente riferimento dimensionale:

- a) Per esigenze domestiche il fabbisogno energetico che può essere coperto dall'impiego delle biomasse è di tipo termico per riscaldamento e ACS che per la nostra fascia climatica è pari a circa 100 kWh/m²anno;
- b) Il fabbisogno che può essere coperto è sia di tipo termico sia di tipo elettrico ed è possibile effettuare la seguente classificazione:
 - i. Agriturismi e piccoli centri residenziali con fabbisogno termico pari a circa 165 kWh/m²anno ed elettrico di circa 140 kWh/m²anno;
 - ii. Centri commerciali, centri sportivi e centri servizi con fabbisogno termico pari a circa 240 kWh/m²anno ed elettrico di circa 260 kWh/m²anno;
 - iii. Pubblica amministrazione con fabbisogno termico pari a circa:
 - 1. Uffici pubblici, scuole con superficie media pari a 300m²: 105 kWh/m²anno ed elettrico di circa 110 kWh/m²anno;
 - 2. Ospedali con superficie media pari a 500m²: 180 kWh/m²anno ed elettrico di circa 120 kWh/m²anno;
- c) Appartengono a tale categoria:
 - i. I produttori di materia prima quali allevatori, agricoltori e silvicoltori che non avendo a che fare con processi di trasformazione industriale hanno fabbisogni energetici limitati e paragonabili a quelli di un piccolo complesso residenziale (circa 165 kWh/m²anno ed elettrico di circa 140 kWh/m²anno);
 - ii. Trasformatori della materia prima agricola quali industria agroalimentare, del legno, vivai e serre, imprese olivicole e vitivinicole con fabbisogno energetico, elettrico e termico, legato a tipologia e dimensione del processo di trasformazione industriale.

¹ Biomass Energy Executive Report 2012 – Politecnico di Milano

- d) L'obiettivo di tali operatori è la produzione e vendita dell'energia termica ed elettrica e adottano scelte dimensionali e tecnologiche che discendono oltre che dalla disponibilità delle biomasse da fattori di carattere strettamente economico.

Per ognuno di loro si adattano soluzioni tecnologiche differenti per taglia e caratteristiche specifiche (per esempio spazio per lo stoccaggio, impatto verso l'esterno etc.). A prescindere dalla tipologia di operatore coinvolto la decisione di investire in biotecnologie è subordinata non solo all'esito positivo delle valutazioni di carattere economico sia in termini di raffronto con il costo di approvvigionamento da altre fonti sia in termini di redditività dell'opportunità rispetto a forme di investimento alternative, ma anche alla praticabilità della proposta in termini di accettazione da parte delle comunità locali.

Spesso la valutazione di adottare tale scelta di investimento scaturisce dall'opportunità di disporre in proprio di biomasse residuale o di poter prelevare a costo zero il combustibile da soggetti terzi che, a distanza economicamente sostenibile, dispongono di risorse di cui hanno intenzione di disfarsi e che per farlo dovrebbero sostenere dei costi. Le politiche di incentivazione e l'adozione di strumenti normativi atti a favorire tali forme di investimento hanno contribuito negli ultimi anni alla pianificazione e realizzazione di un certo numero di impianti di conversione energetica da biomasse.

10. Analisi dei fattori d'impatto ^{1 2 3}

I problemi d'impatto ambientale dovuti ai processi di trattamento di biomassa per ottenere energia, quali digestione con incluso compostaggio, incenerimento e gassificazione, sono sostanzialmente attribuibili all'immagazzinamento, alle emissioni prodotte dagli impianti, al trattamento delle ceneri di combustione e dell'acqua di risulta.

L'immagazzinamento della biomassa è reso necessario dalla stagionalità delle produzioni e dall'esigenza di omogeneizzare le, spesso, differenti tipologie di biomassa in alimentazione all'impianto allo scopo di renderne i processi di conversione in energia più efficienti. Si privilegiano soluzioni che riducono gli stoccaggi (non superiore a quattro giorni di marcia a pieno regime dell'impianto) sia per motivi logistici sia a causa dei processi di naturale degradazione della biomassa che oltre a ridurre il suo potere calorifico, può determinare problemi di inquinamento delle matrici ambientali aria e acqua. Le biomasse accumulate in magazzino devono essere protette dagli agenti atmosferici, (solo il legno mostra una certa resistenza alla degradazione) e devono essere ben aerate in modo da evitare la rapida degradazione, la formazione di liquami e di biogas. Qualora le biomasse siano costituite anche da rifiuti agricoli, occorre evitare l'emissione di cattivi odori, derivanti dalla loro putrefazione, mediante un trattamento di essiccamento artificiale o di altre opportune tecniche di abbattimento. In sostanza si deve evitare che l'area di deposito diventi nucleo d'attrazione sia per gli insetti che per i roditori.

La tabella seguente, illustra le principali tipologie d'impatto ambientale prima descritti.

¹ Rischi ambientali connessi all'uso di biomassa per produzione diretta di energia- ISPRA 2010

² FENOMENOLOGIA DELLA COMBUSTIONE DI BIOMASSE- T. Faravelli, A. Frassoldati S. Granata, A.Cuoci, E. Ranzi

³ Biomasse e pianificazione del territorio- Tesi di dottorato di Ricerca- R. Preto- Dip. Ing. Elettrica-Università di Pavia



Fase	Attività	Aspetto ambientale	Impatto ambientale
Ricevimento, accettazione Stoccaggio, movimentazione biomasse	Carico/scarico biomasse	traffico veicolare consumo gasolio rumore emissioni gassose	disturbo a livello locale consumo risorse disturbo interno al sito emissione gas serra
	Deposito biomasse	polveri odori incendio percolamento del liquido dalle vinacce	disturbo a livello locale inquinamento atmosferico disturbo a livello locale interno al sito effetto domino sull'impianto e possibile inquinamento atmosferico conformità legislativa scarichi idrici
	Cippatura	rumore polveri consumo gasolio emissioni gassose incendio	disturbo interno al sito disturbo interno al sito consumo risorse emissioni in atmosfera effetto domino sull'impianto e inquinamento atmosferico
	Movimentazione biomasse	rumore consumo gasolio emissioni polveri	disturbo interno al sito consumo risorse emissioni gas serra disturbo interno al sito
	Alimentazione caldaia	produzione rifiuti da vaglio	gestione rifiuti
Produzione di energia elettrica	Combustione	consumo elettrica consumo gas metano consumo acqua osmotizzata emissioni CO, CO ₂ , NOx, SO _x polveri sostanze chimiche per flocculazione incendio rumore	consumo risorse consumo risorse consumo risorse, gestione sostanze chimiche inquinamento atmosferico gestione sostanze chimiche possibile effetto domino e inquinamento disturbo interno/esterno al sito
	Abbattimento fumi	emissioni gassose ceneri rumore	inquinamento atmosferico gestione rifiuti disturbo interno al sito
	Impianto di raffreddamento	consumo acqua sostanze chimiche	consumo risorse gestione sostanze chimiche
	Turboalternatore e condensatore	consumo acqua consumo olio lubrificante rumore campi elettromagnetici	consumo risorse gestione rifiuti disturbo interno al sito disturbo interno al sito
Disalcolazione	Produzione vapore	scarichi idrici sostanze chimiche per addolcitore	consumo risorse gestione sostanze chimiche

Da: Cerioni R., Scrosta V. "Implementazione di un sistema di gestione ambientale EMAS in una centrale a biomasse" L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea AIIA2005: Catania, 27-30 giugno 2005

Tutti gli impianti di trattamento termico necessitano di efficaci e complessi sistemi di trattamento dei fumi prodotti allo scopo di ridurre drasticamente l'emissione di inquinanti.

Nei processi di combustione si generano prevalentemente emissioni gassose e polveri, il cui controllo ed abbattimento sono garantiti attraverso un'adeguata conduzione degli impianti e una efficace abbattimento, a valle, prima del rilascio in atmosfera. Particolare attenzione viene posta al recupero e trattamento delle ceneri che si formano durante i processi di trattamento termico poiché contengono metalli pesanti, quali rame, nickel, zinco che se recuperati nei processi di trattamento ad umido possono formare liquami

potenzialmente inquinanti per suolo e acque superficiali e di falda. Normalmente le ceneri volatili sono separate dal gas mediante trattamenti a secco (ciclone e filtri a maniche) per evitare il trattamento delle acque di scarico. Nei paragrafi che seguono saranno ampiamente evidenziate sia le tipologie di inquinanti sia i sistemi di trattamento.

Nella gassificazione, talvolta si suddivide l'impianto di trattamento termico della biomassa in due stadi, (il primo stadio con temperature inferiori a 530 °C) nel secondo s'innalza la temperatura a un valore tale che le ceneri si fondono e precipitano, o hanno energia sufficiente a reagire con particelle più grossolane (è sufficiente una temperatura di 800 °C). Le ceneri non inerti non possono essere lasciate tali quali dopo raccolta ma vanno fuse o inglobate in malte cementizie.

Il problema delle ceneri è particolarmente rilevante se la biomassa trattata proviene da rifiuti urbani che possono avere un tenore di ceneri anche 10 volte il valore della biomassa di origine forestale o agricola.

Nel processo di digestione anaerobica per la produzione di biogas oltre agli evidenziati problemi di potenziali percolamenti ed emissioni odorigene occorre considerare anche l'impatto dovuto alla gestione del digestato, che oltre a porre problemi logistici richiede trattamenti di separazione solido-liquido e in alcuni casi trattamenti di riduzione dell'azoto totale del refluo da smaltire in pieno campo (recepimento della Direttiva nitrati Dir. 91/676/CEE, nel Dlgs. n.152/06 e norme tecniche contenute nel Decreto Ministeriale. 7/4/2006).

Vanno ricordati i problemi relativi alle emissioni acustiche comuni a tutte le sezioni d'impianto con macchine in movimento.

Particolari fattori di rischio

Preliminarmente alla costruzione di un impianto di trattamento di biomassa deve essere condotta una campagna di informazione della popolazione locale circa i benefici ambientali e sociali e gli impatti connessi con la gestione dell'impianto stesso allo scopo di scongiurare il consolidamento di convincimenti fondati su fatti non aderenti alla specificità dell'impianto stesso. In particolare è necessario informare delle misure prese riguardo a trasporto, immagazzinamento e trattamento del gas prodotto e livello delle emissioni.

Un rischio connesso con la gestione degli impianti sono i guasti, che possono disperdere inquinanti nell'ambiente; eventuali perdite di biogas fuoriuscite dall'impianto di digestione, potrebbero determinare pericolo di esplosione. Per attenuare tali rischi si attuano i programmi di manutenzione preventiva e adeguate procedure di verifica e controllo dei parametri di conduzione.

10.1 Emissioni in atmosfera

Durante questi ultimi anni si è assistito ad un forte incremento dei consumi di biomasse per uso energetico. La conseguente necessità di reperire nuove risorse ha portato ad un ampliamento delle tipologie di materiali grezzi utilizzati a questo scopo. I processi di trasformazione delle biomasse in energia che hanno avuto finora significative applicazioni sono sostanzialmente due quelli termochimici e quelli biochimici.

10.2 Processi termochimici

La combustione delle biomasse può creare diversi problemi ambientali, soprattutto in impianti non ben progettati e controllati. Di seguito vengono rappresentate le caratteristiche chimico fisiche delle biomasse e i principali inquinanti generati dalla loro combustione.

Le condizioni ottimali per una completa combustione risiedono nelle cosiddette tre T (TTT): Temperatura (elevata), Tempo (lungo) e Turbolenza (efficace mescolamento). I tempi caratteristici (dell'ordine del secondo) e le temperature possono essere raggiunti abbastanza semplicemente. La temperatura pur non elevata come quella normalmente riscontrabile nella combustione di altri idrocarburi (a causa del minore potere calorifico delle biomasse, condizionato da una elevata quantità di ossigeno nella struttura¹, dall'umidità e dalla presenza di ceneri inorganiche²) è comunque tipicamente superiore alle esigenze legate all'incompleta combustione (~1200 K). Il problema maggiore è legato a un efficace mescolamento tra l'aria e le parti solide. I reattori a letto fluido, in questo contesto, sono ovviamente preferibili ai letti fissi. Un'ulteriore attenzione va posta alla presenza di ceneri volanti inorganiche, le quali possono adsorbire composti idrocarburici formati nella fase di pirolisi e trasportarli nei fumi inibendo in tal modo la loro ossidazione.

La combustione di biomasse produce elevate emissioni di particolato, anche al di sopra di 50 mg/m³ (11% volume di O₂) [Nussbaumer, 2003]. Le particelle emesse sono di tipo primario ultrafine e iperfine, quindi ben al di sotto dei classici 10 µm (PM10).

La fuliggine, che si origina a causa del processo tipicamente diffusivo della fiamma può essere accompagnata dalla formazione di nuclei solidi quale conseguenza di reazioni di pirolisi secondaria in fase gas. Una volta formati questi nuclei non sono facilmente ossidabili e possono attraversare il fronte di fiamma, inoltre possono essere sede di condensazione di altre particelle inorganiche.

In realtà il contributo più elevato alla formazione di particelle è quello legato alle ceneri. Nel caso di particelle di legno gli elementi rilasciati dal combustibile e responsabili della formazione del particolato sono primariamente K, S, e Cl. Questi nucleano in fase gas e su questa particella originaria si hanno reazioni di condensazione superficiale.

Altri metalli sono direttamente rilasciati in forma di particelle solide. Ad esempio il Ca, misurato nelle ceneri, nelle condizioni usuali di combustione di biomasse non passa allo stato gassoso e risulta quindi un nucleo originario di ulteriori accrescimenti. Un altro elemento in grado di originare particelle è lo zinco. Lo Zn evapora durante il processo e si ossida a formare ZnO solido.

Insieme con gli ossidi, le ceneri contengono altri metalli tossici il cui livello può essere significativo, secondo quanto riportato da Demirbas [2005].

Concentrazione di C, H ed O

Carbonio (C), l'idrogeno (H) e ossigeno (O) sono i principali costituenti le biomasse. Il carbonio e l'idrogeno ossidati durante la combustione tramite reazioni di ossidazione esotermiche formano CO₂ e H₂O. Sono inoltre presenti componenti minori quali azoto, cloro, zolfo, potassio, responsabili di emissioni gassose e

¹ F. Rapparini- <http://www.ibimet.cnr.it/>

² " Fenomenologia della combustione di biomasse"- T. Faravelli, A. Frassoldati S. Granata, A.Cuoci, E. Ranzi

particolate e di residui solidi dal processo di combustione. Durante la decomposizione termica dei combustibili a biomassa parte dell'ossigeno coinvolto nel processo di ossidazione viene rilasciato direttamente dalla biomassa stessa, mentre il rimanente viene introdotto dall'iniezione di aria esterna. A differenza del carbone fossile, nella biomassa il carbonio è presente in varie forme ossidate e per questo motivo il PCS (Potere Calorifico Superiore) risulta più basso rispetto al carbone. La concentrazione di carbonio C è più elevata nelle biomasse legnose rispetto a quelle erbacee per questo motivo i combustibili legnosi presentano un PCS più alto. Nella biomassa si distingue una componente volatile compresa tra il 76% e l'86% in peso (percentuali su base secca) che nella prima fase del processo distilla dalla componente fissa carbonica. Parte di queste sostanze volatili sono emesse come prodotti di combustione incompleta.

La concentrazione in C,H,O nella biomassa legnosa ed erbacea varia rispettivamente tra 43-52, 4-6 e 36-48 % su base secca.

Concentrazione di N, Cl ed S

Nella combustione delle biomasse la formazione di NO_x (ad una temperatura tra gli 800-1100 °C) è dovuta esclusivamente al contenuto di azoto presente nel combustibile stesso, mentre nella combustione dei combustibili fossili la formazione di NO_x è dovuta prevalentemente all'azoto presente nell'aria.

Il cloro presente all'interno delle biomasse durante la combustione vaporizza completamente e forma HCl e Cl₂ che vengono espulsi sotto forma di gas dal camino della caldaia, mentre al decrescere della temperatura si formano cloruri di metalli alcalini che condensano sulle superfici delle particelle volatili di cenere e sulle superfici dello scambiatore di calore della caldaia.

Il cloro sotto forma di HCl provoca la formazione di diossine¹ (Poli Cloro Dibenzo Diossina) o furani (Poli Cloro Dibenzo Furani) che sono dei composti organici cancerogeni, inoltre ha un effetto corrosivo sui componenti dell'impianto.

La quantità di zolfo S presente nel combustibile passa in gran parte in fase gassosa durante il processo, formando composti come anidride solforosa (SO₂), anidride solforica (SO₃) e solfati alcalini.

In caldaia i gas vengono raffreddati velocemente e i solfati tendono a condensare sulla superficie dei tubi e delle ceneri volanti. Una frazione dello zolfo si attacca alle ceneri volanti, una frazione viene emessa in forma gassosa come SO₂ e in misura minore come SO₃.

La Concentrazione di N, S, Cl per vari tipi di biomasse varia rispettivamente tra 300-25000, 70-2500 e 50-4500 mg/kg su base secca). Le maggiori concentrazioni di N si hanno nella biomassa erbacea in genere e in particolare il fieno contiene anche i livelli più alti di S e di cloro.

Concentrazione di K, Si, Mg, Na e Ca

Il calcio e magnesio presenti nella biomassa provocano un innalzamento della temperatura di fusione delle ceneri, mentre il potassio K ne provoca una diminuzione.

Per esempio la paglia, i cereali e l'erba presentano un basso valore di Ca, un elevato K e di Si che provocano problemi con le ceneri.

¹ "Manuale dell'ingegnere"-Nuovo Colombo- HOEPLI-Vol III sezione Q pag 318-326 - " Fenomenologia della combustione di biomasse"- T. Faravelli, A. Frassoldati S. Granata, A.Cuoci, E. Ranzi

Il potassio ed il sodio combinati con cloro e zolfo evaporano durante il processo di combustione formando cloruri di metalli alcalini che condensando sui tubi dello scambiatore di calore reagiscono formando solfati e rilasciando cloro.

Il cloro specialmente a basse temperature esercita una azione corrosiva sui tubi degli scambiatori di calore, inoltre i combustibili che presentano un rapporto molare S/Cl < 2 provocano anch'essi problemi di corrosione da formazione di cloruri alcalini.

Inoltre la volatilizzazione e la conseguente condensazione dei metalli volatili porta alla formazione di ceneri volatili di dimensioni inferiori a 1 µm che essendo molto difficili da trattenere con filtri vanno a depositarsi sui tubi dello scambiatore e sono pericolosi per l'uomo, se respirati.

La concentrazione di K, Si, Mg, Na e Ca rilevati nelle ceneri delle biomasse varia rispettivamente tra 1-6, 4-30, 1-6, 0.2-0.7, e 3-38 % su base secca.

Metalli pesanti

La concentrazione di metalli pesanti nelle ceneri porta a dei problemi di utilizzo delle stesse, infatti i più importanti sono Cd, Pb, Zn, Cr, e Cu che si concentrano maggiormente sulla corteccia di alcune biomasse legnose rispetto alle paglie, in generale raggiungendo valori rispettivamente di 1.16, 10.14, 170, 10.8, 7.1 mg/kg su base secca.

Contenuto in ceneri

Il contenuto in ceneri delle biomasse varia in un campo molto ampio; si va dallo 0,5 % (su base secca) della segatura, al 5-8% della corteccia, fino a raggiungere valori del 20,6% per la lolla di riso.

Principalmente possiamo suddividere le ceneri in tre categorie a seconda del luogo nel quale vengono raccolte all'interno dell'impianto di combustione delle biomasse:

- Bottom-ash: prodotte dalla combustione nella zona primaria, ricche di impurità (sabbia, pietrisco e terra). Rimangono sulla griglia (nel caso del letto fisso) o nel letto di sabbia (nel caso del CFB e BFB) a causa dell'elevata densità.
- Cyclone-ash: sono formate da particelle di ceneri abbastanza fini trascinate verso il camino dai fumi e che vengono raccolte tramite sistemi di abbattimento che sfruttano il moto vorticoso (multiciclone);
- Filter fly-ash: sono le particelle più fini che necessitano di sistemi di abbattimento elettrostatici, filtri a maniche sintetiche o wet-scrubber (abbinati con un multi-ciclone).

In impianti di piccola taglia dove risulta antieconomico installare questi tipi di precipitatori, le fly-ash vengono emesse direttamente nell'atmosfera.

10.3 Tecniche di abbattimento delle emissioni

Le condizioni ottimali per una completa combustione risiedono nel giusto equilibrio di temperatura, tempo e turbolenza all'interno della camera di combustione.

I processi di combustione di biomasse a causa sia del minor potere calorifico, condizionato da una elevata quantità di ossigeno nella struttura, sia dell'umidità e della presenza di ceneri inorganiche, possono residuare materiali incombusti.

Oltre alle caratteristiche delle biomasse è di estrema importanza la tipologia dell'impianto di combustione per definire il complesso del contesto emissivo.

Possiamo pertanto suddividere le tipologie di installazione nelle seguenti:

- Impianti domestici di piccola taglia (2-100 kW di potenzialità termica nominale), finalizzati alla produzione di calore come stufe, caldaie a pellet e cippato, caminetti aperti. Presentano elevati valori di emissione di NOx e polveri totali, ridotti valori di COV e CO.
- Impianti industriali di media (1-5 MW termici) e grande potenzialità (10-100 MW termici), finalizzati alla produzione di calore per utilizzo civile o di processo, elettricità o cogenerazione. A questa categoria fanno parte le tecnologie di combustione come i forni a griglia fissa e mobile, letto fluido bollente (BFB – Bubbling fluidized-bed boiler) o, nel caso di maggiore velocità dell'aria e di trascinamento del materiale, il cosiddetto "letto ricircolato" (CFB – Circulating fluidized-bed boiler). Per queste tipologie di impianti si applicano dei metodi di abbattimento delle emissioni.

Come abbiamo avuto modo di vedere nel paragrafo precedente le emissioni da combustione di biomasse possono essere riassunte nelle seguenti:

- * Polveri (particolato PM10, PM2,5, PM1);
- * Inquinanti acidi HCl, SO₂;
- * Ossidi di azoto NOx;
- * Metalli pesanti Zn, Cd;
- * Inquinanti organici PCDD/F, IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), TOC (Total Organic Carbon).

Le tecniche di abbattimento delle emissioni si differenziano per ciascun tipo di inquinante, di seguito riportiamo nella tabella seguente le tecniche principalmente utilizzate per le caldaie a biomasse di media e grande potenzialità:

CO + TOC	Controllo della combustione
Acidi	Neutralizzazione con reagenti alcalini
Metalli	Adsorbimento
Ossidi di azoto	Degradazione chimica
Microinquinanti organici	Carboni attivi, sistema catox
Polveri	Ciclone, filtro elettrostatico, filtro a maniche

Tabella – Tecniche di abbattimento delle emissioni

Le emissioni atmosferiche dipendono dalla:

- natura del materiale utilizzato;
- dalla tipologia dell'apparato di combustione;

- dalla sua potenzialità.

Pertanto nel caso di installazioni di piccola taglia per utilizzo civile monofamiliare o residenziale la riduzione delle emissioni è demandata a configurazioni avanzate delle camere di combustione e sistemi automatizzati di controllo della combustione oltre ad un sistema di alimentazione continua del combustibile.

Per apparati di media e grande taglia gli interventi per la riduzione delle emissioni si concentrano, oltre alla minimizzazione di CO ed incombusti ottenibile tramite tecniche di ottimizzazione della combustione, di normale adozione nelle caldaie più moderne, al controllo del particolato, NOx e di gas acidi (HCl).

Le migliori tecnologie per la riduzione delle emissioni comprendono:

- i filtri a tessuto e gli elettrofiltri per le polveri;
- misure primarie in combustione mediante frazionamento dell'alimentazione dell'aria o ricircolo dei gas per il CO;
- per la riduzione degli ossidi di azoto tecniche SCR o SCNR,
- mentre per la riduzione delle componenti acide (SO₂, SO₃, HCl) si adottano sistemi di depurazione a secco, semisecco o ad umido che permette di ottenere il trattenimento delle componenti acide in una fase liquida o solida, mediante reazione chimica o assorbimento (il materiale che meglio risponde a queste esigenze è il calcare, inteso come CaCO₃ calcinato in forma di ossido di CO o calcinato e idratato come Ca(OH)₂, più varie altre sostanze quali MgCO₃, SiO₂).

10.4 Metodi di depurazione del biogas

A causa della presenza di idrogeno solforato e ammoniacale ottenuti dalla degradazione delle proteine, è necessario depurare il biogas in quanto lo zolfo contenuto nell'idrogeno solforato combinandosi con il vapore acqueo contenuto nel biogas produce acido solforico estremamente corrosivo per qualsiasi metallo.

I metodi di desolforazione principalmente usati sono:

- trattamento chimico: desolforazione a secco;
- trattamento biologico: bioscrubber, biofiltri.

La desolforazione a secco avviene facendo passare il biogas attraverso un materiale assorbente contenente di-idrossidi (o tri-idrossidi di ferro) che reagiscono combinandosi con lo zolfo. Il processo termina quando tutto l'idrossido si è trasformato in solfuro ferroso. Questo tipo di depurazione del biogas risulta economica in termini di costo d'impianto, ma ha lo svantaggio che il reagente deve essere periodicamente sostituito una volta che si è trasformato completamente in solfuro ferroso.

Il trattamento biologico avviene attraverso l'utilizzo di batteri che effettuano l'ossidazione biologica dell'idrogeno solforato.

I bioscrubber sono delle torri di lavaggio che contengono dei batteri in grado di depurare il gas contaminato che viene introdotto alla base della torre.

Il biofiltro presenta un funzionamento analogo a quello utilizzato nei processi di trattamento biologico delle acque reflue; anche questi sistemi, infatti, prevedono lo sfruttamento di un largo spettro di microrganismi (batteri, attinomiceti e funghi) in grado di metabolizzare, attraverso una serie di reazioni biologiche

(ossidazione, riduzione ed idrolisi) i composti naturali e di sintesi, inorganici (H_2S e NH_3), organici sia aromatici che alifatici (acidi, alcoli, idrocarburi, ecc.), presenti nei reflui gassosi che li attraversano. In particolare nel biofiltro le sostanze da depurare vengono adsorbite su uno strato di circa un metro di materiale soffice e poroso generalmente di origine vegetale dove, in condizioni controllate di umidità, pH, tempo di contatto e di nutrienti inorganici e organici, i microrganismi metabolizzano gli inquinanti contenuti nel flusso gassoso da depurare.

Di particolare importanza a tal fine risulta essere la composizione microscopica e macroscopica del materiale filtrante. Le proprietà richieste ad una ottimale miscela filtrante riguardano l'elevata porosità, le condizioni idriche ottimali per la vita microbica (60-70% di umidità) e la capacità di mantenere il più a lungo nel tempo le caratteristiche originarie. Tali proprietà, oltre che sull'efficienza del biofiltro, influiscono favorevolmente sui costi di gestione, garantendo minori perdite di carico dell'impianto, quindi minori consumi energetici ed un numero inferiore di interventi di manutenzione necessaria a ripristinare le condizioni originarie.

10.5 Indicatori ambientali

Nelle valutazioni d'impatto, anche per gli impianti a biomassa, si fa riferimento ai più comuni indicatori ambientali di seguito indichiamo quelli più rilevanti:

Impianto:

- MWh/anno di EE ed ET utili;
- % efficienza di conversione dell'energia chimica in EE e ET;
- t/anno di biomassa utilizzata (differenziando le tipologie);
- TEP/anno di energia primaria risparmiati;
- t/anno di CO_2 evitate;
- €/kWh costo operativo dell'energia prodotta.

Emissioni:

- t/anno di NO_x ;
- t/anno di SO_x ;
- t/anno di CO;
- t/anno di particolato;
- mg di NO_x /kWh;
- mg di SO_x /kWh;
- mg di CO/kWh;
- mg di particolato /kWh.

Ambientali:

- ha di territorio direttamente impegnato /kWh Echimica disponibile;
- ha di territorio direttamente impegnato /kWh EE utile;
- ha di territorio direttamente impegnato /kWh ET utile;
- mg di ceneri prodotte /kWh.



Particolarmente significativi, sia in quanto sintetizzano numerose informazioni in un unico indicatore, sia perché consentono di valutare l'impatto di soluzioni alternative, risultano:

- mg di inquinante/kWh (caratteristiche della Biomassa in termini di contenuto all'origine di elementi potenzialmente inquinanti, tipicità del processo, efficienza del processo e dell'impianto);
- ha di territorio dedicati/MWh (produttività della coltura, caratteristiche della biomassa utilizzata in termini di % in peso del tal quale convertibile in energia, potere calorifico della parte utile, suscettibilità di quella coltura ad essere impiegata in filiera corta).

La scelta che in sede di pianificazione si adotta, per privilegiare una o più filiere di valorizzazione delle biomasse in termini energetici deve necessariamente essere improntata verso valutazioni di carattere ambientale, energetico ed economico. Lo strumento dell'analisi multicriteria risponde in genere allo scopo di fornire il valore di un parametro di merito complessivo che riassume, attraverso somma pesata (mediante coefficienti di esaltazione o riduzione) i singoli parametri (ambientale, Energetico ed economico).

11. Le scelte del Piano

In considerazione degli esiti della elaborazione delle informazioni e dei dati precedentemente illustrati si ritiene che il presente documento, non possa tradursi, attualmente, in un vero e proprio strumento di pianificazione. Esso piuttosto costituisce una ricognizione conoscitiva, quanto più è stato possibile, aggiornata, rivolta a valutare, nei limiti consentiti dalla qualità del dato, lo stato di fatto e la dimensione delle grandezze energetiche in gioco in relazione agli obiettivi posti, in sede comunitaria e nazionale, in tema di risparmio energetico, efficienza, razionalizzazione dell'uso delle risorse e riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.

Il quadro conoscitivo ha evidenziato sia una disponibilità residuale di biomassa da valorizzare in termini energetici, sia un potenziale sviluppo del settore agro-energetico a seguito di mirate azioni di pianificazione e regolamentazione del settore. La scelta di procedere con ulteriori specifiche azioni rivolte a favorire la valorizzazione energetica delle risorse regionali, attuali e potenziali, sarà soggetta a verifiche di sostenibilità ambientale, aperta a possibili differenti opzioni e condizionabile dai seguenti principali fattori:

- Rispetto degli obiettivi fissati dal “Decreto BurdenSharing”;
- Verifica di compatibilità con i piani di sviluppo settoriali;
- Compatibilità delle norme urbanistiche Regionali e locali.

Nel secondo capitolo del presente documento si è evidenziato come il PdAER della Sardegna abbia attribuito alla biomassa, nel meccanismo di “burgen-sharing” di *secondo scenario* detto “limite”, il compito di coprire una quota energetica complessiva (termico+elettrico) sui consumi finali lordi pari a 229,25 ktep per una potenza installata di 278,2 MW (incluso la quota in co-combustione 354 MW). I dati contenuti nel *Bollettino Incentivazione delle fonti rinnovabili* aggiornato al 31 dicembre 2012, pubblicato dal GSE indicano il raggiungimento di una potenza complessiva installata pari a 1295 MW sebbene l'energia prodotta nell'anno sia stata solo pari a 547 GWh.

Dal censimento degli impianti operativi e programmati aggiornato al mese di febbraio 2013 risultano complessivi 56 impianti alimentati con diverse tipologie di biomassa per una potenza termica complessiva pari a circa 580 MW ed elettrica pari a 161 MWe che nell'ipotesi di 7000 ore di funzionamento anno potrebbero produrre circa 1.100 GWh/anno pari a circa la metà di quanto richiesto dal *secondo scenario*.

Lo sfruttamento energetico delle risorse residuali stimate nei capitoli precedenti, considerati i rendimenti di conversione in assetto cogenerativo ($\eta_e=0,3$ - $\eta_t=0,42$), potrebbe garantire una copertura di circa, ulteriori, 80 ktep elettrici e 120 ktep termici.

L'attuale assetto del mercato energetico che ha visto negli ultimi anni una forte incremento della potenza installata per la produzione di energia da fonti rinnovabili (per l'EE +50% nel periodo 2011-12¹) accompagnata da una significativa flessione della domanda complessiva di energia (dal 2008 al 2012, di circa il 15%) rende necessaria una riflessione sull'opportunità di adottare scelte di pianificazione di forte impatto sull'assetto produttivo e organizzativo del settore agro-energetico regionale.

¹ “Bollettino Incentivazione delle fonti rinnovabili. aggiornato al 31 dicembre 2012 e pubblicato dal GSE in data 14.05.2013.

Il proseguimento del virtuoso cammino fin ad oggi praticato, che conduce alla valorizzazione energetica di tutte le biomasse residuali, che ne abbiano i requisiti, in piena sintonia con gli indirizzi comunitari dovrà essere agevolato con adeguate azioni di piano che possono prevedere, nel breve periodo, anche semplici strumenti di regolamentazione.

Il monitoraggio dell'evoluzione del mercato energetico nel breve-medio periodo, unitamente ad una sistematica, periodica, acquisizione dei dati di interesse, presso i soggetti istituzionali che li detengono, consentiranno di valutare l'eventuale necessità di ricorrere ad azioni di piano tanto più incisive tanto più lo richiederà l'esito della verifica.

Considerate le premesse su esposte le scelte di piano potranno essere:

- coerenti con le attuali tendenze del mercato agricolo e energetico-industriale che in virtù delle incentivazioni economiche introdotte, da strumenti legislativi nazionali, ha trovato adeguate motivazioni economiche per investire sia nelle colture agro-energetiche sia nella realizzazione di impianti di produzione energetica da biomassa;
- non economicamente sostenibili da uno od entrambi gli operatori (agricolo e industriale, quando questi non dovessero coincidere), principalmente coinvolti nell'iniziativa.

Nel primo caso le possibili azioni potranno anche avere prevalente carattere procedurale che troverebbero nelle linee guida adeguato strumento per favorire le soluzioni di valorizzazione energetica maggiormente allineate con la strategia di piano.

Nel secondo caso le possibili azioni dovranno avere anche effetti economici compensativi dei maggiori costi che l'adozione delle scelte di piano potrebbero avere rispetto a opzioni imprenditoriali alternative.

Le azioni di piano a prescindere dal tipo di strumento a cui saranno demandate, dovranno comunque trovare coerenza con il citato quadro normativo nazionale ed europeo.

12. Le azioni del piano

Le scelte di piano si potranno tradurre nelle seguenti principali tipologie di azione:

AZIONE 1: Linee Guida per la regolamentazione e l'incentivazione dello sfruttamento delle risorse finalizzate alla realizzazione di impianti a Biomasse in Sardegna;

AZIONE 2: Promozione e incentivazione delle Ipotesi Studio;

AZIONE 3: Georeferenziazione del quadro conoscitivo delle biomasse caratterizzato da un'omogenea qualità del dato (annuali di riferimento e livello di copertura territoriale).

Tali azioni potranno trovare attuazione mediante i seguenti strumenti:

- incentivazione di determinate forme di recupero e valorizzazione delle risorse anche attraverso:
 - premialità per gli operatori che sottoscriveranno accordi di ritiro dedicato alla valorizzazione energetica della biomassa da scarti di lavorazione;
 - contributi per la realizzazione di strutture logistiche asservite al recupero per la valorizzazione della biomassa (in prossimità dei mercati p.e.);
 - finanziamenti di impianti pilota del tipo:
 - cogenerativo con teleriscaldamento (in aree industriali e in prossimità dei centri urbani);
 - valorizzazione di colture di microalghe (o di oleaginose in genere) per produzione di biocarburanti;
 - finanziamenti di impianti di teleriscaldamento asserviti ad edifici di pubblica fruizione anche in presenza di offerta energetica termica di tipo privato.
- Individuazione di ottimali strumenti di promozione e sviluppo della produzione di energia da biomassa quali:
 - studi di settore finalizzati all'individuazione di condizioni infrastrutturali e contrattuali favorenti gli accordi di filiera:
 - per la produzione di energia termica da biomassa legnosa;
 - per la produzione di biocarburanti da colture dedicate;
 - studi di settore rivolti alla caratterizzare della domanda specializzata di energia termica nei differenti distretti industriali e artigianali;
 - regolamenti di gestione delle aree industriali e artigianali rivolti a favorire e/o incentivare la produzione di energia da biomassa, preferibilmente residuale;
 - regolamenti urbanistici comunali atti a favorire, con i necessari limiti e condizioni, la localizzazione degli impianti termici a biomassa in prossimità dei centri urbani.

Bibliografia

*“Potenzialità e benefici dall’impiego dei Combustibili Solidi Secondari (CSS) nell’industria” - Dic 2011-
Nomisma Energia-*

Report RSE/2009/18- ENEA-

“Tecnologie delle energie rinnovabili”, SGE Padova;- Cocco-Palomba-Puddu,;

“Apparecchi per la conversione energetica di biogas”- CTI, (2007);

“Biomasse e Bioenergia”-Quaderno-ENEA- - luglio 2011

*“Tendenze e prospettive dei consumi agro-alimentari mondiali nel lungo periodo”. Piero Conforti (FAO)-
Quaderni gruppo 2013-workshop-Roma, 27 settembre 2011*

*“Consumi alimentari delle famiglie italiane: trend strutturali e congiunturali”- Domenico Cersosimo (Università
della Calabria e Gruppo 2013) Quaderni gruppo 2013-workshop-Roma, 27 settembre 2011.*

“L’evoluzione strutturale dei consumi alimentari in Italia”- Donato Romano (Università di Firenze e Gruppo
2013), Quaderni gruppo 2013-workshop-Roma, 27 settembre 2011*

“Programma di Sviluppo Rurale 2007 – 2013” –All. 1 “Analisi di contesto”

*“Valutazione delle potenzialità produttive delle colture erbacee per la produzione di biocarburanti in
Sardegna” Agris Sardegna*

“Colture erbacee per la produzione di Biomassa ai fini energetici” Agris Sardegna

*Forum internazionale dell’agricoltura e dell’alimentazione: “la nuova OCM ortofrutta e la sua applicazione” –
Working paper n.4 luglio 2007*

*“Filiera agroalimentare del Medio Campidano”. Volume Primo: Il Carciofo, 2001, pubblicazione Ersat
Sardegna)*

“Italus Hortus” – Vol. 8, n.6, novembre-dicembre 2001

“Stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie”- Istat, anno 2010

*Energia Ambiente e Innovazione › Anno 2013 › Biotecnologie per lo sviluppo sostenibile › Biotecnologie
ambientali per la valorizzazione integrata di residui organici dell’industria agro-alimentare (biowaste
biorefinery) -Alberto Scoma, Lorenzo Bertin, Fabio Fava*

“Sardegna Economica” 5-6/2010

*“Razionalizzazione energetica nel comparto lattiero-caseario della Sardegna,” Rapporto finale marzo 2009-
DIEE Università di Cagliari*

“Impianti biomassa per la produzione di energia”- G.A. Pagnoni DEI –

“Gli impianti per la produzione di biogas in Sardegna”- Efisio A. Scano;

“Ricerca riguardante l'utilizzo di sistemi per la produzione di biogas, ai fini della cogenerazione di energia, nei distretti agroalimentari in Sardegna” –Aprile 2009; POR Sardegna 200-06 misura 3.13

“Stato attuale e prospettive nella produzione di energia da biomassa” – D. Cocco;

“La filiera del biogas” Regione Marche-Università Politecnica delle Marche

“Comparto ovi-caprino e zootecnia regionale”-Gennaio 2013- Laore,

“Piano regionale dei Rifiuti Speciali”- Relazione di Piano

“La valorizzazione energetica dei fanghi di depurazione”- Quaderni del DIP Ing. Amb. Università di Trento

“Piano regionale di gestione dei rifiuti”

“ENI-Cultura dell'energia”

“Tecnologie alternative di trattamento termico dei rifiuti”-ENEA, Unità Tecnica Tecnologie Ambientali 6/2010

“Nuove esperienze industriali di valorizzazione energetica dei RU”- Martino Associati- Thermoselect

(ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica. 8°Censimento ISTAT Industrie & Servizi, 2001)

“Stima delle quantità di residui legnosi prodotti in Italia”. Cerullo S., Pellegrini A. AssoLegno, Associazione nazionale industrie forestali e lavorazione legno di Federlegno - Arredo, 2002.)

“Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio”- (INFC 2005)- Corpo Forestale dello Stato;

“Biomassa”-Rapporto ISPRA 2010-;

“Biomass Energy Executive Report 2012” –Politecnico di Milano

“Rischi ambientali connessi all'uso di biomassa per produzione diretta di energia”- ISPRA 2010

“Fenomenologia della combustione di biomasse”- T. Faravelli, A. Frassoldati S. Granata, A.Cuoci, E. Ranzi

“Biomasse e pianificazione del territorio”- Tesi di dottorato di Ricerca- R. Preto- Dip. Ing. Elettrica-Università di Pavia

“Bollettino Incentivazione delle fonti rinnovabili. aggiornato al 31 dicembre 2012 e pubblicato dal GSE in data 14.05.2013.

“Manuale dell'ingegnere”-Nuovo Colombo- HOEPLI

SITI INTERNET:

<http://www.reteambiente.it>

<http://www.enea.it>



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
REGIONI AUTONOME DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE S'INDUSTRIA
ASSESSORATO DELL'INDUSTRIA

<http://www.gse.it>

<http://www.regione.sardegna.it/>

<http://www.sviluppoeconomico.gov.it/>

<http://www.cti2000.it>

[http:// www.fire-italia.it](http://www.fire-italia.it)

<http://www.energystrategy.it>

<http://www.isprambiente.gov.it>

<http://www.ciseonweb.it>

<http://sito.entecra.it>

<http://www.ecorec.it>

<http://ita.arpalombardia.it>

<http://www.aiabcampania.it>

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it>

<http://www.ciseonweb.it/ambiente/>

<http://siar.regione.marche.it>

<http://www.crbnet.it>

<http://www.ibimet.cnr.it/>