

**Titolo II**  
**Dispositivo di Piano: linee di indirizzo, pianificazione e programmazione**  
**Capitolo II.1**  
**Analisi relativa alla produzione**  
**Paragrafo II.1.3.**  
**Impianti alimentati da fonti rinnovabili**  
**II.1.3.5.**  
**Impianti a biomasse agroforestali e zootecniche**

Prof. Ing. Sergio Sibilio  
DETEC - Università degli studi di Napoli FEDERICO II  
Tel 0817682304  
Fax 0812390364  
Email [sibilio@unina.it](mailto:sibilio@unina.it)

## Indice

### **BIOMASSE AGROFORESTALI**

#### **Introduzione**

#### **Disponibilita' delle biomasse agroforestali**

Sottoprodotti agricoli

Sottoprodotti forestali

Scarti agro-industriali

#### **Analisi tecnico-economica, emissioni evitate e risparmio di energia primaria**

Centrali termoelettriche

Emissioni evitate

#### **Riscaldamento ambientale**

Emissioni evitate

### **BIOMASSE ZOOTECHNICHE**

#### **Introduzione**

#### **Potenzialita' delle biomasse zootecniche**

#### **Analisi tecnica-economica, emissioni evitate e risparmio di energia primaria**

Allevamenti suinicoli

Allevamenti di bovini

#### **Aspetti giuridici e quadro normativo**

Tutela delle acque e utilizzazione agronomica dei liquami

Depurazione dei liquami ed utilizzazione dei rifiuti

Inquinamento atmosferico

### **BIBLIOGRAFIA**

## Biomasse agroforestali

### Introduzione

Con il termine **biomassa** si indica, in campo energetico, la sostanza organica, di origine vegetale od animale, da cui è possibile ottenere energia attraverso processi di tipo **biochimico** (ad es. digestione anaerobica) o di tipo **termochimico** (ad es. combustione o gassificazione). Escludendo la parte organica dei rifiuti (solidi e liquidi) della vita urbana, la classificazione corrente delle biomasse si articola in 5 grandi gruppi:

- **Residui agricoli;**
- **Residui forestali;**
- **Residui zootecnici;**
- **Scarti delle industrie di trasformazione;**
- **Biomasse da colture energetiche (energy crops);**

La biomassa è quindi una risorsa **rinnovabile** a condizione che venga impiegata ad un tasso di utilizzo non superiore alle capacità di rinnovamento biologico, di contro è una risorsa quantitativamente **non illimitata** in quanto la disponibilità di ciascuna tipologia è limitata da vincoli fisici, ad esempio dalla superficie destinata alle singole produzioni vegetali o dal numero di capi di allevamento, oltre che da quelli climatici ed ambientali che condizionano ad esempio le rese produttive delle coltivazioni vegetali.

La trasformazione dei residui agricoli in energia, come in generale per tutte le biomasse ed i rifiuti di altri settori, si ottiene mediante vari processi che possono essere distinti in due tipologie fondamentali:

- **processi di tipo termochimico:**
- combustione;
- pirolisi;
- gassificazione;
- conversione a metanolo;
- carbonizzazione.
- **processi di tipo biochimico:**
- fermentazione o digestione anaerobica;
- fermentazione alcolica;
- digestione aerobica.

I primi sono basati sull'azione del calore per produrre reazioni chimiche adatte a fornire energia; si tratta di processi di tipo distruttivo che producono

energia o prodotti diversi, a secondo del procedimento adoperato: questi processi necessitano di materiali sufficientemente secchi e si sviluppano a temperature elevate. Nei secondi, la produzione di energia avviene mediante reazioni chimiche dovute alla presenza di enzimi, funghi e microrganismi: essi hanno la caratteristica di partire dalla biomassa umida, evitando costosi pretrattamenti.

In definitiva, per le conversioni di tipo termochimica, risultano idonei la legna ed i suoi derivati (segatura, trucioli, ecc.), i più comuni sottoprodotti colturali di tipo ligno-cellulosico (paglia di cereali, residui di patate, ecc.) e taluni scarti di lavorazione (lolla, pula, gusci, noccioli, sanse, vinacce, ecc.), caratterizzati da una ridotta pezzatura, una umidità compresa tra 15 e 40%, ed un basso tenore di cenere. Per le conversioni di tipo biochimico risultano invece idonee le colture acquatiche, alcuni sottoprodotti colturali (foglie e steli di barbabietola, patata, ortive, ecc.), i reflui zootecnici ed alcuni scarti di lavorazione (acque di vegetazione dei frantoi, ecc.), nonché la biomassa organica eterogenea immagazzinata nelle discariche controllate.

Dall'analisi dei processi di conversione potenzialmente utilizzabili per la valorizzazione energetica dei residui agricoli si osserva che, in relazione alla elasticità di funzionamento, i processi termochimici (specialmente combustione e gassificazione) sono operativamente più flessibili di quelli biochimici. I primi sono adatti ad un funzionamento discontinuo nel tempo (processi stagionali), mentre i secondi, richiedendo lunghi tempi di avviamento, sono raccomandabili laddove è possibile garantire la continuità di funzionamento degli impianti, perché è importante la continuità dell'approvvigionamento dei materiali da trattare. Inoltre, per quanto riguarda i prodotti della conversione energetica, quelli derivanti dai processi biochimici sicuramente presentano una maggiore elasticità di utilizzo.

Analogamente alle fonti tradizionali, anche per l'uso energetico delle biomasse si prospettano in linea di principio diverse soluzioni tecniche (**filiera di conversione energetica**), che si differenziano, sostanzialmente, per:

- caratteristiche della biomassa utilizzata;
- principi fisici applicati per la conversione energetica;
- potenze elettriche convenientemente realizzabili.

Le filiere attualmente più sviluppate in Italia, nello sfruttamento dei residui agricoli e agro-industriali a fini energetici, seguono gli analoghi indirizzi perseguiti a livello europeo. Esse sono sostanzialmente:

- la bioelettricità da biomasse residuali e da biomasse coltivate;
- combustione dei residui ligno-cellulosici per la produzione di energia termica;
- biocombustibili liquidi e biocarburanti (biodiesel da piante oleaginose e bioetanolo da piante amidacee o zuccherine quale additivo delle benzine).

L'aspetto che più differenzia i combustibili derivati da biomasse da quelli fossili sta nel fatto che i primi sono diffusi sul territorio e presentano basse masse volumiche (ad eccezione della legna in tronchi) e basse densità energetiche, mentre i secondi sono disponibili in poche zone di produzione ma sono molto più adatti (per stato fisico e contenuto energetico) ad essere trasportati. I problemi della raccolta e del trasporto possono condizionare anch'essi, ed in maniera pesante, la fattibilità economica di iniziative del settore della combustione dei residui agricoli. Si possono individuare, a questo scopo, tre raggi d'azione territoriali: il primo, strettamente aziendale (con distanze mediamente inferiori al km), il secondo, comprensoriale (con distanze non superiori a 10 km), il terzo, con sviluppo massimo a livello provinciale (extra-comprensoriale). A ciascuno di questi ambiti corrispondono necessariamente differenti modalità di pretrattamento dei residui in funzione della distanza di trasporto.

### **Disponibilità delle biomasse agroforestali**

La Regione Campania presenta una superficie territoriale di circa 1.359 kha (4,5% del territorio nazionale), della quale il 50,78 % è localizzato in collina, il 34,55% in montagna ed il 14,67% in pianura (zone altimetriche ISTAT). Dei 551 Comuni di cui è costituita la Regione al 1990, 316 sono situati in collina, 128 in montagna e 107 in pianura.

Su questo territorio insiste una superficie totale agraria<sup>1</sup> di circa 992 kha (73% della superficie territoriale); il restante 27% del territorio regionale è classificato come superficie improduttiva (fabbricati non rurali, strade, acque, ecc.).

La superficie totale agraria (Fig. 1) è a sua volta suddivisa in:

- a) superficie agricola utilizzata (SAU)<sup>2</sup> di circa 662,2 kha;
- b) pioppete di 1,3 kha;
- c) boschi di 245,6 kha;
- d) superficie agricola non utilizzata di 46,4 kha;
- e) altra superficie<sup>3</sup> di 36,5 kha.

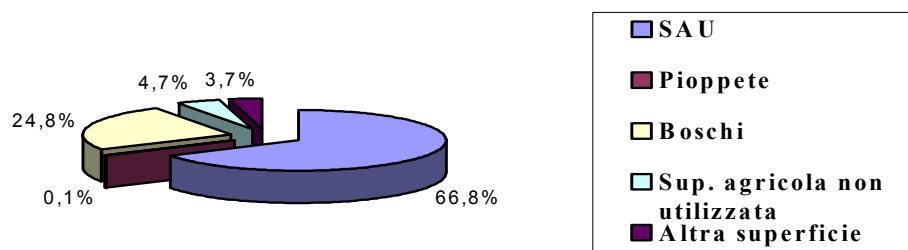
---

<sup>1</sup> Secondo la classificazione ISTAT è l'area complessiva dei terreni destinati a colture erbacee e/o legnose agrarie, inclusi i boschi, la superficie agricola non utilizzata, nonché l'area occupata da parchi e giardini, fabbricati, stagni, canali, ecc..

<sup>2</sup> Porzione della superficie totale agraria effettivamente utilizzata in coltivazioni propriamente agricole.

<sup>3</sup> E' costituita dalle aree occupate da fabbricati, cortili, strade poderali, fossi, canali, terreni sterili, ecc.

La SAU costituisce quindi circa il 66,8% della superficie totale agraria della Regione Campania, le pioppete lo 0,1%, i boschi il 24,8%, la superficie agricola non utilizzata il 4,7 % e l'altra superficie il 3,7%.



**Fig 1 – Regione Campania: ripartizione della superficie totale agraria.**

La ripartizione percentuale<sup>4</sup> della superficie totale agraria della Regione è allineata con quella media italiana, anche se a livello provinciale si registrano sensibili discostamenti dai valori medi regionali

Il numero di aziende agricole è di 274.862 unità<sup>5</sup> (9,1% del totale nazionale), con un valore medio della SAU per azienda di 3,6 ha, inferiore al valore medio italiano di 5 ha; la distribuzione delle aziende per classe di SAU mostra, rispetto a quella nazionale, una maggiore presenza di aziende di piccole dimensioni: il 90,7% delle aziende regionali non supera, infatti, i 5 ha di superficie agricola utilizzata, contro l'81,3% italiano.

La forma prevalente di gestione è rappresentata dalla conduzione diretta da parte del coltivatore (98,6%), mentre marginali sono le aziende gestite a conduzione con salariati ed a mezzadria.

Il titolo di possesso principale del terreno è la proprietà (81%); sono inoltre presenti significative forme miste di possesso (parte proprietà e parte affitto), mentre le forme di solo affitto risultano anch'esse non trascurabili.

La frammentazione dei terreni non risulta particolarmente accentuata: a livello regionale solo il 26,1% della SAU appartiene, infatti, ad aziende con più di 6 corpi<sup>6</sup> di terreno, mentre il 39,3% appartiene ad aziende con non più di due corpi di terreno; più articolata è la ripartizione a livello provinciale, in quanto Avellino e Benevento mostrano una frammentazione più accentuata della SAU rispetto alla media regionale, mentre Caserta e, soprattutto, Napoli si collocano significativamente al di sotto di essa.

<sup>4</sup> Fonte: ISTAT - 4° Censimento generale dell'agricoltura, 1990.

<sup>5</sup> Secondo i dati provvisori del V censimento sull'agricoltura del 2000 in Campania le aziende agricole sono 251.098 con una diminuzione rispetto al 1990 dell'8,6%.

<sup>6</sup> Porzione continua di terreno facente parte di un'unica azienda, non interrotto da fattori di discontinuità quali strade, corsi d'acqua, ecc.

Per completare infine il quadro relativo alle risorse forestali, sono riportate le principali colture agrarie della Regione nella tabella 1.

Famiglie di colture	Sottofamiglie
Cereali	frumento tenero e duro; orzo; avena; granturco
Piante da tubero	Patate
Colture orticole	cavolo; indivia; lattuga; finocchio; pomodoro; melone; melanzana; zucchine; cipolla; peperone; carciofo
Altre colture	Barbabietola da zucchero
Piante da semi oleose	Girasole
Vite	uva da vino
Olivo	
Fruttiferi	agrumi; pesco; melo; nocciolo

**Tabella 1 - Regione Campania: principali colture agrarie della Regione**

Da questi dati ed informazioni risulta quindi che la Regione Campania presenta una discreta vocazione agricola, con dimensioni medie aziendali inferiori rispetto alla media nazionale, ma con una ridotta frammentazione del terreno agricolo aziendale.

Questa ridotta parcellizzazione del terreno agricolo può quindi costituire, in linea di principio, una condizione favorevole alla utilizzazione dei residui agricoli per finalità energetiche, in quanto la concentrazione dei punti di raccolta della biomassa agevola l'incidenza delle operazioni di carico, favorendo l'utilizzazione di mezzi di trasporto di grande capacità ed eventuali forme organizzative da parte di terzi.

Inoltre, il tipo di conduzione prevalentemente familiare, può consentire il contenimento del valore intrinseco da attribuire ai residui e dei costi di raccolta, se effettuata direttamente dai conduttori delle aziende.

La valutazione della disponibilità di biomasse vegetali è stata effettuata dall'ENEA esclusivamente sulla base di dati statistici e parametri di calcolo medi a livello provinciale (unità territoriale minima per la quale sono disponibili tutti i dati statistici necessari); ciò ha consentito di stimare le quantità di quelle tipologie di biomasse ritenute effettivamente utilizzabili, per quantitativi e costi di raccolta (o acquisto) e trasporto non elevati, ai fini di un loro impiego nel settore energetico: tale stima è stata definita "**caso reale**".

### *Sottoprodotti agricoli*

Tra le colture agrarie presenti nella Regione, sono state individuate le colture di interesse energetico della Regione Campania, ossia quelle idonee per conversioni di tipo termochimico, e sono state inoltre selezionate solo quelle colture energetiche con superfici provinciali in produzione tali da risultare convenienti sia dal punto di vista tecnico che economico (area maggiore di 500 ha); la Tab. 2.15 riporta le colture agrarie selezionate con i relativi sottoprodotti idonei ai fini energetici.

Coltura	Sottoprodotto principale SP1	Sottoprodotto secondario SP2
Cereali		
Frumento tenero e duro	Paglia	-
Orzo	Paglia	-
Avena	Paglia	-
mais da granella	Stocchi	-
vite da vino	residui di potatura	legna da espianto
Olivo	residui di potatura	-
Fruttiferi		
Agrumi	residui di potatura	legna da espianto
Pesco	residui di potatura	legna da espianto
Melo	residui di potatura	legna da espianto
Pero	residui di potatura	legna da espianto

Fonte: elaborazione ENEA

**Tabella 2 - Colture agrarie di interesse energetico e tipologie di sottoprodotti**

Individuate le colture agrarie utilizzabili a fini energetici (e valutate le corrispondenti produzioni annue dei prodotti principali), la metodologia sviluppata dall'ENEA ha consentito di ottenere i quantitativi dei sottoprodotti principali e secondari (biomasse agrarie), in termini di sostanza secca con dati disaggregati per provincia, come riportato nelle tabelle seguenti (tabelle 3 –7).



CARATTERISTICHE		FRUM.	FRUM.	ORZO	AVENA	RISO	MAIS.	VITE	OLIVO	AGRUMI	PESCO	MELO	PERO	MAND.	NOCC.
		TENERO	DURO				GRAN.	(vino)						(*)	(*)
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Drupe	Falsi frutti	Falsi frutti	Drupe	Nocule
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	14350	34150	4980	7000	0	5390	0	0	0	0	0	0		
Produzione raccolta	t/anno	37666	83377	16270	20676	0	30805	0	0	0	0	0	0		
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,20	0,10	0,10	1,90	1,90
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	75	85	100	40	40
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	15	20	20	20	20
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	40	40	40	40	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90
(*) Dati non disponibili per il 1996															
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	6,63	14,88	3,32	3,69	0,00	9,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Totale per coltura	"	6,63	14,88	3,32	3,69	0,00	9,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
PROVINCIA	kha	65,87						0,00							
	kt/anno ss	37,53						0,00							
(1) $0.113 + 2.000 \cdot \text{Superficie in produzione/Produzione raccolta}$															
(2) $0.428 + 1.452 \cdot \text{Superficie in produzione/Produzione raccolta}$															

**Tabella 3 – Avellino: sottoprodotti culturali (erbacee ed arboree) nel caso reale**

CARATTERISTICHE		FRUM.	FRUM.	ORZO	AVENA	RISO	MAIS.	VITE	OLIVO	AGRUMI	PESCO	MELO	PERO	MAND.	NOCC
		TENERO	DURO				GRAN.	(vino)						(*)	(*)
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Drupe	Falsi frutti	Falsi frutti	Drupe	Nocul e
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	10800	22750	4620	1015	0	6800	0	0	0	0	0	0		
Produzione raccolta	t/anno	38880	60674	18585	2709	0	32361	0	0	0	0	0	0		
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,20	0,10	0,10	1,90	1,90
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	75	85	100	40	40
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	15	20	20	20	20
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	40	40	40	40	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90
(*) Dati non disponibili per il 1996															
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	6,84	10,83	3,79	0,48	0,00	9,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Totale per coltura	"	6,84	10,83	3,79	0,48	0,00	9,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
PROVINCIA	kha	45,99						0,00							
	kt/anno ss	31,41						0,00							
(1)	0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta														
(2)	0.428 + 1.452 · Superficie in produzione/Produzione raccolta														

**Tabella 4 – Benevento: sottoprodotti culturali (erbacee ed arboree) nel caso reale**

CARATTERISTICHE		FRUM.	FRUM.	ORZO	AVENA	RISO	MAIS.	VITE	OLIVO	AGRUMI	PESCO	MELO	PERO	MAND.	NOCC.
		TENERO	DURO				GRAN.	(vino)						(*)	(*)
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Drupe	Falsi frutti	Falsi frutti	Drupe	Nocule
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	6880	9900	1290	1650	0	7820	0	0	0	0	0	0		
Produzione raccolta	t/anno	18995	31739	4110	4420	0	71605	0	0	0	0	0	0		
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,20	0,10	0,10	1,90	1,90
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	75	85	100	40	40
Frequenza S2	Anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	15	20	20	20	20
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	40	40	40	40	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90
(*) Dati non disponibili per il 1996															
Disponibilità Sottoprodotto 1	Kt/anno	3,34	5,67	0,84	0,79	0,00	20,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Totale per coltura	"	3,34	5,67	0,84	0,79	0,00	20,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
PROVINCIA	Kha	27,54						0,00							
	kt/anno	31,58						0,00							
(1) $0.113 + 2.000 \cdot \text{Superficie in produzione/Produzione raccolta}$															
(2) $0.428 + 1.452 \cdot \text{Superficie in produzione/Produzione raccolta}$															

**Tabella 5 – Caserta: sottoprodotti culturali (erbacee ed arboree) nel caso reale**

CARATTERISTICHE		FRUM.	FRUM.	ORZO	AVENA	RISO	MAIS.	VITE	OLIVO	AGRUMI	PESCO	MELO	PERO	MAND.	NOCC.
		TENERO	DURO				GRAN.	(vino)						(*)	(*)
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Drupe	Falsi frutti	Falsi frutti	Drupe	Nocule
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	0	0	0	0	0	3119	0	0	0	0	0	0		
Produzione raccolta	t/anno	0	0	0	0	0	23543	0	0	0	0	0	0		
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,20	0,10	0,10	1,90	1,90
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	75	85	100	40	40
Frequenza S2	anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	15	20	20	20	20
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	40	40	40	40	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90
(*) Dati non disponibili per il 1996															
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Totale per coltura	"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
PROVINCIA	kha	3,12						0,00							
	kt/anno ss	6,89						0,00							
(1)	$0.113 + 2.000 \cdot \text{Superficie in produzione/Produzione raccolta}$														
(2)	$0.428 + 1.452 \cdot \text{Superficie in produzione/Produzione raccolta}$														

**Tabella 6 – Napoli: sottoprodotti colturali (erbacee ed arboree) nel caso reale**

CARATTERISTICHE		FRUM.	FRUM.	ORZO	AVENA	RISO	MAIS.	VITE	OLIVO	AGRUMI	PESCO	MELO	PERO	MAND.	NOCC.
		TENERO	DURO				GRAN.	(vino)						(*)	(*)
Prodotto		Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Cariossidi	Bacche	Drupe	Esperidi	Drupe	Falsi frutti	Falsi frutti	Drupe	Nocule
Sottoprodotto 1 (S1)		Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Paglia	Stocchi	Sarmenti	Frasca	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.	Rami pot.
Sottoprodotto 2 (S2)		Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna	Legna
Superficie in produzione	ha	9120	7640	2000	2330	0	3980	0	0	0	0	0	0		
Produzione raccolta	t/anno	21249	16185	4010	4567	0	22399	0	0	0	0	0	0		
Sottoprodotto 1/Prodotto		0,69	0,70	0,80	0,70	0,67	1,30	(1)	(2)	0,40	0,20	0,10	0,10	1,90	1,90
Umidità S1	%	15	15	15	15	25	55	50	50	40	40	40	40	40	40
Uso attuale S1	%	70	70	70	70	15	50	5	10	5	5	5	5	5	5
Produzione S2	t/ha	-	-	-	-	-	-	20	-	45	75	85	100	40	40
Frequenza S2	Anni	-	-	-	-	-	-	25	-	50	15	20	20	20	20
Umidità S2	%	-	-	-	-	-	-	40	40	35	40	40	40	40	40
Uso attuale S2	%	-	-	-	-	-	-	90	90	90	90	90	90	90	90
(*) Dati non disponibili per il 1996															
Disponibilità Sottoprodotto 1	kt/anno ss	3,74	2,89	0,82	0,82	0,00	6,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Disponibilità Sottoprodotto 2	"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Totale per coltura	"	3,74	2,89	0,82	0,82	0,00	6,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
PROVINCIA	kha	25,07						0,00							
	kt/anno ss	14,81						0,00							
(1)	0.113 + 2.000 · Superficie in produzione/Produzione raccolta														
(2)	0.428 + 1.452 · Superficie in produzione/Produzione raccolta														

**Tabella 7 – Salerno: sottoprodotti culturali (erbacee ed arboree) nel caso reale**

### *Sottoprodotti forestali.*

La valutazione della quantità di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici (kt/anno di s.s.), al netto di quella già impiegata a questo fine e per altre utilizzazioni, è stata effettuata sulla base dei dati relativi alla:

- superficie forestale ed alla superficie tagliata annualmente per ogni forma di governo (fustaie, cedui semplici, cedui composti);
- produzione legnosa forestale e sua destinazione d'uso.

La valutazione dei quantitativi di biomassa forestale tiene conto che, nella situazione attuale, la legna tagliata è già tutta utilizzata per usi diversi (ATTUALE) e quindi non disponibile per applicazioni energetiche come quelle previste nel presente studio; a tal fine la metodologia sviluppata dall'ENEA consente di valutare la legna che potrebbe essere prodotta ed utilizzata a fini energetici diversi dagli attuali, prevedendo una diversa gestione del patrimonio forestale a parità di superficie boscata.

In tale ipotesi (SVILUPPO ENERGETICO), ed escludendo cautelativamente la legna derivante dalla raccolta dei sottoprodotti forestali, si sono ottenute le disponibilità per ogni provincia, come riportato nella tabella 8.

<b>Avellino</b>	m <sup>3</sup> /anno	ATTUALE - 57755	SVILUPPO ENERG. - 127077
<b>Benevento</b>	m <sup>3</sup> /anno	ATTUALE - 28936	SVILUPPO ENERG. - 64922
<b>Caserta</b>	m <sup>3</sup> /anno	ATTUALE - 45467	SVILUPPO ENERG. - 112528
<b>Napoli</b>	m <sup>3</sup> /anno	ATTUALE - 0	SVILUPPO ENERG. - 35199
<b>Salerno</b>	m <sup>3</sup> /anno	ATTUALE - 114360	SVILUPPO ENERG. - 282452

**Tabella 8 – Valutazione dei quantitativi di biomassa forestale nelle ipotesi adottate (ATTUALE e SVILUPPO ENERGETICO)**

### *Scarti agro-industriali.*

Nella Regione Campania risultano presenti consistenti quantitativi di scarti agro-industriali, in particolare di vinacce e di sanse esauste, ma la determinazione della loro potenzialità risulta, dai dati disponibili troppo aleatoria. Per quanto riguarda le altre tipologie di prodotti agro-industriali, queste si possono ritenere fin d'ora di limitato interesse per le finalità della nostra applicazione.

### ***Analisi tecnico-economica, emissioni evitate e risparmio di energia primaria***

L'analisi tecnico economica dell'impiego delle biomasse di origine forestale viene condotta considerando che, nel quadro attuale delle possibili tecnologie di impiego di tale fonte rinnovabile, quelle che meglio si prestano ad un utilizzo nella regione riguardano le grandi centrali di produzione di energia e l'impiego nel settore del riscaldamento ambientale.

### ***Centrali termoelettriche***

Attraverso l'applicazione della metodologia utilizzata dall'ENEA<sup>7</sup> per la determinazione del potenziale reale di biomassa disponibile, si ricava che, prendendo in considerazione i soli sottoprodotti erbacei per ragioni tecniche ed economiche, solo nelle province di Avellino e Caserta è possibile realizzare impianti di cogenerazione mentre, nelle province di Benevento, Napoli e Salerno, la biomassa presente sulla superficie territoriale non è sufficiente a garantire da sola la redditività di un impianto di almeno 4 MW<sub>e</sub> (limite di tipo fisico).

I risultati sono riassunti, per le provincie considerate, nelle tabelle successive 9 e 10.

Raggio territoriale dominato		44,0	km
Super. territoriale dominata		6085	km <sup>2</sup>
<b>Potenza elettrica</b>		<b>13</b>	<b>MW e</b>
<b>Potenza termica</b>		<b>36</b>	<b>MW t</b>
		<b>31</b>	<b>Gcal/h</b>
Investimento specifico		5,6	ML/kW
Investimento totale		73	GL
	Potenza impianto		
	Elettrica	Termica	
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)
OTTIMALE	13	36	31
MINIMALE	5	14	12
MASSIMALE	40	112	96

**Tabella 9 – Avellino: soluzioni e investimenti economicamente consentiti**

<sup>7</sup> Con l'analisi territoriale viene stabilito, sulla base di criteri strettamente economici, se sussistano le condizioni tecnico-economiche per realizzare almeno un impianto di conversione energetica che utilizzi come combustibile le biomasse disponibili nell'area di indagine, supponendo costante su tutto il territorio la densità media della biomassa calcolata. In caso affermativo vengono determinate le sue caratteristiche (potenza elettrica, potenza termica, investimento specifico e totale) ed il numero di unità realizzabili sul territorio provinciale (impianto definito "ottimale").

In aggiunta vengono anche determinate le caratteristiche ed il numero di unità realizzabili di due impianti alternativi a quello ottimale, con potenza elettrica rispettivamente inferiore e superiore a quest'ultimo, che soddisfano anch'essi ai criteri di redditività dell'ipotetico investimento. In tal modo la metodologia fornisce un set di soluzioni impiantistiche economicamente vantaggiose che possono essere utilizzate per meglio orientare le scelte sul mercato.

Raggio territoriale dominato		45,8	km
Super. Territoriale dominata		6576	km <sup>2</sup>
<b>Potenza elettrica</b>		<b>12</b>	<b>MW e</b>
<b>Potenza termica</b>		<b>34</b>	<b>MW t</b>
		<b>30</b>	<b>Gcal/h</b>
Investimento specifico		5,6	ML/kW
Investimento totale		67	GL
	Potenza impianto		
	Elettrica	Termica	
	(MW e)	(MW t)	(Gcal/h)
OTTIMALE	12	34	30
MINIMALE	5	13	11
MASSIMALE	37	105	90

**Tabella 10 – Caserta: soluzioni e investimenti economicamente consentiti**

Si tenga tuttavia presente che questa valutazione risulta dall'elaborazione effettuata considerando il prezzo dell'energia elettrica ceduta remunerata al valore del Provvedimento CIP 6/92 pari a 270 Lit./kWh<sub>e</sub>, ed il prezzo di vendita dell'energia termica pari al valore di 20 Lit./kWh<sub>t</sub>.

In termini economici, l'investimento complessivo necessario per la realizzazione dell'impianto di cogenerazione è pari a 67 miliardi di lire per Caserta e 72 per Avellino.

L'applicazione della metodologia utilizzata basata, come nella presente analisi, esclusivamente sull'elaborazione di dati statistici e parametri medi di calcolo, non consente tuttavia l'individuazione delle specifiche aree provinciali, od interprovinciali, che presentano densità di biomassa significative per applicazioni di carattere energetico.

La localizzazione degli impianti di conversione energetica, che è genericamente individuabile nel baricentro del comprensorio con la maggiore disponibilità di residui, deve perciò scaturire da indagini dirette sul territorio che consentano di minimizzare i costi relativi all'acquisto (od alla raccolta), al trasporto ed allo stoccaggio degli ingenti quantitativi di biomasse necessari ed, allo stesso tempo, di individuare gli utenti potenziali dell'energia elettrica e termica prodotta da questi impianti.

### **Emissioni evitate**

La biomassa è ampiamente disponibile ovunque e rappresenta una risorsa locale, pulita e rinnovabile. L'utilizzazione delle biomasse per fini energetici non contribuisce all'effetto serra, poiché la quantità di anidride carbonica rilasciata durante la decomposizione, sia che essa avvenga naturalmente, sia per effetto della conversione energetica, è equivalente a quella assorbita durante la crescita della biomassa stessa; non



vi è, quindi, alcun contributo netto all'aumento del livello di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. In tale ottica l'aumento della quota di energia prodotta mediante l'uso delle biomasse può contribuire alla riduzione della CO<sub>2</sub> emessa in atmosfera

Si può quantificare per la Regione Campania la possibilità di evitare la produzione di emissioni inquinanti tramite l'utilizzo delle biomasse per la produzione di energia elettrica sulla base delle potenzialità reali descritte precedentemente.

Si assume che l'utilizzo di un kWh prodotto con le biomasse, cioè non prodotto da centrale termoelettrica convenzionale, determini un risparmio in termini di energia primaria pari a 2.200 kcal (9.21 MJ)<sup>(8)</sup> primarie/kWh<sub>e</sub> corrispondenti ad un rendimento di centrale di riferimento di 0,391, e nel contempo si evitino anche le emissioni di:

- CO<sub>2</sub>            0,70 kg/kWh<sub>e</sub><sup>9</sup>
- NO<sub>x</sub>            0,6 g/kWh<sub>e</sub><sup>10</sup>
- SO<sub>x</sub>            1,0 g/kWh<sub>e</sub>
- Polveri        0,10 g/kWh<sub>e</sub>

Si ipotizza inoltre che le centrali realizzabili abbiano le caratteristiche riportate nella successiva tabella 11.

IMPIANTO:		
- funzionamento annuo	7.000	h/anno
- vita utile	8	anni
- rendimento elettrico	0,22	-
- rendimento termico	0,624	-
- fattore utilizzazione energia termica	0,5	-

**Tabella 11 – Caratteristiche degli impianti di produzione di energia elettrica con biomasse.**

I risultati dell'analisi, con riferimento al solo caso reale ed alle due uniche provincie (Avellino e Caserta) in cui è risultata conveniente l'installazione di una centrale termoelettrica, sono sintetizzate nelle tabelle 12 – 14.

<sup>8</sup> Fonte ENEA.

<sup>9</sup> Riportato nel recente "Libro Bianco per la valorizzazione delle fonti rinnovabili" elaborato dall'ENEA.

<sup>10</sup> Stime ENEL per NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, Polveri.

<b>Potenziale reale</b>	Potenza installata Totale (MWe)	Energia elettrica prodotta annualmente (MWh/anno)	CO <sub>2</sub> (t/anno)	NO <sub>x</sub> (kg/anno)	SO <sub>x</sub> (kg/anno)	Polveri (kg/anno)
OTTIMALE	25	175.000	122.500	105.000	175.000	17.500
MINIMALE	10	70.000	49.000	42.000	70.000	7.000
MASSIMALE	77	539.000	377.300	323.400	539.000	53.900

**Tabella 12 – Emissioni evitate**

<b>Potenziale reale</b>	Potenza installata Totale (MWe)	Energia elettrica prodotta annualmente (MWh/anno)	Energia primaria risparmiata (kcal/anno)	Energia primaria risparmiata (MJ/anno)
OTTIMALE	25	175.000	385.000.000.000	1.611.750.000
MINIMALE	10	70.000	154.000.000.000	644.700.000
MASSIMALE	77	539.000	1.185.800.000.000	4.964.190.000

**Tabella 13 – Energia primaria risparmiata**

Poiché i sistemi proposti producono anche energia termica (cogenerazione), si suppone che questa energia termica, utilizzabile per il riscaldamento ambientale, per la produzione di acqua calda sanitaria o per processo, non sia prodotta da una caldaia a gas (metano) di rendimento pari a 0,8. Si evitano quindi, in questa ipotesi, 0,24 kg di CO<sub>2</sub> /kWh<sub>t</sub> risparmiato e 0,23 NO<sub>x</sub> / kWh<sub>t</sub> risparmiato e si può inoltre considerare nulla l'emissione per le polveri e SO<sub>x</sub>, in quanto la combustione del metano non ne produce quantità significative.

I risultati in termini totali, considerando sia l'energia elettrica prodotta da biomasse che quella termica risparmiata con l'impiego della cogenerazione, sono riportati nella successiva tabella 14.

	Emissioni evitate di CO <sub>2</sub> tot (t/anno)	Energia primaria risparmiata totale (kcal/anno)	Energia primaria risparmiata totale (MJ/anno)
<b>Potenziale reale</b>			
OTTIMALE	240.100	1.195.964.000.000	5.006.050.000
MINIMALE	94.360	467.698.000.000	1.957.690.000
MASSIMALE	741.860	3.702.930.000.000	15.499.680.000

**Tabella 14 – Totale emissioni evitate di CO<sub>2</sub> e di energia primaria risparmiata**

### Riscaldamento ambientale

Si è anche effettuata una valutazione tecnico-economica della possibilità di utilizzare in Campania la legna<sup>11</sup> per la produzione di energia termica per il riscaldamento ambientale. Si considera il caso teorico in cui, per la valutazione dei quantitativi di biomassa forestale, si tiene conto della valutazione della legna che potrebbe essere prodotta ed utilizzata a fini energetici diversi dagli attuali prevedendo una diversa gestione del patrimonio forestale, a parità di superficie boscata (ipotesi che nelle tabelle precedenti è stata indicata come *sviluppo energetico*).

Si è ipotizzato per lo sminuzzato di legna un potere calorifero inferiore di 3.500 kcal/kg (4,06 kWh/kg), ed un rendimento di conversione per la produzione di energia termica di 0,70; i risultati sono riferiti a due possibili utilizzi alternativi:

- fabbisogno annuo di 30.000 kWh<sub>t</sub>: utenze isolate; oppure,
- fabbisogno annuo di 300.000 kWh<sub>t</sub>: agglomerati di utenze (edifici multifamiliari, scuole, ecc.).

Nel caso delle singole utenze si considera una variazione di investimento, per ogni impianto, pari a 5 milioni di lire (2.582,28 €), mentre nel caso degli agglomerati di utenze la variazione di investimento, sempre per ogni impianto, è supposta pari a 40 milioni di lire (20.658,28 €).

I risultati dell'analisi, con riferimento all'intera regione, sono riportati nella successiva tabella 15.

	Produzione annua di legna (tal quale) (m <sup>3</sup> /anno)	Produzione annua di legna (sostanza secca) (t/anno)
Legna da energia aggiuntiva <sup>12</sup>	375.660	135.238
Potenziale energetico (PCI = 3.500 kcal/kg) MWh/anno	549.064	
Produzione di energia termica (eta = 0,70) MWh <sub>t</sub>	384.345	
Numero degli impianti di riscaldamento alimentati con lo sminuzzato di legna potenzialmente installabili.	Utenze isolate	Agglomerati di utenze
	12.811	1.281
Investimento da sostenere - miliardi di lire milioni di euro	64,06	51,24
	33,08	24,46

**Tabella 15 – Campania: valutazione energetica ed economica dell'impiego della legna per il riscaldamento ambientale**

<sup>11</sup> Ci si riferisce alla legna ottenibile da fustaie, cedui semplici e cedui composti.

<sup>12</sup> Si ipotizza che per ogni m<sup>3</sup> di tal quale si abbia un contenuto di umidità pari al 40%.  
no 0,9 tonnellate di materiale per il quale al fine di avere la sostanza secca (ss), si consideri un

Da un'analisi territoriale particolareggiata si evince che la provincia campana che mostra una maggiore possibilità di utilizzo di questa fonte energetica è quella di Salerno, seguita da quella di Avellino e Caserta che presentano più o meno la stessa potenzialità; quest'ultima risulta pari a circa il 50% di quella valutata nel caso della provincia di Salerno.

### ***Emissioni evitate***

Si ipotizza che gli impianti tradizionali sostituiti da quelli che utilizzano la biomassa forestale siano alimentati dai combustibili tradizionali quali gasolio e gas metano, le cui caratteristiche, insieme a quelle degli impianti, sono riportate nella tabella 16.

<b>Combustibile</b>	<b>Gasolio</b>	<b>Gas metano</b>
PCI	10.033 kcal/litro	8.500 kcal/Sm <sup>3</sup>
Rendimento	0,75	0,85
<b>Emissioni inquinanti</b>		
CO <sub>2</sub>	2,64 kg/l	1,90 kg/Sm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	2,14 g/l	1,80 g/Sm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	3,57 g/l	-
polveri	0,24 g/l	-

**Tabella 16 – Caratteristiche dei combustibili fossili (gasolio e gas metano) e degli impianti tradizionali.**

Infine nelle tabelle 17 e 18 è riportata la valutazione delle emissioni evitate per la regione Campania e l'incidenza delle emissioni evitate di CO<sub>2</sub> sul totale delle emissioni stimate per il settore civile per gli anni 2002, 2006, 2008-2012 in funzione del combustibile tradizionale sostituito.

<b>Combustibile</b>	<b>Gasolio</b>	<b>Gas metano</b>
Richiesta annua di comb.	44.320.258 l/anno	45.858.979 Sm <sup>3</sup> /anno
Energia primaria richiesta Mcal/anno	444.665.149	389.801.322
Energia primaria richiesta MJ/anno	1.861.812.979	1.632.098.135
CO <sub>2</sub> (t/anno)	117.005	87.132
NO <sub>x</sub> (kg/anno)	94.845	82.546
SO <sub>2</sub> (kg/anno)	158.223	-
Polveri (kg/anno)	10.637	-

**Tabella 17 – Valutazione della richiesta annua di combustibile, dell'energia primaria, e delle emissioni evitate di CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, polveri.**

	2002	2006	2008-2012
Emissioni di CO <sub>2</sub> nel settore civile (tonnellate)	2.842.000	3.102.000	3.400.000
Incidenza % sul totale delle emissioni di CO <sub>2</sub>			
Gasolio	4,12	3,77	3,44
Gas metano	3,07	2,81	2,56

**Tabella 18 - Incidenza % delle emissioni evitate di CO<sub>2</sub> sulle emissioni del settore civile grazie all'uso delle biomasse per il riscaldamento ambientale per gli anni 2002, 2006, 2008-2012**

## Biomasse zootecniche

### Introduzione

La digestione anaerobica rappresenta il mezzo più idoneo per demolire la sostanza organica di prodotti ad elevato contenuto di umidità (>85%) quali sono i reflui zootecnici.

Si tratta di un processo biologico complesso per mezzo del quale in assenza di ossigeno, la sostanza organica contenuta nei sottoprodotti di origine animale viene trasformata in **biogas o gas biologico** sotto l'azione di diversi gruppi microbici. Il biogas è una miscela di metano ed anidride carbonica in cui la percentuale di metano varia a seconda del tipo di sostanza organica digerita e delle condizioni di processo, da un minimo del 50% ad un massimo dell'80%. Il suo potere calorifero medio è di 21.000 kJ/m<sup>3</sup>.

Il processo di digestione anaerobica si sviluppa nel **digestore anaerobico** in tre stadi principali:

- idrolisi, si ha la rottura dei polimeri e dei lipidi presenti;
- acidificazione, si ha la formazione di acidi volatili, anidride carbonica ed idrogeno;
- metanizzazione dei prodotti derivanti dal secondo stadio.

La massima quantità di biogas che può essere ottenuta dalla degradazione della sostanza organica contenuta nei reflui zootecnici è legata a numerosi fattori che influenzano il processo (temperatura, pH, solidi totali e volatili, tossicità, ecc.), alla tipologia impiantistica ed al tempo di ritenzione idraulica ovvero al periodo di permanenza effettiva del materiale fermentescibile nel digestore

Il parametro assunto per valutare la produzione di biogas è la **domanda chimica di ossigeno (COD)** che rappresenta la quantità di ossigeno richiesta per ossidare a caldo per due ore la maggior parte della sostanza organica presente in un

campione di refluo. Nella tabella 19 sono riportate le caratteristiche delle deiezioni delle specie animali più frequentemente presenti nella Regione Campania; i valori sono riferiti a 100 kg di peso vivo allevato.

Specie	Deiezioni (kg/100 kg pv giorno)	Solidi totali ( %Deiezioni)	Solidi volatili ( % ST)	COD ( %ST)
bovini e bufalini	7,93	11,9	83,7	91,6
suini	5,75	8,9	77,5	92,5
ovini-caprini	4,00	25,0	85,0	118,0
avicoli	6,20	25,2	70,0	90,0

**Tabella 19 – Caratteristiche delle deiezioni animali riferite a 100 kg di peso vivo.**

La produzione reale di biogas deve tenere conto di diversi fattori di perdita. che riguardano:

- le perdite (circa il 10%) al pozzetto centrale di raccolta dei reflui a causa dei ristagni nelle fognature;
- le perdite (circa il 10-15%) dovute al pretrattamento dei liquami necessario per rimuovere i solidi più grossolani che possono provocare problemi di croste superficiali dei digestori;
- le perdite (tra il 20 ed il 40%) dovute alla effettiva biodegradabilità dei liquami, ovvero alla proprietà delle sostanze organiche ed inorganiche per la quale esse possono essere completamente demolite dai microrganismi;
- le perdite (circa il 10-20%), dovute ai rendimenti propri dei digestori.

Pertanto nella valutazione delle potenzialità energetiche reali annue dei residui zootecnici prodotti in Campania si è ritenuto di poter assumere un rendimento medio dell'intero processo di produzione in biogas dei reflui pari al 48% ovvero che per ogni kg di COD distrutto si producono realmente circa  $0,54^{13} \cdot 0,48 = 0,26 \text{ Nm}^3$  di biogas: questo rappresenta il **potenziale** ottenibile.

I digestori sono comunemente divisi in due grandi gruppi in base al sistema di alimentazione che può essere di tipo discontinuo o continuo. Il primo sistema viene adottato nel caso di deiezioni provenienti da stalle in cui si fa uso di lettiera; nel secondo caso, esiste un ricambio graduale e periodico del materiale con una produzione continua di biogas.

I principali sistemi per realizzare la digestione anaerobica sono:

- digestione in bacini non miscelati e dotati di copertura galleggiante;
- digestione semplificata per frazione solida flottata o sedimentata;

<sup>13</sup> Si ipotizza che la quantità di biogas ricavabile da ogni kg di COD distrutto sia di  $0,54 \text{ Nm}^3$  nelle condizioni standard di temperatura pari a 0 °C e pressione di 1 atmosfera assoluta.

- digestione in mesofilia completamente miscelata e termostata.

Per il primo caso negli ultimi anni si è andata affermando una nuova generazione di impianti assai semplici costituiti da una copertura in materiale plastomerico o elastomerico che viene sovrapposta a vasche di stoccaggio dei liquami. La copertura ha la funzione di raccogliere il gas biologico e di contenere gli odori. Questa tipologia di impianto trova la sua migliore applicazione per gli allevamenti associati a caseifici caratterizzati da grandi consumi di energia termica necessaria per la caseificazione.

Il secondo sistema è proposto di solito come sistema di trattamento della frazione solida flottata e dei fanghi di supero derivanti dal trattamento di depurazione dei liquami. Il reattore è basato su un sistema plug-flow (flusso a pistone) orizzontale: il progetto inizialmente utilizzato per i liquami di bovini è stato esteso alla sua utilizzazione per i liquami di suini. I reattori plug-flow trovano applicazione nei casi in cui vi sia un alto contenuto di solidi come nel caso delle deiezioni bovine ed avicole.

Il terzo sistema presenta un digestore più complesso dei precedenti ed è caratterizzato da costi più elevati. Tale tipologia impiantistica può essere utilizzata nell'ambito della depurazione dei liquami di grossi allevamenti, per la stabilizzazione dei fanghi primari e secondari o per la stabilizzazione dei liquami di impianti di grandi consorzi che prevedano l'impiego degli effluenti per uso irriguo e fertilizzante.

La possibilità di disporre di biogas, consente di ipotizzare delle soluzioni impiantistiche che, con l'uso di sistemi di cogenerazione, sono in grado di conseguire dei notevoli risparmi di energia primaria a fronte di una contemporanea disponibilità di energia elettrica e termica. Le dimensioni medie degli allevamenti zootecnici, ovvero considerando i consumi e la disponibilità di combustibile, raramente consentono di installare potenze elettriche superiori a 80-100 kW; pertanto, si considera il solo ciclo Otto escludendo il ciclo Diesel in quanto per consentire l'impiego di biogas dovrebbero essere realizzate versioni "dual fuel" non facilmente disponibili sul mercato. Pertanto, i cogeneratori per uso in aziende zootecniche sono caratterizzati da una taglia ridotta e devono essere particolarmente idonei alle caratteristiche chimico-fisiche del biogas.

### **Potenzialità delle biomasse zootecniche**

A partire dalla stima del patrimonio zootecnico (bovini-bufalini, suini, ovini-caprini ed avicoli) della Campania basato sui dati di fonte ISTAT relativi all'anno 1997, si è calcolato il potenziale energetico teorico ottenibile dai residui zootecnici; si è ipotizzato che la quantità di biogas ricavabile da ogni kg di COD distrutto sia di 0,54 Nm<sup>3</sup> nelle condizioni standard di temperatura pari a 0 °C e pressione di 1 atmosfera assoluta.

Nelle successive tabelle 20 – 23 si riportano le potenzialità energetiche suddivise per ogni comparto (bovino-bufalino, suino, ovino-caprino, avicolo) e per ogni provincia; non è stato possibile desumere dati disaggregati per provincia per il comparto avicolo.

Si nota dalla tabella 23 che, alla producibilità teorica di biogas nella regione Campania, pari a 370.393.193 Nm<sup>3</sup>/anno, contribuiscono in maniera sostanziale i reflui bovini-bufalini con 282.905.326 Nm<sup>3</sup>/anno (76,4%), seguiti dai reflui ovini-caprini 40.061.561 Nm<sup>3</sup>/anno (10,8%). Le province che mostrano le maggior possibilità di produzione di biogas da reflui bovini-bufalini sono quelle di Salerno e Napoli con un valore di 173.703.870 Nm<sup>3</sup> e pari al 61,4% del totale. Anche la producibilità teorica di biogas dai reflui bovini-bufalini nella provincia di Caserta risulta non trascurabile con 58.561.404 Nm<sup>3</sup> corrispondenti al 20,7% del totale.

Per quanto riguarda la producibilità di biogas da reflui ovini-caprini, le province di Napoli e Salerno mostrano le migliori potenzialità in quanto forniscono 26.120.134 Nm<sup>3</sup> di biogas secondo la producibilità teorica (65,2%), a cui fa seguito la provincia di Avellino con 6.489.978 Nm<sup>3</sup> di biogas che rappresentano il 16% della producibilità teorica totale regionale.

Sulla base dei dati illustrati in precedenza, si conclude che esistono possibilità non trascurabili di ottenere biogas dai reflui zootecnici con un particolare riguardo per quelli bovini-bufalini ed ovini-caprini.



Provincia	Produzione di letame			Producibilità di biogas		Potenziale energetico	
	Deiezioni (q/anno)	Solidi totali (q/anno)	COD (q/anno)	teorica (Nm3/anno)	reale (Nm3/anno)	teorico (MJ/anno)	reale (MJ/anno)
Avellino	4.311.192	513.032	469.937	25.376.607	12.218.366	532.908.754	256.585.696
Benevento	4.291.967	510.744	467.842	25.263.445	12.163.881	530.532.341	255.441.498
Caserta	9.948.905	1.183.920	1.084.470	58.561.404	28.196.231	1.229.789.480	592.120.861
Napoli	14.610.952	1.738.703	1.592.652	86.003.219	41.408.958	1.806.067.608	869.588.108
Salerno	14.899.326	1.773.020	1.624.086	87.700.651	42.226.239	1.841.713.673	886.751.028
Campania	48.062.342	5.719.419	5.238.988	282.905.326	136.213.676	5.941.011.856	2.860.487.190

**Tabella 20 – Potenziale energetico annuo per i reflui bovini-bufalini.**

Provincia	Produzione di letame			Producibilità di biogas		Potenziale energetico	
	Deiezioni (q/anno)	Solidi totali (q/anno)	COD (q/anno)	teorica (Nm3/anno)	reale (Nm3/anno)	teorico (MJ/anno)	reale (MJ/anno)
Avellino	510.752	45.457	42.048	2.270.574	1.093.239	47.682.045	22.958.021
Benevento	683.622	60.842	56.279	3.039.076	1.463.259	63.820.591	30.728.433
Caserta	601.116	53.499	49.487	2.672.291	1.286.659	56.118.116	27.019.834
Napoli	1.052.934	93.711	86.683	4.680.871	2.253.753	98.298.286	47.328.804
Salerno	1.080.437	96.159	88.947	4.803.137	2.312.621	100.865.871	48.565.049
Campania	3.928.860	349.669	323.443	17.465.944	8.409.528	366.784.815	176.600.096

**Tabella 21 – Potenziale energetico annuo per i reflui suini**

	Produzione di letame			Producibilità di biogas		Potenziale energetico	
	Deiezioni (q/anno)	Solidi totali (q/anno)	COD (q/anno)	teorica (Nm3/anno)	reale (Nm3/anno)	teorico (MJ/anno)	reale (MJ/anno)
Provincia							
Avellino	407.406	101.852	120.185	6.489.978	3.124.804	136.289.529	65.620.884
Benevento	266.574	66.644	78.639	4.246.524	2.044.623	89.177.000	42.937.074
Caserta	201.188	50.297	59.350	3.204.925	1.543.112	67.303.422	32.405.351
Napoli	1.141.742	285.436	336.814	18.187.950	8.757.161	381.946.951	183.900.384
Salerno	497.940	124.485	146.892	7.932.184	3.819.200	166.575.868	80.203.196
Campania	2.514.850	628.713	741.881	40.061.561	19.288.900	841.292.771	405.066.890

**Tabella 22 – Potenziale energetico annuo per i reflui ovini-caprini**

	Produzione di letame			Producibilità di biogas		Potenziale energetico	
	deiezioni (q/anno)	Solidi totali (q/anno)	COD (q/anno)	teorica (Nm3/anno)	reale (Nm3/anno)	teorico (MJ/anno)	reale (MJ/anno)
Bovini-bufalini	48.062.342	5.719.419	5.238.988	282.905.326	136.213.676	5.941.011.856	2.860.487.190
Suini	3.928.860	349.669	323.443	17.465.944	8.409.528	366.784.815	176.600.096
Ovini-caprini	2.514.850	628.713	741.881	40.061.561	19.288.900	841.292.771	405.066.890
Avicoli	2.446.303	616.468	554.822	29.960.362	14.425.360	629.167.604	302.932.550
Totale Campania	56.952.355	7.314.269	6.859.134	370.393.193	178.337.464	7.778.257.046	3.745.086.726

**Tabella 23 – Potenziale energetico annuo per la regione Campania.**

## **Analisi tecnica-economica, emissioni evitate e risparmio di energia primaria**

I risultati sulla disponibilità riportati precedentemente hanno evidenziato che le tipologie di allevamento che maggiormente potrebbero essere oggetto di attenzione sono quelle dei bovini, mentre gli allevamenti suinicoli potrebbero essere indotti ad utilizzare la tecnologia della digestione anaerobica ai fini della depurazione dei liquami.

In questo paragrafo, si esamina la convenienza economica di due tipologie di impianto particolarmente idonee per questi tipi di allevamento ipotizzando l'utilizzazione del biogas all'interno di una singola azienda di opportune dimensioni. Pertanto, si assume di utilizzare per lo sfruttamento di biogas piccoli gruppi di cogenerazione che suppliscano ai consumi aziendali, ed escludendo il caso di cessione integrale della energia elettrica prodotta all'ENEL.

### *Allevamenti suinicoli.*

Per dimensionare il cogeneratore si è supposto un rendimento elettrico medio pari a 0,25 e termico pari a 0,6 ed un funzionamento annuo del cogeneratore pari a 3.500 ore, in modo da assicurare la copertura dei diagrammi di carico tipici delle aziende suinicole.

Il costo dell'investimento del cogeneratore è valutato come segue:

- 2,5 M£/kW una taglia compresa tra i 20 e i 50 kW;
- 2,0 M£/kW una taglia compresa tra i 50 e i 90 kW;
- 1,5 M£/kW una taglia superiore ai 90 kW.

Il costo di esercizio e manutenzione è stato assunto pari a 50 £/kWh per cogeneratori di taglia inferiore ai 90 kW e 30 £/kWh per i cogeneratori di potenza maggiore.

In tabella 24, per ogni tipologia di allevamento e per le capacità produttive ipotizzate, è sinteticamente riportato il bilancio dell'energia elettrica e termica ed il tempo di recupero dell'investimento o payback time (PBT). Dall'analisi della tabella 24 si evince che le uniche iniziative caratterizzate da un tempo di ritorno dell'investimento interessante sono quelle relative ad allevamenti da 500 t p.v. sia da riproduzione che a ciclo chiuso.

Tipologia	Capacità (t p.v.)	Potenziale energetico (MWh/anno)	Energia termica producibile (MWh/anno)	Consumi energia termica (MWh/anno)	Energia elettrica producibile (MWh/anno)	Consumi di energia elettrica (MWh/anno)	Pay-back time (anni)
Riproduzione	100	317	190	183	79	91	>10
	300	950	570	550	237	273	6,5
	500	1.585	951	915	396	455	<b>3,6</b>
Ciclo chiuso	100	266	160	113	66	88	>10
	300	800	480	340	200	263	5,7
	500	1.332	799	565	333	440	<b>3,9</b>
Ingrasso	100	218	131	55	55	37	-
	300	653	391	165	163	109	>10
	500	1.090	654	275	273	185	>10

**Tabella 24 - Bilancio energetico per varie tipologie di allevamento.**

*Allevamento di bovini.*

Si è analizzato il dimensionamento di un impianto di cogenerazione a ciclo Otto alimentato a biogas, per un allevamento di bovine da latte. Considerando un rendimento elettrico medio pari al 25 %, un rendimento termico medio pari al 60 % ed un numero di ore di funzionamento del cogeneratore pari a 3.500 h/anno é possibile prevedere per l'allevamento un impianto di cogenerazione caratterizzato da una potenza elettrica pari a 110 kW ed una potenza termica pari a 260 kW. Il costo di investimento orientativo di un cogeneratore della taglia ipotizzata é pari a circa 1,5 milioni di lire per kW installato, comprensivo delle apparecchiature necessarie alla protezione; il costo della manutenzione del cogeneratore si assume pari a 30 £/kWh elettrico prodotto.

I dati riassuntivi dell'analisi sono riportati nella tabella 25.

<b>Parametri produttivi (unità)</b>	Quantità
Bovini presenti (N)	800
Peso vivo presente (t)	500
Biogas producibile (m <sup>3</sup> /anno)	264.000
Metano producibile (m <sup>3</sup> /anno)	158.000
<b>Potenze installate</b>	
Cogeneratore (kW)	110
<b>Bilancio energetico</b>	
Energia elettrica producibile (MWh/anno)	377
Consumi elettrici (MWh/anno)	305
Esubero di energia elettrica (MWh/anno)	72
Energia termica producibile (MWh/anno)	904
Consumi termici (MWh/anno)	215
Esubero energia termica (MWh/anno)	689
<b>Analisi economica</b>	
Mancato acquisto di EE (M€/anno)	68
Mancato acquisto di GPL (M€/anno)	50
Costo manutenzione ed esercizio (M€/anno)	28
Benefici netti (M€/anno)	90
Investimento complessivo (M€)	425
Tempo di recupero (p.b.t.) (anni)	4,7

**Tabella 25 - Bilancio energetico ed analisi economica dell'impianto di biogas proposto.**

Nei paragrafi precedenti si sono proposte alcune soluzioni impiantistiche destinate rispettivamente agli allevamenti suinicoli e a quelli bovini o bufalini. Per quanto riguarda la loro possibilità di realizzazione nella realtà della Regione Campania, è necessario sottolineare che, per il comparto suinicolo, tale soluzione non è proponibile poiché nel 75% delle aziende si allevano non più di 2 capi, ed è dunque lecito ipotizzare che la tipologia delle aziende suinicole presenti nella Regione, composta essenzialmente da micro-allevamenti, renda impensabile l'adozione della soluzione proposta.

Per quanto riguarda gli allevamenti bovini invece l'evoluzione delle aziende e dei capi allevati ha comportato, in linea generale, un incremento della dimensione media degli allevamenti, ed è possibile ipotizzare che nel territorio campano, soprattutto nel casertano e nel salernitano, vi siano allevamenti bufalini e bovini di dimensioni interessanti per l'impiego delle soluzioni impiantistiche analizzate precedentemente

E' quindi possibile ipotizzare, in base alla dimensione di alcuni allevamenti presenti sul territorio regionale e soprattutto nella provincia di Caserta e Salerno, lo sfruttamento delle deiezioni provenienti da circa il 10% del patrimonio bovino e bufalino; ciò comporta l'utilizzazione di 36.900 capi, per un totale di peso vivo di 16.605 t, ipotizzati suddivisi in 33 aziende ognuna con una capacità di circa 500 t di peso vivo.

A partire dall'analisi precedentemente svolta è possibile fare una stima di massima per l'utilizzo in Campania di questa tipologia di impianti di cogenerazione, ottenendo la realizzazione di 33 impianti di taglia pari a quella considerata, con una

potenza elettrica installata di 3.630 kWe (3,63 MWe) ed una potenza termica di 8,58 MWt..

L'installazione di questi 33 impianti di cogenerazione comporterebbe di conseguenza una spesa di circa 14 miliardi di lire (7.230.396,59 €), stimando in 450 milioni di lire (232.405,60 €) il costo di ogni singolo impianto. Il beneficio netto annuo per i 33 impianti è stimato in circa 3 miliardi di lire (1.549.370,70 €) considerando il mancato acquisto di energia elettrica e di combustibile (GPL) per la produzione di energia termica, nonché le spese di manutenzione; il tempo di recupero dell'investimento è stimato infine in 4,5 anni.

La produzione energetica annua, ipotizzando 3500 ore di funzionamento, è di:

- 12.441 MWh elettrici;
- 29.832 MWh termici.

Assumendo come combustibile di alimentazione del cogeneratore il metano<sup>14</sup> producibile negli allevamenti dalle deiezioni bovine e bufaline (stimato in 5.214.000 m<sup>3</sup>/anno), si riportano nella tabella 26 le emissioni prodotte.

Metano producibile (m <sup>3</sup> /anno)	CO <sub>2</sub> (t/anno)	NOx (kg/anno)	SOx (kg/anno)	polveri (kg/anno)
5.214.000	9.907	9.385	-	-

**Tabella 26 – Emissioni prodotte con l'uso del biogas nella soluzione cogenerativa.**

Si sono poi valutate l'energia primaria risparmiata e le emissioni evitate grazie all'utilizzo di questi impianti, ipotizzando che per ogni kWhe prodotto in una centrale termoelettrica si abbiano le seguenti emissioni:

- CO<sub>2</sub> 0,7 kg/kWhe ;
- NOx 0,6 g/kWhe ;
- SOx 1,0 g/kWhe ;
- Polveri 0,10 g/kWhe.

e che per ogni kWhe sia abbia una richiesta di energia primaria pari a 2.200 kcal (9,21 MJ); i risultati sono riportati nella tabella 27.

Energia primaria	CO <sub>2</sub> (t/anno)	NOx (kg/anno)	SOx (kg/anno)	polveri (kg/anno)
27.429.668 (Mcal/anno)	8.709	7.465	12.441	1.244
114.848.020 (MJ/anno)				

**Tabella 27 – Emissioni evitate ed energia primaria in centrale per la produzione equivalente di energia elettrica.**

<sup>14</sup> Si ipotizza che le caratteristiche del metano ottenuto siano:

PCI 8.200 kcal/m<sup>3</sup>  
 CO<sub>2</sub> 1,90 kg/ m<sup>3</sup>  
 Nox 1,80 g/ m<sup>3</sup>

Si sono inoltre valutate (tabella 28) l'energia primaria e le emissioni evitate relative alla produzione di energia termica con cogenerazione, supponendo che l'energia termica sia ottenuta con caldaie alimentate a metano di rendimento pari a 0,75.

Energia primaria	CO <sub>2</sub> (t/anno)	NOx (kg/anno)	SOx (kg/anno)	polveri (kg/anno)
34.296.885 (Mcal/anno) 134.601.057 (MJ/anno)	7.947	7.529	-	-

**Tabella 28 – Emissioni evitate in caldaie alimentate a metano per la produzione equivalente di energia termica.**

Infine è riportata (tabella 29) la valutazione dell'energia primaria risparmiata ed il bilancio delle emissioni prodotte con l'utilizzo del biogas nei cogeneratori e quelle ottenute con i sistemi tradizionali (centrale + caldaie).

Risparmio energia primaria	CO <sub>2</sub> (t/anno)	NOx (kg/anno)	SOx (kg/anno)	polveri (kg/anno)
61.726.553 (Mcal/anno) 258.449.077 (MJ/anno)	6.749	5.609	12.441	1.244

**Tabella 29 – Computo delle emissioni evitate e dell'energia primaria risparmiata grazie all'utilizzo dei cogeneratori**

### **Aspetti giuridici e quadro normativo**

Sono riportati sinteticamente nel seguito, alcuni dei provvedimenti che riguardano specificatamente lo sfruttamento delle biomasse zootecniche.

#### *Tutela delle acque e utilizzazione agronomica dei liquami.*

La Legge 319/76 è il provvedimento normativo che regola gli scarichi di qualsiasi tipo in tutte le acque superficiali nonché in fognature, sul suolo e nel sottosuolo e, quindi, anche lo smaltimento dei reflui zootecnici indipendentemente dal recettore.

Questa legge sancisce che tutti gli scarichi devono essere autorizzati, detta i requisiti per lo scarico degli insediamenti produttivi e demanda alle Regioni l'emanazione della normativa di riferimento degli insediamenti civili. È opportuno notare che gli allevamenti che dispongono in connessione con l'attività di allevamento di almeno 1 ha di terreno agricolo per ogni 40 q di peso vivo di bestiame sono di fatto considerati insediamenti civili.

Per quanto concerne lo smaltimento dei liquami al suolo, la legge 319/76 prevede l'emanazione di norme tecniche generali, successivamente introdotte con l'allegato 5 della Delibera del Consiglio dei Ministri 4.2.77. Tali norme si riferiscono agli scarichi zootecnici e stabiliscono che “la quantità di liquame ammissibile per l'utilizzazione agronomica è quella corrispondente ad un carico zootecnico di 4 t di peso

vivo /ha". E' da evidenziare come, secondo definizioni accreditate della dottrina e della giurisprudenza, si esclude la configurabilità di uno scarico per le sostanze solide.

Un ulteriore riferimento normativo deriva dalla interpretazione della Direttiva della Unione Europea 91/676. Questa direttiva riguarda la protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole. Essa avrebbe dovuto essere recepita entro il 19.12.93 ma fino ad oggi la sua applicazione risulta disattesa. E' interessante notare, comunque, che il recepimento della direttiva avrà notevoli ripercussioni sul settore zootecnico, per le aree che saranno designate come zone vulnerabili, in quanto porzioni del territorio, tributarie di acque profonde o superficiali, in particolare se destinate ad uso potabile, che contengano concentrazioni di nitrati superiori a 50 mg/l o, che potrebbero superare tale concentrazione in assenza di interventi o, ancora, di acque superficiali suscettibili di eutrofizzazione.

Per le zone vulnerabili viene prevista la limitazione a 170kg/ha degli apporti di azoto di effluenti da allevamento, con ciò intendendo le deiezioni del bestiame o la miscela di deiezioni e lettiera e, pertanto, sia liquami che materiali. Nella nostra Regione, data la natura prevalentemente carsica del territorio, è prevedibile ipotizzare una diffusa presenza di zone vulnerabili. Questa situazione probabilmente indurrà gli allevatori a prevedere nuovi sistemi per lo smaltimento dei reflui zootecnici. D'altronde, il dettato della direttiva modificherebbe quanto previsto per gli allevamenti zootecnici che utilizzano liquami al suolo, in quanto porterebbe al superamento del principio che ogni scarico debba essere autorizzato se l'impiego è lasciato alla buona pratica agricola come previsto dal "Codice di buona pratica agricola".

#### *Depurazione dei liquami ed utilizzazione dei rifiuti*

Il Decreto Legislativo 27 gennaio 1992, n. 99, riguarda la protezione dell'ambiente nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura e ad esso devono attenersi coloro i quali utilizzano i fanghi derivanti da un processo di depurazione dei reflui zootecnici (allevatori o agricoltori cui vengono conferiti i fanghi). A fini dello spandimento sul suolo dei fanghi di depurazione, è necessario ottenere una autorizzazione dalla Regione e comunicare l'inizio dell'attività con 10 giorni di anticipo alla Regione, Provincia e Comune ove si trovano i terreni. Rispetto all'utilizzazione agricola dei liquami, quella dei fanghi di depurazione, prevede un iter amministrativo più complesso in cui l'utilizzatore è tenuto a caratterizzare i terreni mediante analisi chimiche per numerosi parametri mentre il produttore di fanghi deve eseguire analisi periodiche degli stessi. In caso di stoccaggio o trattamento, i fanghi devono essere ulteriormente analizzati.

Un altro riferimento legislativo interessante per questo studio è costituito dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 5 settembre 1994 e dal successivo Decreto legge 8 marzo 1996, n. 113. In questo ambito sono definite le norme relative al riutilizzo di residui, prevedendo per le operazioni di recupero una disciplina semplificata rispetto a quella indicata per le operazioni di smaltimento dei rifiuti. L'utilizzazione dei reflui zootecnici per l'agricoltura è esclusa dall'ambito di applicazione del decreto. E'



compresa, invece, nel campo di applicazione l'attività di compostaggio dei reflui zootecnici in miscela con residui agricoli.

Altro aspetto degno di nota nell'analisi delle potenzialità di produzione, accumulo ed utilizzo del letame é rappresentato dalla presenza in stalla delle indispensabili “concimaie”, strutture necessarie per lo stoccaggio, la conservazione e la maturazione del letame. Nel settore degli allevamenti bovini, sono ancora carenti di concimaie la maggior parte delle aziende caratterizzate da una minore consistenza di capi. Il recente recepimento di una direttiva comunitaria avvenuto con il DPR 54/97 che regola gli aspetti igienico-sanitari e qualitativi della filiera produttiva e di trasformazione del latte, impone tra i vari adempimenti a tutte le aziende zootecniche che producono latte l'obbligo di dotarsi di concimaia entro il 31 ottobre 1998.

Questo aspetto é particolarmente interessante per lo studio in questione perché nell'immediato futuro potrebbe delinearsi un eccesso di letame disponibile sul mercato con una conseguente riduzione dei prezzi di mercato.

### **Inquinamento atmosferico**

Il DPR 203/88 costituisce la normativa quadro per quanto riguarda la qualità dell'aria e le emissioni di agenti inquinanti in atmosfera. Lo spirito del DPR é quello di disciplinare “tutti gli impianti che possono dar luogo ad emissione in atmosfera” e la definizione di impianto quale “stabilimento o impianto fisso che serva per usi industriali o di pubblica utilità” potrebbe far ritenere che gli insediamenti zootecnici ed i contenitori di accumulo degli effluenti non siano da considerare inclusi.

La successiva legislazione in merito (DPCM 21.7.89, DPR 25.7.91 e DM 20.5.91) consente di pensare ad una esclusione degli insediamenti zootecnici dagli impianti potenzialmente inquinanti. Solo nel Decreto del Ministero dell'Ambiente del 20.5.91 esiste un riferimento all'attività zootecnica in tema di criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela dell'aria ma la finalità dello stesso Decreto é quella della pianificazione e non di fissazione di limiti. É plausibile, però, una interpretazione estensiva della normativa considerando inclusi gli insediamenti zootecnici non classificabili come agricoli ai sensi del DPR 917/86. In questo caso gli adempimenti prevedono diverse scadenze a seconda che si tratti di impianti esistenti o di nuova realizzazione. Per gli impianti esistenti esistono linee guida del Ministero dell'Ambiente (DM 12.7.90) per il contenimento delle emissioni che non comprendono, comunque, le sostanze odorigene. Per gli impianti di nuova realizzazione non sono fissati limiti di alcun tipo.

## Bibliografia

ENEA

“Regione Campania: analisi socioeconomica, energetica, indicatori energetici e scenari tendenziali al 2010. Potenziale solare, biomasse ed eolico. Catasto delle emissioni. Sistema informativo PenTEc”.

Politecnico di Bari

“Studio per l’elaborazione del Piano Energetico Regionale”

*Prof. Ing. Raffaele Vanoli, Ing. Massimo Dentice D’Accadia, Ing. Maurizio Sasso*

Appunti del corso di “Energetica”

Facoltà di Ingegneria di Napoli, 2000

*Prof. Annibale Mottana, Prof. Stefano Pignotti*

“Problematiche ambientali connesse all’utilizzo di fonti di energia rinnovabile”

La Termotecnica, Maggio 2000

*Dott. Ing. Luciano Barra*

“Il Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili”

La Termotecnica, Gennaio/Febbraio 2000

*CRPA*

Biogas e cogenerazione nell'allevamento suino. Manuale pratico.

ENEL 1996

*Ing. Stefano Allegri, Ing. Gian Battista Zorzoli*

“Analisi e prospettive del mercato dei certificati verdi”

La Termotecnica, Ottobre 2000

*A.I.G.R. (Associazione Italiana di Genio Rurale)*

“Potenzialità energetica da biomasse nelle regioni italiane - Rapporto conclusivo - INTRODUZIONE e PARTE PRIMA” - Contratto A.I.G.R. - ENEA del 03 dicembre 1992 - Pratica 00073, aprile 1994

*HOEPLI*

“Manuale di Agricoltura”

*ISTAT*

“4° Censimento generale dell’agricoltura”; 1990

*ISTAT*

“Coltivazioni agricole e foreste - Anni 1995-1996” – Informazioni n. 89, 1998

*A.I.I.A.*

“Potenzialità energetica da biomasse : applicazione a livello territoriale della metodologia ENEA - A.I.I.A. alle Regioni Emilia Romagna ed Abruzzo; le biomasse di origine agricola” - Contratto A.I.I.A. - ENEA del 29 maggio 1995 Prot. 5189 pratica n. 95/58-98-ZA; giugno 1996

*CNR - PFE Biomasse ed Agricoltura*

“Realizzazione Banca Dati Residui e Rifiuti Agricoli, Zootecnici ed Industriali”, Roma, 1987

**SITI WEB:**

[www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)

[www.enea.it](http://www.enea.it)

[www.isesitalia.it](http://www.isesitalia.it)

[www.enel.it](http://www.enel.it)

[www.regionecampania.it](http://www.regionecampania.it)

[www.grtn.it](http://www.grtn.it)

[www.deasrl.it](http://www.deasrl.it)

[www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it)