

Mappatura delle biomasse avviabili a digestione anaerobica in Alto Adige

- Relazione conclusiva -

Partner

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE



Ministero delle Politiche Agricole, Agrarie e Forestali

Programma Nazionale Biocombustibili

Indice

1	Introduzione	5
2	Descrizione generale dello studio	6
2.1	Finalità dello studio	6
2.2	Ente promotore	6
2.3	Soggetti coinvolti nello studio	7
3	Metodologia di raccolta ed elaborazione dei dati	8
3.1	Raccolta dati	8
3.1.1	Impianti di digestione anaerobica in Provincia di Bolzano.....	8
3.1.2	Produzioni agricole.....	8
3.1.3	Reflui zootecnici.....	8
3.1.4	Reflui e scarti agro-industriali	9
3.1.5	Rifiuti urbani	10
3.2	Elaborazione dati	11
3.2.1	Caratterizzazione del comparto.....	11
3.2.2	Calcolo dei quantitativi di biomassa potenzialmente avviabili a digestione anaerobica	12
3.2.3	Analisi della producibilità di biogas	17
3.2.4	Distribuzione geografica del potenziale energetico.....	18
4	Impianti di digestione anaerobica in Provincia di Bolzano.....	19
4.1	Impianti alimentati da effluenti di allevamento	19
4.2	Impianti alimentati dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani.....	24
4.3	Impianti alimentati dai fanghi di depurazione civili ed industriali	26
4.4	Riassunto della produzione attuale di biogas	29
5	Analisi della disponibilità di biomassa avviabile a digestione anaerobica in Alto Adige	30
5.1	Produzioni agricole.....	30
5.1.1	Caratterizzazione del comparto.....	30
5.1.2	Quantitativi di biomassa: potenziale teorico e potenziale effettivo	31
5.1.3	Energia ricavabile dalla digestione anaerobica.....	32
5.1.4	Distribuzione geografica del potenziale energetico.....	33
5.2	Reflui zootecnici.....	35
5.2.1	Caratterizzazione del comparto.....	35
5.2.2	Quantitativi di biomassa: potenziale teorico e potenziale effettivo	36
5.2.3	Energia ricavabile dalla digestione anaerobica.....	37
5.2.4	Distribuzione geografica del potenziale energetico.....	38
5.3	Reflui e scarti agro-industriali	39
5.3.1	Industria del latte.....	39
5.3.2	Industria della lavorazione della frutta	45
5.3.3	Industria del vino	48
5.3.4	Industria della distillazione.....	53
5.3.5	Industria delle carni - macellazione	56
5.3.6	Industria della birra.....	61
5.3.7	Industria dei cereali	64
5.3.8	Industria del pane e dei prodotti dolciari	67
5.3.9	Riassunto comparto agro-industriale	70
5.4	Rifiuti urbani	77

5.4.1	Caratterizzazione del comparto	77
5.4.2	Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo	78
5.4.3	Energia ricavabile dalla digestione anaerobica	79
5.4.4	Distribuzione geografica del potenziale energetico.....	79
5.4.5	Rifiuti non trattati dell'industria del legno	81
5.5	Riassunto della disponibilità di biomassa avviabile a digestione anaerobica in Alto Adige.....	82
5.5.1	Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo	82
5.5.2	Energia ricavabile dalla digestione anaerobica.....	83
6	Analisi dei benefici ambientali ed energetici connessi allo sfruttamento della biomassa di scarto prodotta in Alto Adige..	86
6.1	Bilancio ambientale degli impianti biogas	86
6.1.1	Emissioni di CO ₂ -equivalente da impianti biogas.....	87
6.2	Scenari di sviluppo del settore della digestione anaerobica in Alto Adige.....	90
6.2.1	Indicazioni per la realizzazione di futuri impianti biogas in Alto Adige.....	90
6.2.2	Produzione energetica potenziale	91
6.2.3	Contributo alla produzione energetica dell'Alto Adige.....	93
6.2.4	Potenziale di riduzione della CO ₂	94
7	Conclusioni	96
8	Allegati.....	98
8.1	Impianti di trattamento della biomassa di scarto in Provincia di Bolzano	98
8.1.1	Impianti di digestione anaerobica	98
8.1.2	Impianti di compostaggio.....	104
8.1.3	Impianti di depurazione in Provincia di Bolzano.....	105
8.2	Disponibilità di biomassa di scarto in Provincia di Bolzano	106
8.3	Definizione dei codici CER oggetto del censimento.....	108
9	Elenco abbreviazioni	111
10	Riferimenti bibliografici	112

1 Introduzione

Nel contesto delle attuali politiche di valorizzazione delle risorse energetiche locali e del processo di conversione del sistema energetico verso una maggiore sostenibilità ambientale, la produzione di biogas rappresenta un settore di grande interesse per la Provincia di Bolzano ed il cui potenziale appare ancora lungi dall'essere pienamente sfruttato.

La definizione di piani strategici per lo sviluppo di questo settore richiede in primo luogo un'attenta valutazione della disponibilità di biomassa potenzialmente avviabile al processo di digestione anaerobica. Nasce quindi l'esigenza di un'indagine territoriale volta a determinare i quantitativi di biomassa prodotti in diversi comparti e potenzialmente impiegabili per l'alimentazione di impianti biogas.

Il presente documento illustra i risultati di uno studio condotto dal TIS innovation park di Bolzano, su commissione dalla Ripartizione Agricoltura della Provincia Autonoma di Bolzano, con l'obiettivo di indagare la situazione attuale ed il potenziale di sviluppo della produzione di biogas in Alto Adige. A tale scopo è stata in primo luogo prodotta una mappatura, a livello comunale, dei quantitativi di biomassa di scarto idonei alla digestione anaerobica, ossia colture agricole e loro residui, effluenti zootecnici, scarti e sottoprodotti organici dell'agro-industria e frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani. Quindi, sulla base dei dati raccolti, è stato elaborato uno scenario di possibile valorizzazione energetica del potenziale di biomassa non ancora sfruttato.

Tale iniziativa si colloca all'interno del Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO) 2004, progetto "Biogas", predisposto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.

2 Descrizione generale dello studio

L'evoluzione del comparto delle bio-energie offre la possibilità di un ampliamento delle prospettive economiche e di sviluppo di vari settori, tra i quali in particolare il mondo agricolo, e nel contempo di contribuire alla lotta ai cambiamenti climatici, secondo quanto promosso dalla Conferenza di Kyoto e dal recente piano d'azione UE per l'efficienza energetica (il cosiddetto piano "20-20-20").

La digestione anaerobica è un processo biologico attraverso il quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in biogas, una miscela costituita prevalentemente da metano ed anidride carbonica. Il recupero di biogas come fonte energetica rappresenta pertanto un beneficio ambientale che va dalla riduzione di emissioni di gas serra, tra i quali il metano è uno dei principali, alla sostituzione dei combustibili fossili con una forma di energia rinnovabile.

Il presente studio è stato condotto con l'obiettivo di delineare il quadro esistente della produzione di biogas in Provincia di Bolzano e di valutare le potenzialità di sviluppo del settore.

2.1 Finalità dello studio

L'obiettivo principale del presente studio è rappresentato dall'analisi della disponibilità di biomassa prodotta sul territorio altoatesino e potenzialmente avviabile a digestione anaerobica, con determinazione delle relative caratteristiche.

In particolare, nel corso dello studio sono state analizzate le seguenti tipologie di biomassa di scarto, provenienti da differenti comparti e tecnicamente idonee alla valorizzazione in impianti biogas:

- produzioni agricole;
- reflui zootecnici;
- reflui e scarti agro-industriali;
- rifiuti urbani.

Lo studio ha riguardato l'analisi della disponibilità di biomassa prodotta negli anni 2007 e 2008. In particolare, con riferimento a tali annate è stata determinata:

- la disponibilità totale di biomassa sul territorio a livello di singolo comune;
- la quantità di biomassa già avviata a digestione anaerobica, negli impianti esistenti;
- la quantità di biomassa non ancora valorizzata energeticamente e potenzialmente valorizzabile attraverso la digestione anaerobica.

Per ciascuna tipologia di biomassa individuata è stata inoltre svolta un'analisi delle caratteristiche più importanti per il processo di digestione anaerobica.

Sulla base dei risultati ottenuti sono stati calcolati i quantitativi di biogas potenzialmente producibili dalla valorizzazione mediante digestione anaerobica della biomassa disponibile. Quindi, al termine dello studio, sono state fornite delle indicazioni per lo sviluppo del settore della digestione anaerobica in Alto Adige, con una stima dei benefici energetici ed ambientali che si potrebbero ottenere dalla valorizzazione della biomassa di scarto tramite produzione di biogas.

2.2 Ente promotore

Lo studio è stato commissionato dalla Ripartizione Agricoltura della Provincia Autonoma di Bolzano.

L'indagine si inserisce nell'ambito del programma nazionale PROBIO, del quale la Provincia Autonoma di Bolzano è partner.

Il Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO) è stato predisposto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali in ottemperanza all'art. 3 della legge 2.12.98, n.423, "Interventi strutturali e urgenti nel settore agricolo, agrumicolo e zootecnico". Obiettivo del programma, attivo dal 1999, è l'avvio di azioni nazionali che contribuiscano all'applicazione delle determinazioni adottate dalla conferenza di Kyoto per la riduzione delle emissioni gassose.

Il Programma, è stato orientato verso l'attuazione di attività dimostrative/divulgative con una forte caratterizzazione territoriale, in grado di stimolare sia le Amministrazioni locali che gli imprenditori agricoli ed industriali verso un ulteriore sviluppo dei biocombustibili.

In questo contesto, è stato elaborato dalla Provincia Autonoma di Bolzano, unitamente alle Regioni Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Piemonte, Liguria, Marche, Puglia, Sicilia e alla Provincia Autonoma di Trento, il progetto PROBIO-BIOGAS 2004. Obiettivo di tale progetto, all'interno del quale il presente studio si inserisce, è la promozione di attività di indagine sperimentale, pilota e di informazione e divulgazione, con l'obiettivo di supportare, promuovere ed incrementare la diffusione, presso le aziende agricole, di impianti a biogas a tecnologia avanzata e innovativa, basata sull'utilizzo di materie prime diversificate.

2.3 Soggetti coinvolti nello studio

Lo studio è stato condotto dall'Area Energia & Ambiente del TIS innovation park di Bolzano. L'Area Energia & Ambiente è un centro di competenza, che opera da anni nel territorio altoatesino con lo scopo di incentivare l'utilizzo e la produzione di energia da fonte rinnovabile.

Nel corso dello studio l'Area Energia & Ambiente ha potuto contare sul fondamentale contributo offerto nella fase di censimento della biomassa da parte di diversi soggetti, in primo luogo:

- l'Ufficio Meccanizzazione Agricola della Provincia di Bolzano, per la raccolta dei dati relativi alle produzioni agricole ed ai reflui zootecnici;
- l'Area Alimentare & Benessere - Cluster Alimentaris del TIS innovation park, per l'attività di censimento della biomassa di scarto prodotta dal settore dell'agro-industria.

Ulteriori soggetti coinvolti nel progetto sono state le associazioni di categoria, i gestori degli impianti biogas, alcuni Uffici Provinciali, singole aziende del settore agro-industriale, tecnici/esperti di settore, ecc.

3 Metodologia di raccolta ed elaborazione dei dati

Nel presente capitolo viene illustrata la metodologia impiegata per la raccolta ed elaborazione dei dati di interesse per lo studio, ovvero:

- i quantitativi di biomassa attualmente conferiti negli impianti biogas della Provincia di Bolzano;
- i quantitativi di biomassa prodotta nei diversi comparti oggetto di analisi e potenzialmente conferibili in impianti biogas.

3.1 Raccolta dati

3.1.1 Impianti di digestione anaerobica in Provincia di Bolzano

Gli impianti di digestione anaerobica della Provincia di Bolzano sono stati suddivisi in 3 categorie a seconda della tipologia di biomassa trattata:

- impianti alimentati da effluenti di allevamento;
- impianti alimentati dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani;
- impianti alimentati dai fanghi di depurazione.

I dati relativi agli impianti alimentati da effluenti da allevamento sono stati forniti dall'Ufficio Meccanizzazione Agricola della Provincia di Bolzano. Le informazioni relative ai quantitativi di rifiuti organici trattati sono state verificate con i dati provenienti dall'Ufficio Gestione Rifiuti della Provincia di Bolzano.

I dati relativi all'unico impianto a biogas alimentato dalla frazione organica dei rifiuti urbani (impianto di Lana) sono stati forniti direttamente dall'azienda di gestione Eco-Center S.p.A..

Infine, le informazioni in merito ai comparti di digestione anaerobica inseriti negli impianti di trattamento dei reflui urbani ed industriali, sono state fornite dall'Ufficio Tutela Acque della Provincia di Bolzano e dall'azienda Eco-Center S.p.A., che gestisce alcuni degli impianti di depurazione dotati di linea anaerobica.

3.1.2 Produzioni agricole

La stima della biomassa producibile dalle superfici coltivabili dell'Alto Adige è stata svolta dall'Ufficio Meccanizzazione Agricola, sulla base dei dati provenienti dal sistema informatico dell'agricoltura e della selvicoltura della Provincia di Bolzano (LAFIS – Land- und forstwirtschaftliches Informationssystem).

Non avendo a disposizione dati relativi agli anni di riferimento della ricerca (2007-2008), le produzioni agricole sono state stimate in riferimento ad un anno medio.

3.1.3 Reflui zootecnici

I dati relativi alle deiezioni animali sono stati ricostruiti attraverso il database in possesso dell'Ufficio Meccanizzazione della Ripartizione Agricoltura della Provincia di Bolzano.

A questo riguardo, come verrà ripreso nel capitolo 5.2, sono stati considerati esclusivamente gli allevamenti bovini, in quanto gli allevamenti suini e ovicaprini presentano una consistenza numerica trascurabile.

I dati in possesso dell'Ufficio Meccanizzazione hanno consentito di ricostruire il quadro relativamente ai reflui da allevamenti bovini per i 2 anni di riferimento della ricerca (2007-2008).

3.1.4 Reflui e scarti agro-industriali

La determinazione della biomassa di scarto prodotta nel comparto agro-industriale è stata svolta utilizzando principalmente 2 fonti:

1. i dati MUD (Modello Unico di Dichiarazione ambientale di denuncia annuale delle quantità e tipologie di rifiuto prodotto dalle aziende), raccolti presso la Camera di Commercio di Bolzano;
2. i dati raccolti nell'ambito di un'indagine territoriale eseguita appositamente intervistando le aziende rappresentative nei diversi comparti agro-industriali, le associazioni di categoria ed alcuni esperti del settore.

La prima tipologia di fonte ha fornito un contributo del tutto secondario nella definizione dei flussi della biomassa di scarto dal comparto agro-industriale, per due motivi:

- in primo luogo perché in provincia di Bolzano sono tenute alla dichiarazione MUD esclusivamente quelle aziende che producono rifiuti pericolosi (come disposto dall'articolo 18 della Legge provinciale n. 4/2006);
- in secondo luogo perché i dati MUD fanno riferimento esclusivamente agli scarti in uscita dalle sole aziende agro-industriali, "dichiarati" e classificati come "scarti e rifiuti". Pertanto sfuggono da questa dichiarazione quei prodotti che vengono smaltiti in qualità di sottoprodotti.

È stato quindi fondamentale eseguire un'indagine a livello territoriale, al fine di integrare le informazioni disponibili tramite database MUD e di stimare sia i quantitativi di biomassa di scarto smaltiti come rifiuto, che quelli valorizzati come sottoprodotto.

L'indagine è stata condotta suddividendo il settore agro-industriale altoatesino negli 8 comparti più importanti:

1. industria del latte;
2. industria della frutta;
3. industria del vino;
4. industria della distillazione;
5. industria delle carni - macellazione;
6. industria della birra;
7. industria dei cereali;
8. industria del pane e dei prodotti dolciari.

Tramite un'analisi presso la Camera di Commercio di Bolzano sono state individuate le aziende attive nei diversi comparti del settore agro-industriale ed i comuni presso cui risultano insediate le rispettive sedi produttive.

Per ciascun comparto sono state quindi identificate le aziende (in numero variabile a seconda delle caratteristiche del comparto) più rappresentative del settore. A ciascuna azienda identificata come rappresentativa è stato inviato un questionario da compilare con le informazioni relative ai propri scarti di produzione, quali ad esempio, tipologia, quantità, attuale canale di smaltimento/ valorizzazione e relativo costo/ricavo. Ciascuna azienda è stata inoltre intervistata in merito all'interesse ed eventuale disponibilità ad una valorizzazione alternativa dei propri scarti mediante digestione anaerobica.

È opportuno osservare che, pur potendo contare nella maggior parte dei casi in un buon grado di disponibilità da parte delle aziende contattate, non è stato possibile ricostruire gli esatti quantitativi di produzione per entrambi gli anni di riferimento (il 2007 ed il 2008). I flussi della biomassa di scarto del settore agro-industriale riportati nello studio si riferiscono pertanto ad un anno medio. In ogni caso, la variabilità nei quantitativi di scarti/sottoprodotti tra diversi anni è in molti casi trascurabile.

I dati raccolti sono stati quindi integrati con informazioni reperite tramite interviste mirate ai rappresentanti delle associazioni di categoria (ad esempio, associazione delle cantine vinicole dell'Alto Adige) e ad esperti del settore. In tale maniera è stato possibile delineare il quadro della disponibilità di scarti agro-industriali a livello provinciale.

Tabella 1: Numero di aziende, associazioni, esperti del settore intervistati nel corso dell'indagine territoriale diretta al settore dell'agro-industria.

Comparto	N° aziende intervistate	N° associazioni intervistate	N° esperti intervistati
Industria del latte	1	1	1
Industria della frutta	4		1
Industria del vino	1	1	
Industria della distillazione	3		1
Industria delle carni - macellazione	2	1	1
Industria della birra	1		
Industria dei cereali	3		
Industria del pane e dei prodotti dolciari	5	1	1
Totale comparto agro-industriale	20	4	5

3.1.5 Rifiuti urbani

I dati relativi alla frazione organica dei rifiuti urbani prodotti nei diversi comuni dell'Alto Adige sono stati forniti dall'Ufficio Gestione Rifiuti della Provincia di Bolzano.

In particolare, sono stati considerati i seguenti codici CER, oggetto di raccolta differenziata:

- 200101: carta e cartone;
- 200108: rifiuti biodegradabili da cucine e mense;
- 200125: oli e grassi alimentari;
- 200201: rifiuti biodegradabili prodotti da giardini e parchi.

Pur non essendo biomassa tecnicamente idonea all'impiego in impianti biogas, lo studio ha inoltre interessato anche la quantificazione dei rifiuti non trattati dell'industria del legno. Sempre tramite l'Ufficio Gestione Rifiuti sono state recuperate le produzioni comunali relative ai seguenti codici CER:

- 150103: imballaggi in legno;
- 200137: legno proveniente dai rifiuti urbani, contenente sostanze pericolose;
- 200138: legno proveniente dai rifiuti urbani, diverso da quello di cui alla voce 20 01 37.

L'Ufficio ha fornito i dati relativi alle produzioni comunali per entrambi gli anni di interesse dello studio (il 2007 ed il 2008).

3.2 Elaborazione dati

In questo capitolo viene descritta la metodologia utilizzata per elaborare le informazioni raccolte nel corso della campagna di reperimento dati e definire il potenziale a disposizione nei diversi comparti oggetto dell'analisi.

3.2.1 Caratterizzazione del comparto

Per ogni comparto indagato è stata proposta inizialmente una caratterizzazione, con lo scopo di:

- identificare le relative tipologie di scarti/reflui organici prodotti;
- quantificare la produzione specifica di scarti/reflui organici;
- identificare i tipici canali di valorizzazione/smaltimento degli scarti;
- riassumere eventuali prescrizioni normative vigenti in merito alle modalità di smaltimento/valorizzazione degli scarti (ad esempio, il regolamento CE 1774/2002 per i sottoprodotti di origine animale).

In particolare, per quanto riguarda l'analisi della tipologia di biomassa prodotta nei diversi comparti, è stato indicato se lo scarto rientra nella categoria di rifiuto o nella categoria di sottoprodotto. A tal riguardo viene riportata nel paragrafo successivo la distinzione esistente a livello normativo tra rifiuto e sottoprodotto, con un'ulteriore specificazione relativa ai sottoprodotti di origine animale.

3.2.1.1 Definizione di rifiuto

Con riferimento a quanto definito nella Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, si intende per "rifiuto" qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi. La Direttiva CE 2008/98 contiene una serie di "misure volte a proteggere l'ambiente e la salute umana prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia."

Nella gerarchia delle misure operative definite allo scopo di ottimizzare la gestione dei rifiuti, riportata di seguito, si definisce esplicitamente la possibilità di un recupero energetico:

- a) prevenzione;
- b) preparazione per il riutilizzo;
- c) riciclaggio;
- d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;
- e) smaltimento.

3.2.1.2 Definizione di sottoprodotto

Sempre la medesima Direttiva CE 2008/98 definisce all'articolo 5 quali caratteristiche devono essere soddisfatte, affinché una sostanza od oggetto derivante da un processo di produzione il cui scopo primario non sia la produzione di tale bene, possa non essere considerata rifiuto, bensì sottoprodotto. In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) sia certo che la sostanza o l'oggetto sarà ulteriormente utilizzata/o;
- b) la sostanza o l'oggetto deve poter essere utilizzata/o direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- c) la sostanza o l'oggetto sia prodotta/o come parte integrante di un processo di produzione;

- d) l'ulteriore utilizzo sia legale, ossia la sostanza o l'oggetto deve soddisfare, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Per quanto riguarda la normativa vigente in Provincia di Bolzano, la gestione dei rifiuti è disciplinata dalla Legge Provinciale 26 maggio 2006, n. 4. In particolare, secondo quanto definito dall'articolo 3, comma 1, lettera c) (modificato dall'art. 16, comma 1, della Legge Provinciale 10 giugno 2008, n. 4), sostanze o materiali dei quali il produttore non intenda disfarsi, possono essere definiti come sottoprodotti qualora:

- a) siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- b) il loro impiego sia certo, sin dalla fase della produzione, integrale e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- c) soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- d) non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto c), ma posseggono tali requisiti sin dalla fase della produzione;
- e) abbiano un valore economico di mercato.

3.2.1.3 Sottoprodotti di origine animale

La normativa europea identifica, inoltre, attraverso il regolamento CE 1774/2002 la categoria dei sottoprodotti di origine animale. L'articolo 2 di tale regolamento definisce i sottoprodotti di origine animale ("SOA") come parti di carcasse di animali o materiali di origine animale, non destinati al consumo umano.

All'origine di tale regolamento c'è la necessità di un controllo più rigoroso su tale tipologia di scarti, poiché alcuni sottoprodotti di origine animale, impiegati per la produzione di mangimi, possono contribuire alla diffusione della BSE e di altre malattie animali. Inoltre, se non correttamente eliminati, i SOA possono costituire una minaccia per la salute umana.

Il regolamento CE 1774/2002 classifica i SOA in 3 categorie di rischio, sulla base del loro grado di pericolosità per la salute umana. Contestualmente vengono identificate precise condizioni di utilizzo e modalità di raccolta e trasporto degli scarti, a seconda della loro appartenenza ad una delle 3 categorie di rischio.

Nel capitolo 5.3 verranno approfonditi gli aspetti normativi legati allo smaltimento dei SOA in relazione ai due comparti agro-industriali che producono scarti di origine animale: l'industria del latte e l'industria della macellazione e lavorazione della carne.

3.2.2 Calcolo dei quantitativi di biomassa potenzialmente avviabili a digestione anaerobica

Sulla base del quadro ricostruito nella fase di raccolta dati, è stata stimata la produzione complessiva di biomassa di scarto, a livello provinciale, allo scopo di definire i quantitativi potenzialmente valorizzabili in digestione anaerobica.

Dal momento che non è ipotizzabile che tutta la biomassa di scarto venga impiegata per la produzione di biogas, sono stati definiti quattro diversi "potenziali" allo scopo di distinguere i quantitativi di biomassa effettivamente avviabili (o già avviati) al processo di digestione anaerobica da quelli solo potenzialmente idonei. Nei successivi paragrafi viene descritto cosa si intende per potenziale teorico e potenziale effettivo, con una descrizione della metodologia di calcolo adottata per la stima dei corrispondenti quantitativi.

3.2.2.1 Il potenziale teorico

Nel presente studio si intende per potenziale teorico il quantitativo di biomassa di scarto complessivamente prodotto in un determinato comparto e idoneo per il processo di digestione anaerobica.

Non contribuiscono quindi a definire il potenziale teorico quei substrati che per caratteristiche proprie non risultano adatti alla digestione anaerobica (ad esempio, le ossa risultanti dall'industria della lavorazione della carne oppure i noccioli derivanti dall'industria della lavorazione della frutta).

Dal punto di vista pratico, tale potenziale rappresenta un limite superiore, poco interessante in termini operativi, poiché in esso non vengono considerati tutti quegli aspetti tecnici, normativi, economici, gestionali e logistici che possono limitare anche di molto l'effettiva praticabilità dell'impiego di tale biomassa in qualità di cofermento per impianti biogas.

A seconda del comparto indagato, il calcolo del potenziale teorico è stato svolto secondo differenti procedure, di seguito riportate.

– Produzioni agricole

Sulla base delle superfici coltivabili a livello di singolo comune e delle rese medie per ettaro, riportate nel capitolo 5.1.1, è stata calcolata la biomassa annualmente producibile da questo settore, nei diversi comuni della provincia. Si è deciso di non considerare all'interno del potenziale teorico l'erba prodotta dai pascoli permanenti e di fatto già valorizzata per l'alimentazione del bestiame.

– Reflui zootecnici

Sulla base della consistenza degli allevamenti bovini nei diversi comuni della provincia e del fattore medio di produzione di reflui di allevamento è stata calcolata la biomassa complessivamente prodotta dal comparto zootecnico. Il fattore di produzione impiegato è stato fornito dal Centro per la Sperimentazione Agraria e Forestale "Laimburg" della Provincia di Bolzano e quantifica la produzione giornaliera di letame e liquame da allevamento bovino per unità bovina adulta (UBA).

– Reflui e scarti agro-industriali

Come visto al paragrafo precedente, le produzioni provenienti da tale comparto sono state stimate attraverso una prima indagine territoriale condotta verso le aziende più rappresentative del settore ed una successiva estrapolazione dei dati raccolti al fine di ottenere la produzione di scarti del comparto sull'intero territorio provinciale.

Sulla base delle informazioni fornite dalle aziende intervistate, sono stati in primo luogo calcolati i fattori di produzione della biomassa di scarto, riferiti ad unità di prodotto finito (ad esempio: ogni 100 l di vino prodotto risultano 18 kg di vinaccia, quale biomassa di scarto) oppure ad unità di materia prima lavorata (ad esempio: ogni 100 kg di uva lavorata risultano 15 kg di vinaccia).

Quindi, sempre attraverso le informazioni fornite dalle stesse aziende intervistate, dalle associazioni di categoria e dagli esperti del settore, è stato ricostruito il quadro complessivo, a livello provinciale, per ciascun comparto. Sostanzialmente, è stata quantificata la produzione complessiva di ogni settore (ad esempio: ettolitri di vino annualmente prodotti dalle cantine dell'Alto Adige) ed è stata elaborata un'anagrafica delle aziende attive, definendo per ciascuna di esse la localizzazione geografica dei siti produttivi ed il contributo dato alla produzione provinciale complessiva (ad esempio: percentuale di produzione di vino in ciascuna cantina dell'alto Adige rispetto al totale provinciale).

Così facendo, applicando in maniera ragionata i fattori di produzione degli scarti derivanti dalle interviste aziendali, è stato stimato il quantitativo di scarti e reflui prodotto a livello provinciale.

Da ultimo, sulla base della localizzazione geografica delle aziende attive nei diversi comparti e della relativa percentuale di copertura rispetto al mercato provinciale, è stato possibile distribuire la produzione complessiva di scarti nei diversi comuni della provincia.

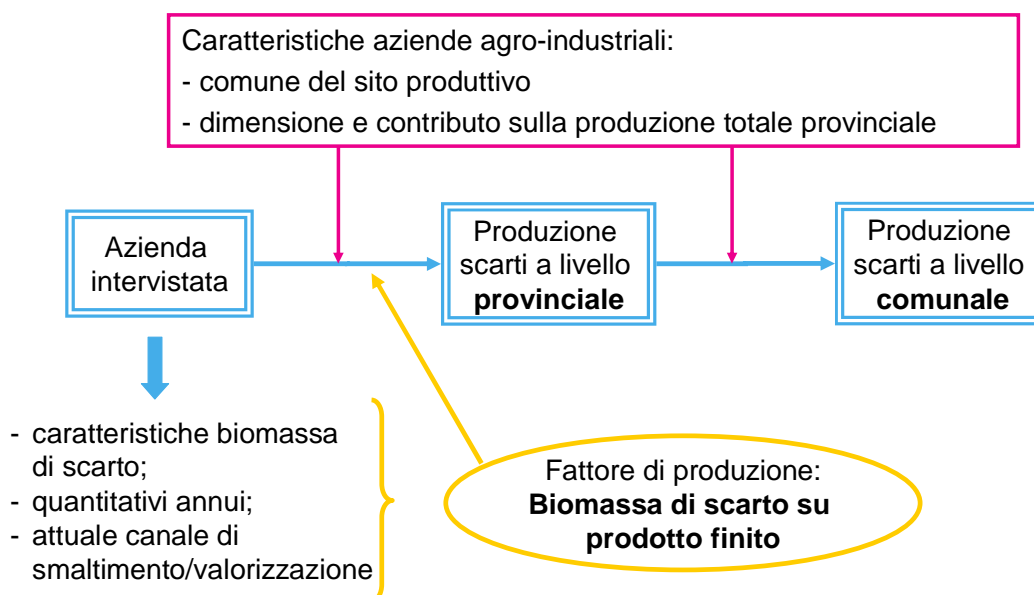


Figura 1: Schema della metodologia utilizzata per ricostruire il potenziale teorico degli scarti agro-industriali, su scala provinciale e comunale.

Il grado di precisione di tali elaborazioni, varia fortemente in base alle caratteristiche del comparto. Così, ad esempio, gli scarti di comparti caratterizzati da poche aziende in grado di rappresentare oltre l'80% della produzione provinciale (come l'industria della birra o della distillazione) sono stati ricostruiti con un buon grado di precisione, tramite interviste dirette alle aziende più rappresentative.

Altri comparti invece, come ad esempio quello della lavorazione del pane o della carne, contano un gran numero di aziende di piccole e medie dimensioni, con produzioni spesso diversificate dal punto di vista del processo di lavorazione e del prodotto finito. In questi casi, la stima prodotta, specialmente a livello comunale, è necessariamente soggetta ad un maggior margine di incertezza.

- Rifiuti urbani

I dati relativi alla produzione delle frazioni organiche dei rifiuti urbani sono già stati forniti a livello comunale dall'Ufficio Gestione Rifiuti e non hanno pertanto richiesto ulteriori elaborazioni.

3.2.2.2 Il potenziale effettivo già sfruttato

Nel presente studio con la denominazione "potenziale effettivo già sfruttato" si intende il quantitativo di biomassa di scarto prodotto in un determinato comparto e attualmente (anno di riferimento 2008) valorizzato mediante digestione anaerobica in impianti biogas installati in provincia di Bolzano.

Tale potenziale è stato ricostruito sulla base dei dati inviati dai diversi gestori di impianti biogas in provincia di Bolzano e dall'Ufficio Gestione Rifiuti. Ricostruito il quadro dei flussi di

biomassa già oggi avviati a digestione anaerobica, questi sono stati successivamente classificati per comparto produttivo e per comune di provenienza.

3.2.2.3 Il potenziale effettivo da sfruttare

Ai fini del presente studio si è definito come “potenziale effettivo da sfruttare” il quantitativo di biomassa “effettivamente” conferibile in impianti biogas, al netto dei quantitativi già valorizzati mediante digestione anaerobica.

Partendo dal potenziale teorico e tenendo conto del potenziale effettivo già sfruttato, il potenziale effettivo da sfruttare nei diversi comparti analizzati è stato stimato prendendo in considerazione tutti quegli aspetti che possono limitare e/o impedire la soluzione della valorizzazione mediante digestione anaerobica.

Nel seguito si riportano alcuni esempi di problematiche di diversa natura, che a livello operativo potrebbero limitare o impedire di avviare a digestione anaerobica l'intero potenziale teorico di un determinato comparto:

- aspetti tecnici: caratteristiche della biomassa che, pur non compromettendo del tutto il processo di digestione anaerobica, causano l'insorgere di problematiche tecniche, che di fatto ne limitano l'impiego in impianti biogas (ad esempio, biomasse caratterizzate da eccessivo grado di acidità, biomasse che per obbligo di legge devono subire un processo di pastorizzazione);
- aspetti normativi: vincoli o divieti nel trattamento mediante digestione anaerobica di particolari tipologie di biomassa (ad esempio il divieto, imposto dal regolamento CE 1774/2002, del trattamento in impianti biogas per sottoprodotti di origine animale di categoria 1, che pure, da un punto di vista tecnico, sarebbero substrato idoneo per il processo di digestione anaerobica);
- aspetti economici/di mercato: la presenza di consolidate filiere di valorizzazione dei sottoprodotti, dalle quali non è ragionevole ipotizzare di riuscire a deviare flussi di materia verso impianti biogas;
- aspetti logistico/gestionali: problematiche a livello logistico e gestionale nella fase di reperimento e trasporto della biomassa, come ad esempio la presenza di più punti di produzione di piccola scala, distribuiti sull'intero territorio, causa di elevati costi di conferimento.

A livello operativo, nel corso dello studio il potenziale effettivo da sfruttare relativo a ciascun comparto è stato stimato attraverso la seguente formula:

$$\text{potenziale effettivo da sfruttare} = (\text{potenziale teorico} - \text{potenziale effettivo già sfruttato}) \times C_i$$

C_i è un coefficiente che quantifica quanto è praticabile la soluzione di conferire in impianti biogas le tipologie di biomassa prodotte nei diversi comparti presi in esame. Il valore del parametro C_i , che tiene conto delle problematiche che a livello operativo potrebbero limitare o impedire di avviare a digestione anaerobica l'intero potenziale teorico, è riportato di seguito.

Tabella 2: Valore minimo e massimo assunto dal coefficiente C_i per il calcolo del potenziale effettivo nei diversi comparti analizzati.

Comparto agro-industriale	C_i	
	Min	max
Produzioni agricole	0%	25%
Reflui zootecnici ¹	-	50%
Scarti agro-industriali	0%	25%
Rifiuti urbani da raccolta differenziata	0%	100%

¹Il potenziale teorico è calcolato sugli UBA di età maggiore ai 2 anni

A titolo di esempio, nel caso delle produzioni agricole si è assegnato un valore pari a 0% per la biomassa derivante da colture foraggere, in quanto queste trovano già consolidati e remunerativi canali di valorizzazione, mentre la biomassa potenzialmente ricavabile dallo sfalcio dell'erba che cresce tra i filari di frutteti e dei vigneti è stata considerata solo in parte (25% del potenziale teorico) effettivamente valorizzabile in digestione anaerobica.

Come verrà ripreso più nel dettaglio durante l'analisi dei risultati, per quanto riguarda i reflui zootecnici si è ipotizzato che i quantitativi effettivamente avviabili a digestione anaerobica, al netto di quelli già ora avviati, siano pari alla metà degli effluenti prodotti dai bovini allevati in stalla. In tale conteggio non è stata quindi considerata come potenziale effettivamente sfruttabile la biomassa prodotta dai bovini condotti in alpeggio (UBA di età minore ai 2 anni, pari al 23% del totale).

Nei successivi capitoli di presentazione dei risultati è stato inoltre commentato, sulla base delle caratteristiche specifiche di ciascun comparto e degli attuali flussi di materia, se i quantitativi considerati come effettivamente sfruttabili portino a scenari realistici di valorizzazione.

La stima del potenziale effettivo da sfruttare è risultata, quindi, un'operazione alquanto delicata, a seguito della necessità di conoscere approfonditamente tutti quegli aspetti che condizionano le attuali dinamiche di produzione e smaltimento/valorizzazione dei sottoprodotti, nei diversi comparti in esame.

In considerazione delle finalità dello studio, si è deciso di impostare l'analisi in un'ottica cautelativa, con l'obiettivo di fornire una base attendibile, pur col rischio di alcune sottostime, che possa rappresentare un primo punto di partenza sul quale impostare lo studio per possibili scenari di sviluppo del settore.

3.2.2.4 Il potenziale teorico non sfruttabile

Il potenziale teorico non sfruttabile ai fini della digestione anaerobica è stato definito come differenza tra potenziale teorico e la somma del potenziale effettivo già sfruttato e del potenziale effettivo da sfruttare.

Il potenziale teorico non sfruttabile rappresenta quindi un quantitativo di biomassa di scarto che, pur avendo caratteristiche idonee per il processo di digestione anaerobica, a livello operativo è stato considerato non avviabile a digestione anaerobica.

Pertanto, poiché complementare al potenziale effettivo, anche il potenziale teorico non sfruttabile è caratterizzato da un elevato margine di incertezza e di variabilità, funzione di tutti quegli elementi che concorrono, di comparto in comparto e di anno in anno, a determinare la reale praticabilità, anche economica, della soluzione di valorizzazione mediante digestione anaerobica.

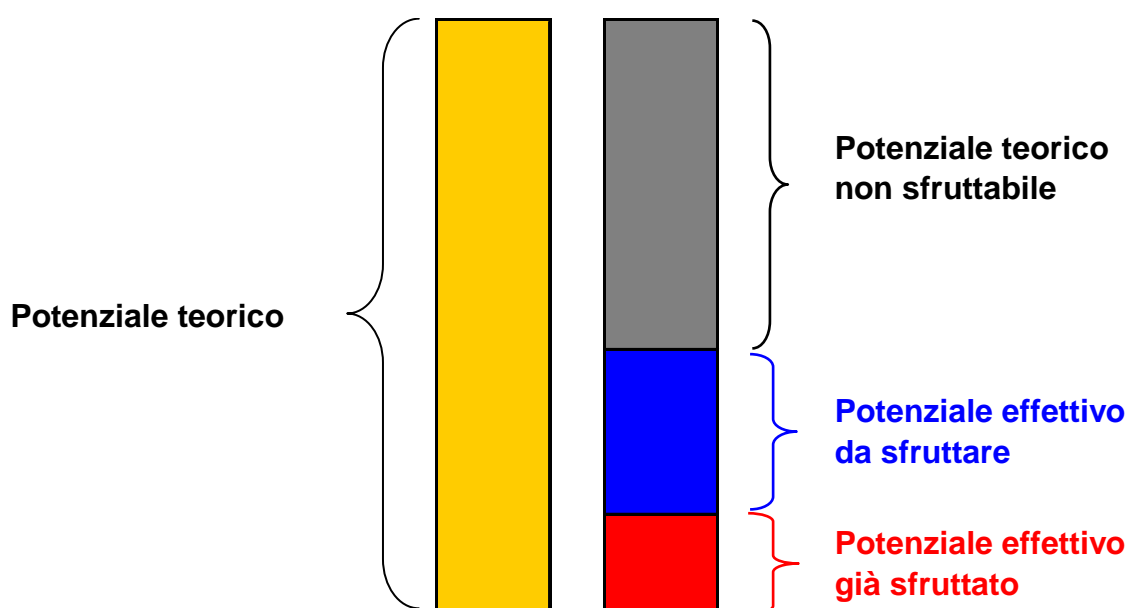


Figura 2: Rappresentazione grafica dei diversi potenziali di biomassa avviabili o non avviabili a digestione anaerobica definiti nello studio.

3.2.3 Analisi della producibilità di biogas

Una volta definiti i quantitativi di biomassa teoricamente disponibili e quelli effettivamente avviabili a digestione anaerobica, è stato analizzato in ciascun comparto il potenziale di producibilità di biogas.

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

- l'idrolisi, in cui avviene la rottura dei polimeri e dei lipidi presenti;
- l'acidificazione, con formazione di acidi volatili, anidride carbonica ed idrogeno;
- ed infine la metanizzazione dei prodotti derivanti dal secondo stadio.

Come specificato nel capitolo 3.2.2.1 la biomassa presa in considerazione nel presente studio si riferisce in ogni caso a matrici organiche tecnicamente idonee per il processo di digestione anaerobica. In genere tali sostanze sono caratterizzate da un'umidità superiore al 50% e da un rapporto C/N compreso tra 20 e 30.

La quantità di biogas che può essere ottenuta dalla degradazione della sostanza organica è legata a numerosi fattori che influenzano il processo, quali la qualità della frazione biodegradabile del substrato (temperatura, pH, solidi totali e volatili, tossicità, ecc.), la tipologia di impianto ed il tempo di ritenzione idraulica, ovvero il periodo di permanenza effettiva del materiale fermentescibile nel digestore.

A titolo di avvertenza è quindi bene considerare le quantità di biogas producibile, riportate in questo studio, come un dato indicativo, dato l'elevato numero di parametri in gioco.

Per ciascun comparto indagato è stata proposta una tabella riassuntiva (vedi Tabella 3), indicante i parametri che caratterizzano la producibilità di biogas delle relative biomasse di scarto.

In particolare sono stati riportati:

- il rapporto tra Solidi Totali e sostanza tal quale (% ST sul tal quale).
I Solidi Totali sono la sostanza residua dal processo di essiccazione e vengono determinati analiticamente attraverso essiccazione in stufa a 105 °C;
- il rapporto tra i Solidi Volatili ed i Solidi Totali (% SV su ST).

I Solidi Volatili vengono determinati analiticamente come perdita all'incenerimento, ovvero come differenza tra i Solidi Totali ed il residuo fisso (ceneri) risultanti da un processo di incenerimento dei Solidi Totali.

Dal momento che i Solidi Volatili sono quelli che danno origine alla produzione di biogas, quanto più elevato è il contenuto dei Solidi Totali sulla sostanza tal quale e quanto più volatili sono tali Solidi Totali, tanto maggiore è la producibilità di biogas.

La producibilità specifica di biogas è stata espressa sia in riferimento alla biomassa tal quale, che ai Solidi Volatili (si osserva che la seconda può essere ricavata moltiplicando la producibilità specifica relativa alla sostanza tal quale per la percentuale di Solidi Totali rispetto alla sostanza tal quale e per la percentuale di Solidi Volatili su Solidi Totali).

Dal punto di vista energetico il potere calorifico del biogas è determinato dal contenuto di metano, che varia tra il 50% ed il 60%. In alcuni casi sono stati riportati anche dati di letteratura in merito alla producibilità specifica di metano.

In ogni caso, per semplicità, si è ipotizzato nell'analisi che in media dalla combustione di 1 m³ di biogas prodotto vengano forniti 5,4 kWh di calore. Assumendo un potere calorifico del metano pari a 9,8 kWh/m³, ciò equivale ad ipotizzare una percentuale media di metano pari al 55%.

Al termine dell'analisi di ogni comparto è stato calcolato il potenziale energetico contenuto nel biogas producibile dalla digestione anaerobica dei relativi scarti, facendo riferimento ai quantitativi di biomassa effettivamente avviabili a digestione anaerobica (potenziale effettivo da sfruttare).

Tabella 3: Parametri utilizzati per caratterizzare la producibilità di biogas di ciascuna biomassa di scarto.

Biomassa	ST / tal quale	SV / ST	Produzione			
			biogas		metano	
			[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Tipologia di biomassa di scarto	Percentuale di Solidi Totali sulla biomassa tal quale	Percentuale di Solidi Volatili sui Solidi Totali	Metri cubi di biogas producibili dalla digestione anaerobica di 1 tonnellata di Solidi Volatili	Metri cubi di biogas producibili dalla digestione anaerobica di 1 tonnellata di biomassa tal quale	Metri cubi di metano producibili dalla digestione anaerobica di 1 tonnellata di Solidi Volatili	Metri cubi di metano producibili dalla digestione anaerobica di 1 tonnellata di biomassa tal quale

3.2.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Per ciascun comparto analizzato è stata prodotta una cartina dell'Alto Adige riportante, seppur a livello qualitativo, la distribuzione delle biomasse di scarto all'interno del territorio provinciale.

Per ciascun comune è stato riportato un grafico a torta che esprime i rapporti percentuali tra il potenziale effettivo da sfruttare, il potenziale effettivo già sfruttato ed il potenziale teorico non sfruttabile.

I grafici a torta all'interno della mappa dell'Alto Adige sono stati rappresentati in maniera tale che il diametro risulti direttamente proporzionale al potenziale teorico di biomassa relativo ad un determinato comparto. Pertanto la dimensione dei grafici a torta rende conto in maniera qualitativa della distribuzione a livello comunale degli scarti potenziali di un determinato comparto.

Per un'analisi più dettagliata dei quantitativi reperibili nei diversi comprensori dell'Alto Adige si rimanda a quanto riportato in Allegato, mentre per informazioni relative ai quantitativi di biomassa disponibili a livello comunale, il dato è in possesso dell'Ufficio Meccanizzazione Agricola della Provincia Autonoma di Bolzano.

4 Impianti di digestione anaerobica in Provincia di Bolzano

L'attuale produzione di biogas in Provincia di Bolzano può essere analizzata in base alla tipologia di biomassa trattata.

A fine 2008 risultavano attivi in Alto Adige 30 impianti biogas alimentati da effluenti di allevamento, 1 impianto alimentato dalla Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU) e 17 unità di digestione anaerobica dei fanghi derivanti dai processi di trattamenti delle acque reflue (16 comunali ed 1 aziendale).

La caratterizzazione degli impianti in funzione della tipologia di biomassa trattata è stata riportata di seguito.

4.1 Impianti alimentati da effluenti di allevamento

In Tabella 4 sono stati riassunti i principali dati caratteristici degli impianti a biogas realizzati in Alto Adige a servizio di singole aziende o consorzi di agricoltori. Come si può notare la costruzione di questi impianti è iniziata con i primi anni 90 e prosegue tuttora.

In Figura 3 è indicata la localizzazione degli impianti sul territorio provinciale ed il numero di impianti realizzati nei diversi comuni. Come si può osservare, nella parte orientale della Provincia sono concentrati più impianti che nella parte occidentale, con una distribuzione che rispecchia le differenti vocazioni zootecniche dei comprensori dell'Alto Adige.

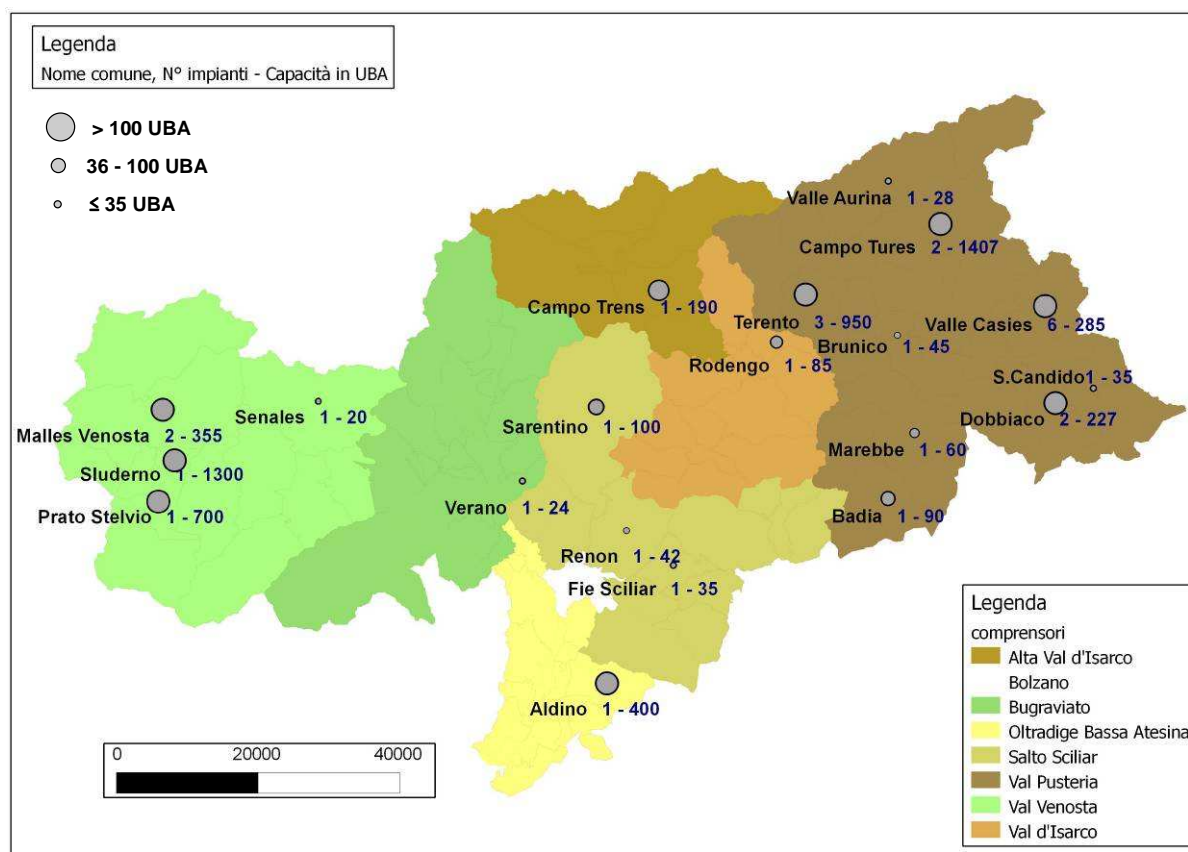


Figura 3: Ubicazione degli impianti a biogas alimentati da effluenti di allevamento operanti in Provincia di Bolzano, con indicazione del numero di impianti per comune e della relativa capacità complessiva espressa in Unità Bovine Adulte (2008).

Tabella 4: Dati caratteristici degli impianti a biogas alimentati da effluenti di allevamento operanti in Provincia di Bolzano (anno 2008).

	Comune	Anno entrata in esercizio	Unità Bovine Adulte	Produzione biogas [m ³]	Potenza elettrica [kW]	Potenza termica [kW]	Energia elettrica [kWh]		Energia termica [kWh]		Allacc. telerisc.				
							consumata	utile	consumata	utile					
1	Renon	1980	42	18.000	0,0	30	5.000	0	32.400	20.000					
2	Valle di Casies	1992	33	58.000	14,0	28	5.000	60.000	104.400	60.000					
3	Valle di Casies	1994	35	33.000	0,0	15	8.000	0	60.000	79.000					
4	Valle di Casies	1994	43	27.000	20,0	40	7.000	29.000	48.600	30.000					
5	Valle di Casies	1995	39	29.000	15,0	30	5.000	27.000	52.200	28.000					
6	Campo di Trens	1996	190	200.000	50,0	100	32.000	400.000	360.000	380.000					
7	Fiè allo Sciliar	1999	35	35.000	20,0	40	4.000	50.000	63.000	55.000					
8	Dobbiaco	1999	27	30.000	22,0	44	5.000	50.000	54.000	55.000					
9	Campo Tures	1999	42	40.000	18,5	37	5.000	45.000	72.000	50.000					
10	Rodengo	1999	85	80.000	30,0	60	11.000	160.000	144.000	170.000					
11	Valle di Casies	2000	110	90.000	30,0	60	11.000	150.000	162.000	160.000					
12	Badia	2000	90	120.000	65,0	130	20.000	300.000	216.000	320.000	si				
13	Brunico	2000	45	29.000	0,0	10	4.000	29.000	52.200	30.000					
14	Sarentino	2000	100	700.000	180,0	360	92.000	1.300.000	1.260.000	700.000					
15	Valle Aurina	2002	28	35.000	0,0	10	6.500	0	63.000	84.000					
16	Terento	2002	80	70.000	37,0	74	9.000	140.000	126.000	150.000					
17	Malles Venosta	2002	35	32.000	0,0	15	8.000	0	60.000	79.000					
18	Prato allo Stelvio	2002	700	555.000	250,0	500	85.000	700.000	999.000	1.500.000	si				
19	Terento	2003	100	250.000	50,0	100	34.000	398.000	300.000	300.000					
20	Verano	2003	24	34.450	10,0	20	2.550	50.000	62.010	45.000					
21	Valle di Casies	2003	25	16.000	0,0	10	5.000	0	29.000	38.000					
22	Campo Tures	2003	1.365	2.000.000	960,0	1.920	456.290	5.360.400	3.600.000	0					
23	S.Candido	2004	35	29.000	0,0	27	6.000	0	52.000	70.000					
24	Aldino	2005	400	300.000	160,0	320	44.000	600.000	540.000	0					
25	Terento	2006	770	380,0	380,0	760	201.360	1.330.410	1.443.950	1.083.450	si				
26	Senales	2007	20	32.000	40,0	80	5.000	50.000	57.600	60.000					
27	Dobbiaco	2008	200	180.000	110,0	100	48.000	302.000	200.000	80.000					
28	Studerno	2008	1.300	1.672.727	700,0	1.300	160.000	2.600.000	3.010.909	1.000.000	si				
29	Malles Venosta	2008	320	169.697	65,0	80	20.000	260.000	305.455	280.000	si				
30	Marebbe	2008	60	187.879	50,0	80	10.000	300.000	338.182	100.000					
Totale							6.378	7.981.098	3.277	6.380	1.314.700	14.690.810	13.867.905	7.006.450	

Complessivamente tali impianti valorizzano le deiezioni corrispondenti a circa 6.400 unità bovine adulte. Per lo più si tratta di impianti di piccole dimensioni: oltre la metà è dimensionata per un numero di UBA inferiore a 100, 6 impianti smaltiscono le deiezioni di oltre 200 UBA, mentre 2 sono gli impianti di grandi dimensioni (>1000 UBA)¹.

Il biogas prodotto viene impiegato in unità di cogenerazione, con una potenza elettrica complessivamente installata superiore ai 3 MW.

L'energia termica recuperata in cogenerazione è utilizzata per riscaldare i fermentatori e, in alcuni casi, per il riscaldamento degli stabili delle aziende agricole. Solo in 5 impianti su 30 il calore viene valorizzato tramite cessione ad una rete di teleriscaldamento.

Dal punto di vista della biomassa digerita, è importante osservare che in Provincia di Bolzano è ammesso, previa autorizzazione, il cotrattamento di rifiuti organici e prodotti vegetali in impianti di digestione anaerobica degli effluenti da allevamento, nel rispetto delle seguenti condizioni²:

1. la quantità massima di rifiuti organici e prodotti vegetali immessi che non provengono dalle superfici di produzione dell'azienda, non può superare il 20% della quantità totale annua trattata;
2. possono essere utilizzati esclusivamente rifiuti organici e prodotti vegetali prodotti nel territorio della provincia di Bolzano;
3. con l'aggiunta di rifiuti organici o prodotti vegetali non coinvolti nel ciclo foraggiero non può essere superato il carico di azoto massimo ammissibile per i terreni agricoli dell'azienda (per il calcolo si considera che l'apporto di azoto derivante da 15 t/anno di rifiuti organici o prodotti vegetali sia pari a 85 kg, paragonabile a quello prodotto da 1 UBA).

Per quanto riguarda i substrati in ingresso ai 30 impianti installati in Provincia, delle circa 130.000 tonnellate di biomassa trattata annualmente risulta che l'89% è costituito da letame ed effluenti di allevamento (liquami e letame) mentre la restante parte è coperta da cofermenti (rifiuti organici e in minima parte scarti vegetali).

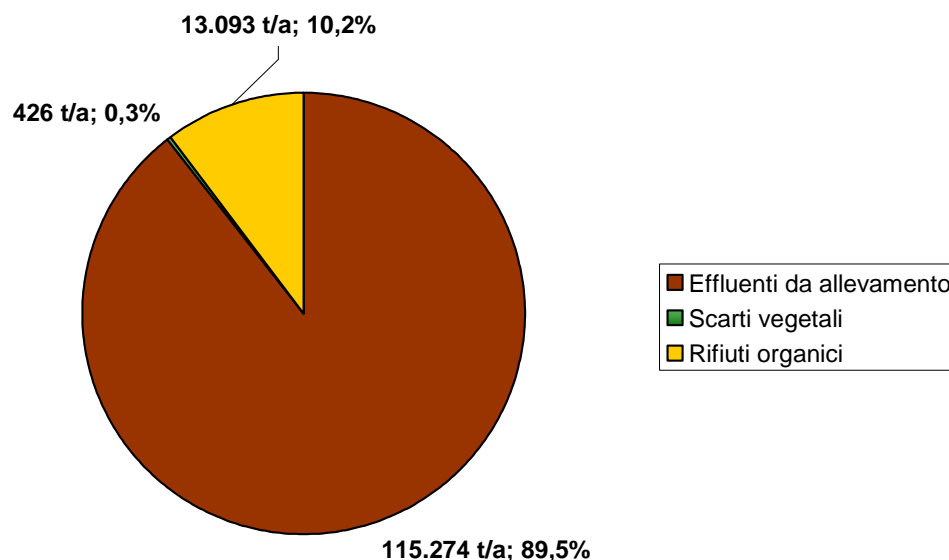


Figura 4: Tipologia e quantità (espressa in t/a ed in percentuale) della biomassa valorizzata negli impianti a biogas agricoli realizzati in Provincia di Bolzano (2008).

¹ Si fa presente, che nel corso del 2009 è entrato in esercizio un nuovo impianto a biogas di grandi dimensioni, realizzato nel comune di San Lorenzo di Sebato, in val Pusteria. Tale impianto, dimensionato per una capacità di 3.600 UBA, è dotato di 2 cogeneratori della potenza di 499 kWel e 550 kWter cadauno.

² Decreto del Presidente della Provincia 21 gennaio 2008, n. 6, art. 20, comma 3.

I cofermenti sono costituiti da una grande varietà di prodotti, tutti provenienti dall'interno del territorio provinciale. Mentre gli scarti vegetali (pellets d'erba, insilato di mais, sfalcio dei prati) ammontano a poco più di 400 tonnellate (circa il 3% dei cofermenti), i rifiuti organici presentano quantitativi importanti. Come mostrato in Figura 5 il contributo maggiore è dato dagli scarti della lavorazione delle mele (oltre 10.000 tonnellate all'anno), seguiti dagli scarti caseari e dai rifiuti biodegradabili di cucine e mense.

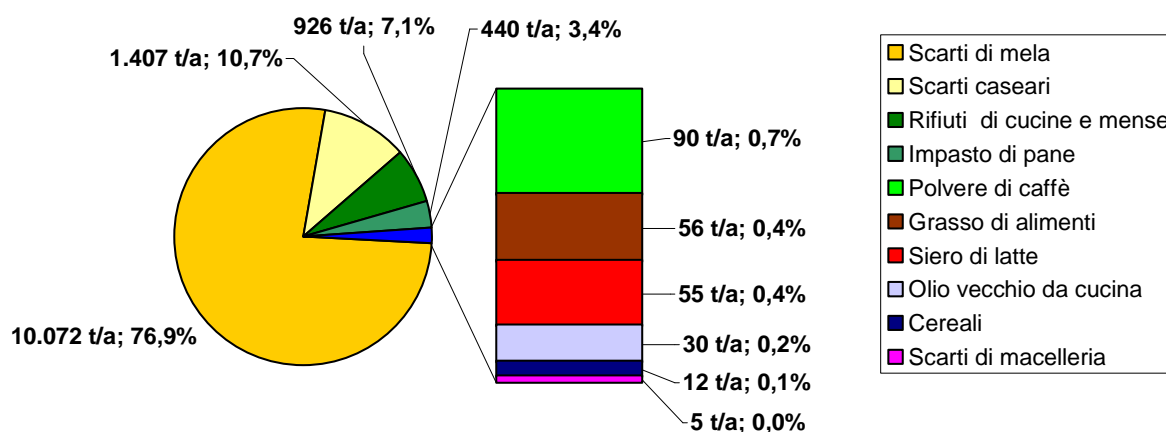


Figura 5: Tipologia e quantità (espressa in t/a ed in percentuale) dei rifiuti organici valorizzati negli impianti a biogas agricoli realizzati in Provincia di Bolzano.

Alcuni dei cofermenti indicati nel grafico di Figura 5 non sono inquadrati come rifiuti organici, ma dal punto di vista normativo appartengono alla categoria dei sottoprodotti (tra questi ad esempio, i resti della lavorazione delle mele). L'impiego in impianti a biogas dei sottoprodotti risulta più agevole dal punto di vista amministrativo/gestionale rispetto al trattamento dei rifiuti, poiché in questo secondo caso devono essere rispettate una serie di prescrizioni normative che riguardano tanto la fase di conferimento della biomassa, quanto quella di digestione anaerobica.

In particolare, per ogni tipologia di rifiuto da trattare (identificabile dal relativo codice CER) deve essere richiesta all'Ufficio Gestione Rifiuti una specifica autorizzazione. Tali autorizzazioni possono variare di anno in anno, a seconda della disponibilità di biomassa e degli accordi presi dai singoli gestori degli impianti. A titolo indicativo in Tabella 5 è riportato l'elenco degli impianti a biogas della Provincia di Bolzano che per l'anno 2010 risultano autorizzati a trattare rifiuti organici, con indicazione del rispettivo codice CER di riferimento.

Tabella 5: Elenco degli impianti biogas agricoli in Alto Adige autorizzati al trattamento di rifiuti (autorizzazioni aggiornate alla data del 25.03.2010).

	Comune	Codice CER del rifiuto
6	Campo di Trens	20 01 08 / 02 05 01
10	Rodengo	02 05 01 / 20 01 25
12	Badia	20 01 25
14	Sarentino	20 02 01 / 02 05 01 / 20 01 25 / 02 06 01
18	Prato allo Stelvio	02 03 04 / 20 01 25
22	Campo Tures	02 03 05 / 02 06 01 / 20 02 01 / 02 03 04 / 02 03 01
24	Aldino	02 03 04 / 02 03 01 / 20 01 25 / 02 07 02 / 02 06 01 / 10 01 99
27	Dobbiaco	20 01 08 / 20 02 01 / 20 01 25

Tabella 6: Descrizione dei rifiuti e dei relativi codici CER autorizzati al trattamento negli impianti biogas in Alto Adige (2010).

Codice CER	Descrizione rifiuto	
02 03 01	rifiuti dalla preparazione e dal trattamento di frutta, verdura, cereali, oli, alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco; della produzione di conserve alimentari; della produzione di lievito ed estratto di lievito, della preparazione e fermentazione di melassa	fanghi prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura, centrifugazione e separazione di componenti
02 03 04		scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 03 05		fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
02 05 01	rifiuti dell'industria lattiero-casearia	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 06 01	rifiuti dell'industria dolciaria e della panificazione	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 07 02	rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao)	rifiuti prodotti dalla distillazione di bevande alcoliche
10 01 99	rifiuti prodotti da centrali termiche ed altri impianti termici	rifiuti non specificati altrimenti
20 01 08	frazioni oggetto di raccolta differenziata (tranne 15 01)	rifiuti biodegradabili di cucine e mense
20 01 25		oli e grassi alimentari
20 02 01	rifiuti prodotti da giardini e parchi (inclusi i rifiuti provenienti da cimiteri)	rifiuti biodegradabili

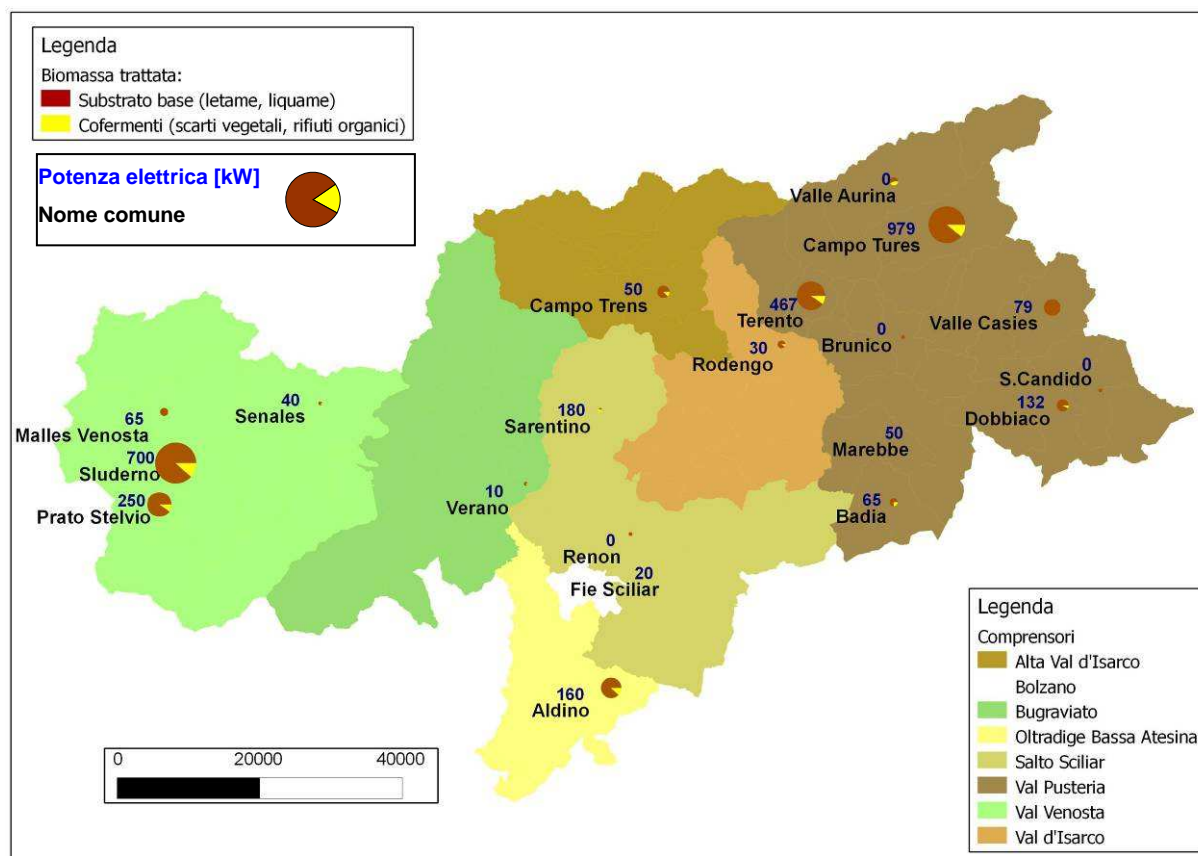


Figura 6: Impianti agricoli a biogas in Alto Adige: indicazione della potenza elettrica installata per singolo comune (dati cumulativi) e del rapporto tra substrato base e cofermenti trattati. La dimensione del grafico a torta è proporzionale al quantitativo di biomassa trattata negli impianti.

4.2 Impianti alimentati dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani

L'Alto Adige è dotato di un impianto per la digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU).

Tale impianto, localizzato nel comune di Lana, è stato realizzato su volontà della pubblica amministrazione, che lo ha inserito nel piano provinciale di gestione dei rifiuti.

Dall'anno di entrata in esercizio (2006), l'impianto è stato costantemente ottimizzato fino a raggiungere nel 2008 la capacità di trattamento pari a circa 12.000 tonnellate di biomassa all'anno.

Tale biomassa è composta essenzialmente da FORSU, la cui provenienza è indicata in Figura 7.

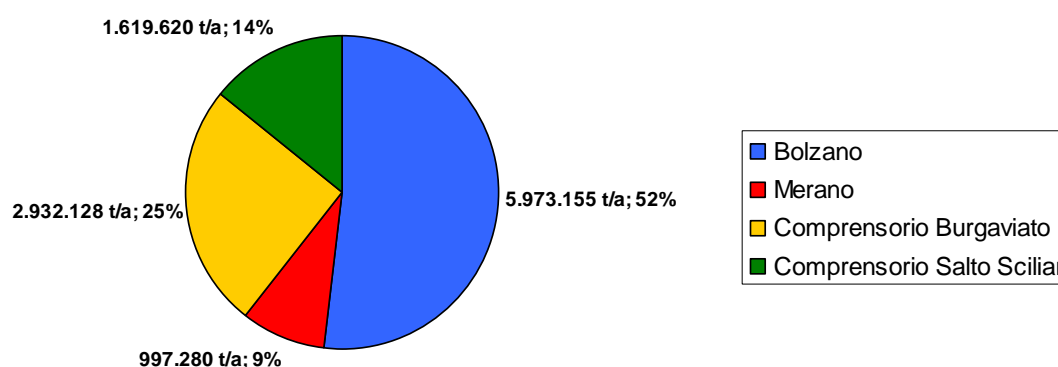


Figura 7: Quantitativi (espressi in t/a e in percentuale) e provenienza della FORSU trattata nell'impianto di digestione anaerobica di Lana.

Il biogas prodotto dall'impianto alimenta due cogeneratori per la produzione di energia elettrica, come riassunto in Tabella 7. L'impianto, non essendo allacciato ad alcuna rete di teleriscaldamento, valorizza solo marginalmente (usi interni) il calore recuperato in cogenerazione.

Tabella 7: Produzione energetica dell'impianto a biogas di Lana, alimentato da FORSU (2008).

	Unità di misura	Valore
Biomassa trattata	t/a	11.522
Biogas prodotto	m ³ /a	1.248.000
Producibilità specifica biogas (su biomassa „tal quale“)	m ³ /t	108
Potenza elettrica	kW	870
Energia elettrica:		
- prodotta	kWh/a	1.732.795
- autoconsumata	kWh/a	861.331
- immessa in rete	kWh/a	871.464
Energia termica:		
- prodotta	kWh/a	2.386.749
- autoconsumata	kWh/a	500.000
- immessa in rete	kWh/a	0

Sulla base della positiva esperienza fin qui condotta nella gestione dell'impianto ed in considerazione del potenziale di biomassa ancora sfruttabile, la Provincia ha già deciso di realizzare un ampliamento dell'impianto. Il progetto prevede un aumento della capacità di trattamento fino a 25.000 t/a e l'inserimento di un'ulteriore unità di cogenerazione da 536 kW elettrici. In Tabella 8 vengono riportati i principali dati di produzione energetica attesi una volta terminati i lavori di potenziamento (previsione fine 2012).

Tabella 8: Dati di produzione energetica dell'impianto a biogas di Lana, attesi per l'anno 2012 a seguito dei lavori di potenziamento già pianificati.

	Unità di misura	Valore
Biomassa trattata	t/a	25.000
Biogas prodotto	m ³ /a	3.500.000
Producibilità specifica biogas (su biomassa „tal quale“)	m ³ /t	140
Potenza elettrica installata	kW	1.406
Energia elettrica:		
- prodotta	kWh/a	6.625.000
- autoconsumata	kWh/a	2.840.000
- immessa in rete	kWh/a	3.785.000
Energia termica:		
- prodotta	kWh/a	7.350.000
- autoconsumata	kWh/a	2.500.000
- immessa in rete	kWh/a	0

4.3 Impianti alimentati dai fanghi di depurazione civili ed industriali

In provincia di Bolzano vi sono complessivamente 55 impianti di depurazione delle acque reflue, 16 dei quali sono dotati di una linea anaerobica, attraverso la quale viene prodotto biogas dalla digestione dei fanghi risultanti dal processo di trattamento delle acque di origine civile e/o industriale.

I fanghi di depurazione sono costituiti da biomassa batterica e sostanza inerte organica ed inorganica. Le loro caratteristiche sono strettamente dipendenti dal tipo di processo che li ha generati, dal tempo intercorso tra la loro produzione ed il successivo trattamento nonché dai trattamenti già subiti. In particolare, il processo di digestione anaerobica è funzione di parametri quali il pH, l'alcalinità, i nutrienti, e la concentrazione di acidi organici.

In Provincia di Bolzano, pur essendo solamente 16 su 55 gli impianti di depurazione dotati di linea anaerobica, oltre il 90% della produzione complessiva di fanghi viene valorizzato per la produzione di biogas (Figura 8).

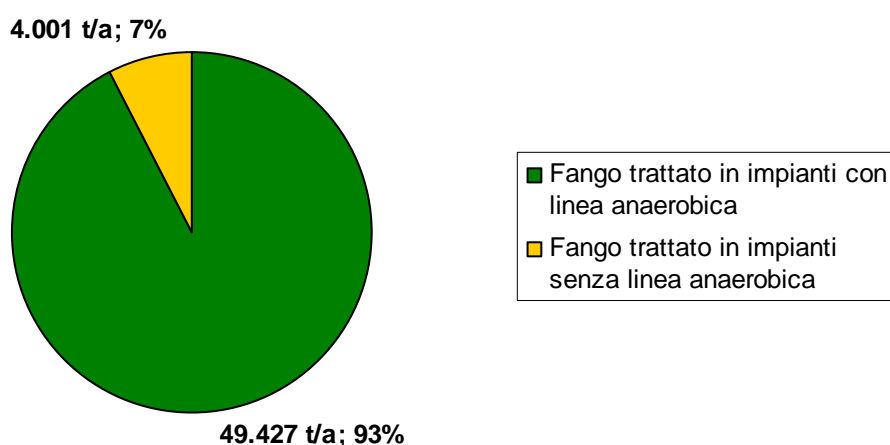


Figura 8: Quantitativi di fanghi (espressi in t/a e in percentuale) annualmente trattati negli impianti di depurazione in Alto Adige, con e senza linea di digestione anaerobica.

Per quanto riguarda l'analisi della producibilità energetica di tali unità di digestione, attraverso i dati forniti dall'Ufficio Tutela Acque della Provincia di Bolzano e dall'azienda Eco-Center S.p.a., che gestisce 6 degli impianti provinciali con linea anaerobica, è stato possibile ricostruire parzialmente la situazione attuale in termini di quantità di biogas prodotto, potenze elettriche installate ed energia elettrica prodotta (confronta Tabella 9).

In generale, partendo dal dato di energia elettrica autoprodotta, noto per ciascun impianto, può essere stimato il quantitativo di biogas complessivamente prodotto, ipotizzando un rendimento elettrico medio del 33% e un potere calorifico del biogas di 6,0 kWh/m³ (dati di letteratura confermano che il biogas prodotto da fanghi di depurazione ha un tenore di metano mediamente pari al 60%). Risulta una produzione complessiva di circa 6,7 milioni di m³ di biogas, non molto distante a quella che avviene negli impianti a biogas agricoli della Provincia.

Suddividendo questo quantitativo di biogas per la biomassa trattata, si ottiene un fattore di produzione specifica di biogas superiore a 130 m³ per tonnellata di fango tal quale digerito. Tale dato trova conferma negli impianti gestiti da Eco-Center, dove si registra un valore di producibilità specifica di biogas variabile da 95 ad oltre 155 m³/t.

Per quanto riguarda la potenza elettrica dei cogeneratori, si può in primo luogo constatare che, ipotizzando un numero di ore di esercizio pari a circa 5.000 all'anno, la produzione di oltre 10 milioni di kWh richiede una potenza media di esercizio di 2,1 MW. I cogeneratori

installati presso gli impianti gestiti da Eco-Center presentano tuttavia potenze elettriche nominali da 2 fino a 3 volte superiori rispetto alle potenze medie di esercizio richieste. Pertanto, si può stimare che la potenza elettrica complessivamente installata nelle linee anaerobiche a servizio degli impianti di depurazione della provincia di Bolzano ammonti ad oltre 5 MW.

Si deve inoltre osservare che nel corso del 2009 e del 2010 sono stati intrapresi da parte dell'azienda Eco-Center degli interventi di efficientamento delle unità di cogenerazione installate presso gli impianti di propria gestione, che hanno consentito di incrementare il rendimento elettrico fino al 37%. Pertanto, a fronte di una produzione di biogas rimasta pressoché invariata, si è registrato già nel corso del 2009 un incremento nella produzione di energia elettrica presso tali impianti.

Tabella 9: Impianti di depurazione comunali dotati di ,linea di digestione anaerobica dei fanghi, con impiego del biogas per la produzione elettrica (anno 2008).

	Impianto di depurazione con linea anaerobica	Fango trattato [t/a]	Energia elettrica autoprodotta [KWh/a]	Biogas prodotto [m³/a]	Potenza elettrica [kW]	
					media di esercizio*	installata
1	Merano	8.331	995.900	1.296.911	199	3 x 280
2	Bolzano	11.701	2.401.690	1.802.241	480	3 x 280
3	Termeno	3.603	476.560	329.014	95	3 x 138
4	Passiria	510	98.520	48.417	20	2 x 20
5	Bronzolo	5.216	904.570	489.11	181	3 x 180
6	Lana	766	208.310	154.009	42	3 x 30
7	Media Venosta	1.171	383.183	N.D.	77	N.D.
8	Alta Val d'Isarco	2.187	593.235	N.D.	119	N.D.
9	Alta val Pusteria (Wasserfeld)	937	384.164	N.D.	77	N.D.
10	Alta Badia (Sompunt)	1.281	203.690	N.D.	41	N.D.
11	San Loranzo (Tobl)	6.413	1.509.901	N.D.	302	N.D.
12	Bassa Pusteria	1.266	341.503	N.D.	68	N.D.
13	Bressanone	2.834	1.086.960	N.D.	217	N.D.
14	B.V.Isarco	1.118	435.888	N.D.	87	N.D.
15	Val Gardena (Pontives)	1.489	355.002	N.D.	71	N.D.
16	Glorenza	606	214.772	N.D.	43	N.D.
	TOT	49.427	10.593.848	6.700.000**	2.119	5.000**

*stima = energie elettrica autoprodotta / 5.000 h/a
** stima

Come evidenziato in Figura 8 il potenziale non ancora sfruttato in tale settore appare alquanto limitato, poiché solo il 7% dei fanghi complessivamente prodotti non viene valorizzato in impianti dotati di linea anaerobica.

Per quanto riguarda invece la destinazione finale di tali fanghi, la Figura 9 illustra i principali canali di smaltimento finali. Come si può notare, nel corso del 2008 la maggior parte dei fanghi è stata smaltita mediante incenerimento, in Germania o presso l'impianto di termovalorizzazione situato presso il depuratore di Oblò, San Lorenzo [1]. Circa 2/3 dei quantitativi complessivamente prodotti viene ulteriormente valorizzato mediante un impiego in agricoltura, previo compostaggio o trattamento termico, presso impianti situati al di fuori dei confini provinciali (Veneto).

Rispetto alla situazione registrata nel 2008 e fotografata in Figura 9 si è osservata negli ultimi 2 anni una diminuzione dei quantitativi destinati all'uso agronomico, a favore dei quantitativi smaltiti mediante incenerimento (specialmente in Germania). Ciò a seguito delle limitazioni

sempre più stringenti poste dalla normativa in merito all'utilizzo agronomico dei fanghi derivanti dai processi di depurazione.

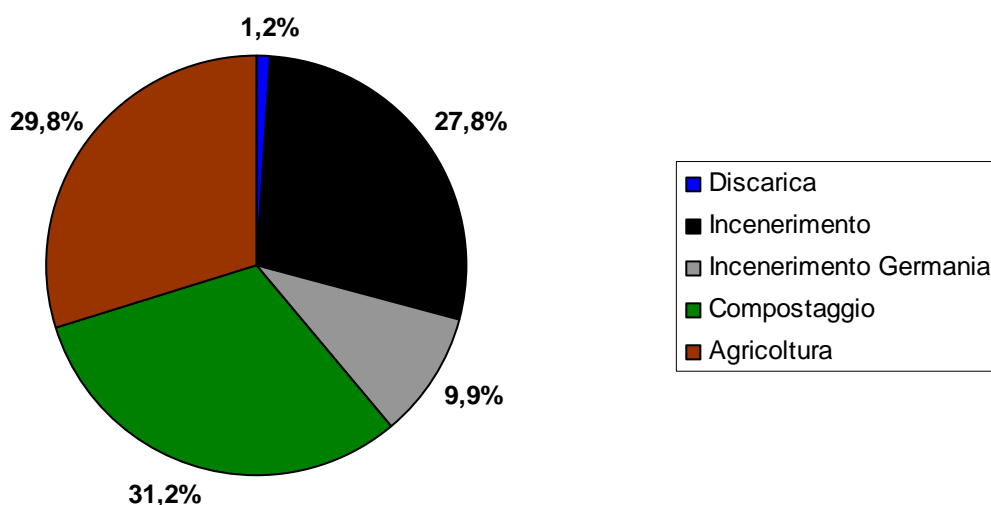


Figura 9: Destinazione finale dei fanghi trattati negli impianti di depurazione in Alto Adige (2008).

Accanto agli impianti di depurazione di tipo comunale, in Alto Adige sono presenti diversi impianti installati presso aziende, per lo più del settore agro-industriale, per il trattamento in loco dei reflui risultanti dai processi produttivi.

In particolare, ai fini della presente analisi, risulta di interesse un impianto, installato presso una delle maggiori aziende attive nel campo della distillazione, e dotato di unità di digestione anaerobica.

In tale impianto vengono smaltite oltre 15.000 tonnellate all'anno di borlande, residue del processo di distillazione della frutta. Dalla digestione anaerobica delle borlande viene prodotto biogas, valorizzato nello stesso ciclo produttivo dell'azienda per la produzione di energia ed in particolare del vapore richiesto in distillazione. Ipotizzando una producibilità specifica di 30 m³ di biogas per tonnellata di borlanda, si stima che la produzione di biogas di tale impianto ammonti a circa 450.000 m³ all'anno.

4.4 Riassunto della produzione attuale di biogas

In conclusione, sommando insieme le produzioni di biogas provenienti dai diversi impianti di digestione anaerobica installati in provincia di Bolzano, si perviene al quadro riportato in Tabella 10.

Come osservato nei paragrafi precedenti, la valorizzazione energetica del biogas prodotto è limitata, nella maggior parte dei casi, alla produzione elettrica. Il calore recuperato nelle unità di cogenerazione è impiegato quasi esclusivamente per il processo stesso di digestione anaerobica, mentre solo 5 impianti alimentati da effluenti da allevamento immettono il surplus di calore in una rete di teleriscaldamento.

Tabella 10: Riassunto della produzione energetica negli impianti a biogas installati in Provincia di Bolzano (2008).

Tipologia impianto biogas	N° impianti	Biomassa trattata [t/a]	Biogas prodotto [m ³]	Producibilità specifica media [m ³ /t]	Potenza elettrica installata [kW]	Energia elettrica prodotta [kWh]
da effluenti da allevamento	30	131.055	7.981.098	61	3.277	16.005.510
da FORSU	1	11.522	1.248.000	108	870	1.732.795
da fanghi di depurazione	16	49.427	6.700.000*	136	5.000*	10.593.848
da reflui industriali	1	15.000	450.000	30	0	0
Totale	48	207.004	16.379.098	325	9.147	28.332.153

* stima

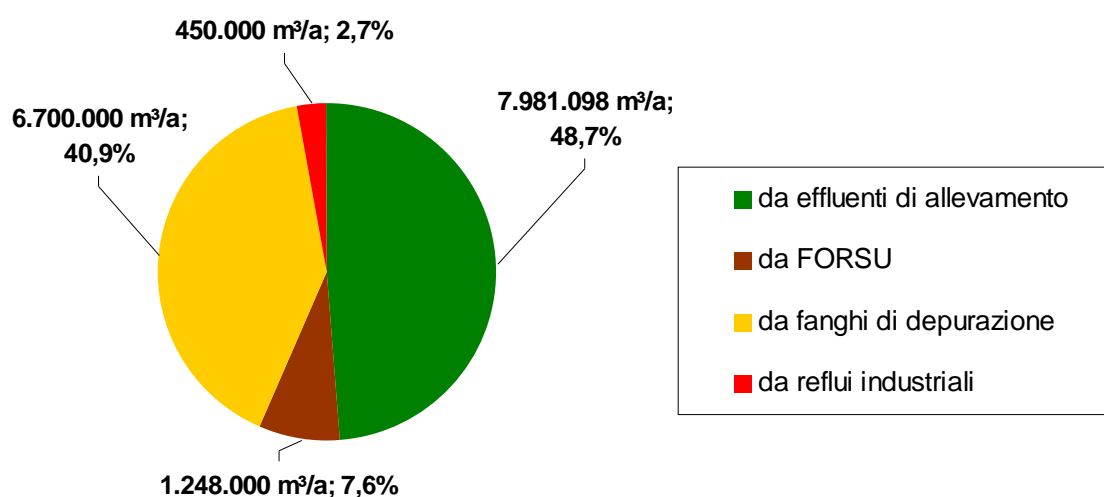


Figura 10: Suddivisione della produzione di biogas (2008) in Provincia di Bolzano (espressa in m³/a ed in percentuale), in base alla tipologia di biomassa trattata nell'impianto.

5 Analisi della disponibilità di biomassa avviabile a digestione anaerobica in Alto Adige

5.1 Produzioni agricole

5.1.1 Caratterizzazione del comparto

Rispetto ad una superficie totale di circa 7.400 km², le aree coltivabili della Provincia ammontano a circa 950 km², pari a poco meno del 13%. Di queste il 59% è occupato da prati, il 25% da frutteti e vigneti, il 9% da pascoli permanenti, circa il 3% è impiegato per la coltura di arativi e piante foraggere, mentre il 5% delle superfici è rappresentato da terreni difficilmente impiegabili per scopi agricoli (aree paludose, terreni in eccessiva pendenza o con presenza di ammassi rocciosi, ecc.).

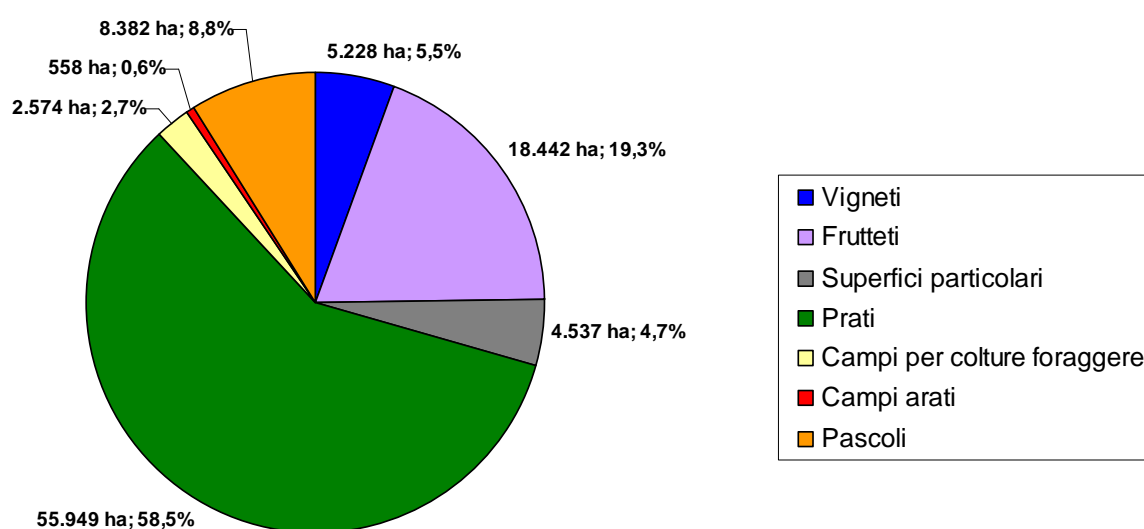


Figura 11: Destinazione d'uso e relativa estensione (espressa in ha ed in percentuale) della superficie agraria in Provincia di Bolzano.

In base alle attuali destinazioni delle superfici agrarie utilizzabili è possibile quantificare la biomassa potenzialmente producibile, come riportato in Tabella 11.

Tale calcolo è stato svolto sulla base delle seguenti ipotesi:

- per quanto riguarda i prati si è ipotizzato di poter praticare 2 o 3 volte all'anno lo sfalcio dell'erba, a seconda dell'altitudine delle superfici e conseguente velocità di crescita;
- nel caso delle superfici coltivate a frutteti e vigneti si è ipotizzato di recuperare parte dell'erba che cresce tra i filari. Tale operazione è stata considerata non praticabile per i vigneti che presentano un'inclinazione maggiore di 30° e che sono pari all'16% del totale;
- la produzione vegetale dei pascoli è stata esclusa perché già sfruttata per l'alimentazione del bestiame;
- le rese di produzione delle diverse superfici ed i fattori di producibilità specifica di biogas sono stati forniti dall'Ufficio Meccanizzazione agricola della Provincia di Bolzano. Tali

valori, che tengono già conto di eventuali perdite nella fase di trasporto e deposito della biomassa raccolta, sono riportati in Tabella 11.

Tabella 11: Estensione delle aree coltivabili della Provincia di Bolzano con indicazione della tipologia di biomassa ottenibile e dei fattori di produzione di sostanza organica per ettaro.

Aree coltivabili	Estensione [km ²]	Tipologia di biomassa ottenibile	Fattori di produzione	
			[t SV / ha a]	[t tal quale / ha a] ³
Prati	559,5	Erba	5,5	24,4
Campi per colture foraggere	25,7	Colture foraggere	12,5	55,6
Campi arati	5,6	Colture seminative	12	53,3
Vigneti	52,3	Erba	1,4	6,2
Frutteti	184,4	Erba	1,5	6,7
Superfici particolari	45,4	Erba	2,13	9,5

5.1.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico e potenziale effettivo

Sulla base delle estensioni delle aree coltivabili e dei fattori di produzione riportati nel paragrafo precedente, si è giunti ad una stima delle produzioni agricole teoricamente disponibili.

Come visto, la maggior parte delle aree coltivabili è occupata dai prati. L'effettiva disponibilità di erba derivante dallo sfruttamento di queste superfici è quindi condizionata dalla reale possibilità di sottoporre a sfalcio 2/3 volte all'anno delle aree dislocate spesso in altura. Inoltre, l'erba attualmente ricavata dallo sfalcio dei prati viene impiegata per l'alimentazione animale. Si ipotizza pertanto che i quantitativi di erba ottenibili dallo sfalcio dei prati ed effettivamente conferibili in impianti biogas siano del tutto trascurabili.

Nel caso invece dell'erba recuperabile da vigneti e frutteti e che attualmente non trova una reale valorizzazione, si ipotizza che il potenziale effettivamente sfruttabile sia pari al 25% del potenziale teorico.

Quanto alle superfici particolari, ovvero il cui sfruttamento è ostacolato dalla conformazione morfologica (aree paludose, pendenti, ecc.), queste non vengono considerate nel calcolo della biomassa effettivamente sfruttabile in impianti biogas.

Anche per quanto riguarda le produzioni derivanti dai campi arati o destinati a colture foraggere non è giustificato ipotizzare che queste siano conferite in impianti biogas, in quanto la loro coltivazione è destinata al consumo umano o animale.

Di fatto, quindi, a fronte di un potenziale di biomassa considerevole, i quantitativi tecnicamente sfruttabili per i processi di digestione risultano molto più ridotti e limitati ad una parte dell'erba recuperabile dai filari di frutteti e vigneti.

Come si può notare nella Tabella 12 i quantitativi di scarti vegetali in genere (per lo più pellet d'erba) già avviati a fermentazione anaerobica sono attualmente trascurabili (426 tonnellate) rispetto al potenziale effettivo da sfruttare (confronta capitolo 4.1).

³ Si è ipotizzato un contenuto medio di Sostanza Secca organica su biomassa tal quale pari a 0,225 (ST/biomassa tal quale = 0,25; SV/ST = 0,90).

Tabella 12: Potenziale teorico e potenziale effettivo di biomassa derivante dalle produzioni agricole in Provincia di Bolzano (anno medio).

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Erba da prati e superfici particolari	1.410.579	426	0
Erba da frutteti e vigneti	239.068,00	0	59.767
Colture foraggere	143.011	0	0
Colture seminative	29.744	0	0
Totale	1.822.402	426	59.767

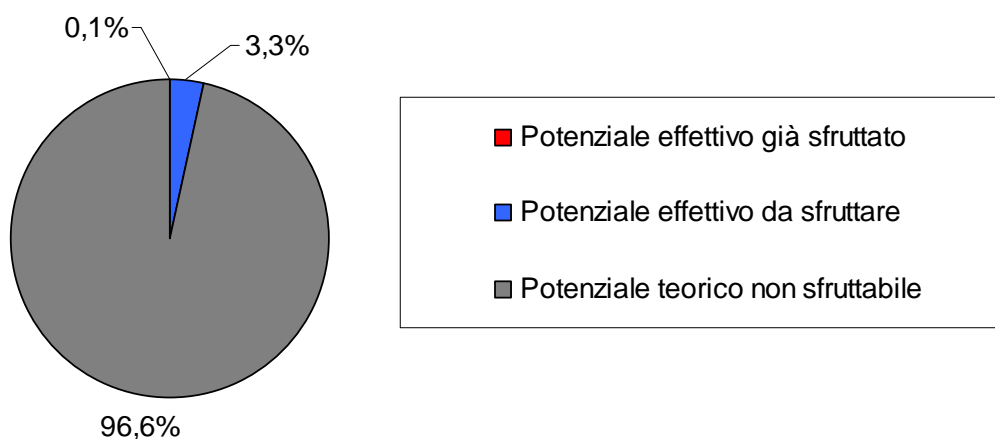


Figura 12: Potenziale effettivo già sfruttato, potenziale effettivo da sfruttare e potenziale teorico non sfruttabile relativo alle produzioni agricole.

5.1.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

Sulla base dei dati riportati in Tabella 13 è stato calcolato il biogas ottenibile dalla digestione anaerobica del potenziale effettivo da sfruttare delle produzioni agricole, stimato al paragrafo precedente. I dati di producibilità specifica di biogas sono stati elaborati dall'Ufficio Meccanizzazione Agricola della Provincia di Bolzano.

Tabella 13: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da produzioni agricole.

Biomassa	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
			[m³/t SV]	[m³/t]	[m³/t SV]	[m³/t]
Erba	25-30	83-93	400-520	80 - 145		
Colture foraggere			560			
Colture seminative			550			

Tabella 14: Stima della producibilità totale di energia da produzioni agricole (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m³/t tal quale]	[m³/a]	[kWh/a]
Erba	59.767	90	5.379.030	29.046.762
Totale	59.767	90	5.379.030	29.046.762

5.1.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Le mappe riportate in Figura 13 e Figura 14 danno un'indicazione qualitativa della distribuzione di biomassa proveniente dalle produzioni agricole nei diversi comuni della Provincia.

Come già osservato, gli unici contributi realisticamente valorizzabili in digestione anaerobica provengono dalle superfici destinate alla coltivazione di frutteti e vigneti, che in parte potrebbero essere sottoposte allo sfalcio dell'erba che cresce tra i filari.

Pertanto i comuni in grado di fornire dei quantitativi di biomassa vegetale (erba) interessante per la produzione di biogas sono soprattutto quelli siti lungo la valle dell'Adige, nei quali si concentrano le superfici ricoperte da vigneti e frutteti.

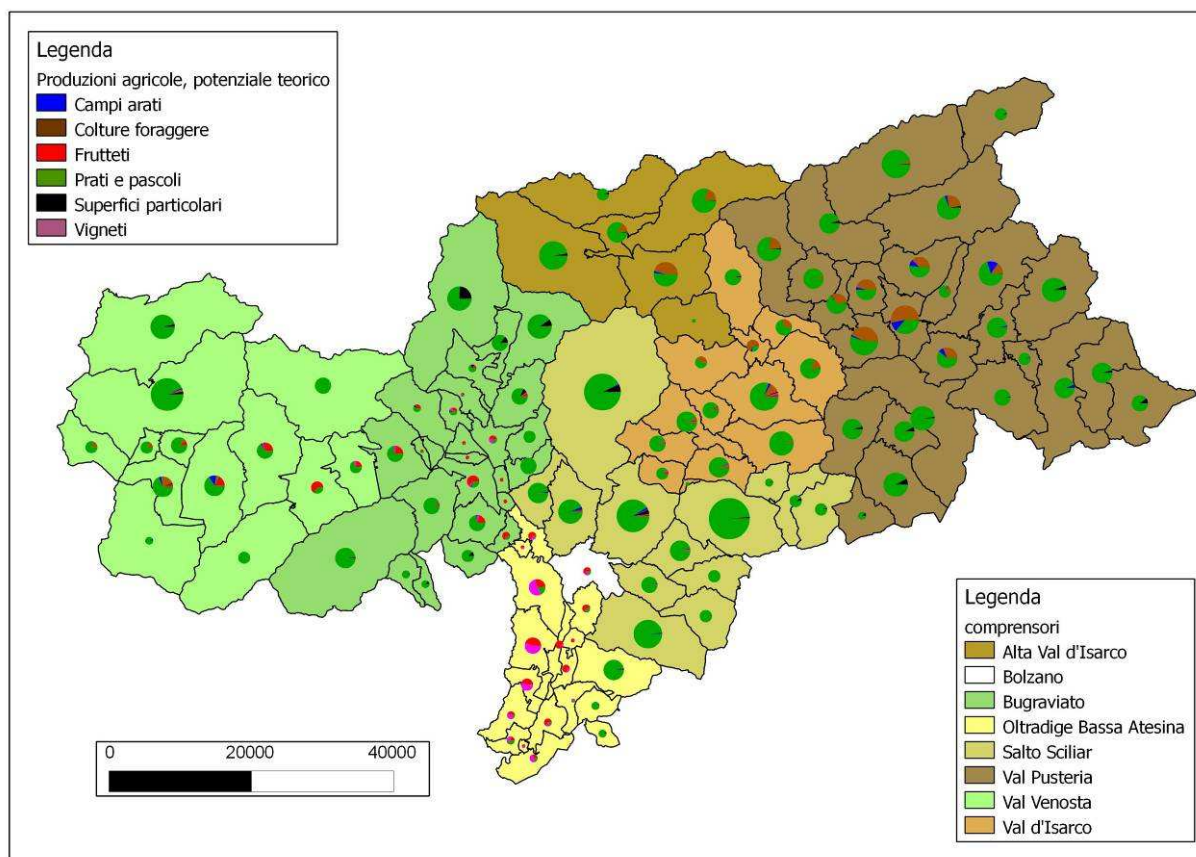


Figura 13: Distribuzione qualitativa del potenziale teorico di biomassa da produzioni agricole nei diversi comuni dell'Alto Adige. La dimensione del grafico a torta è proporzionale al quantitativo di biomassa disponibile.

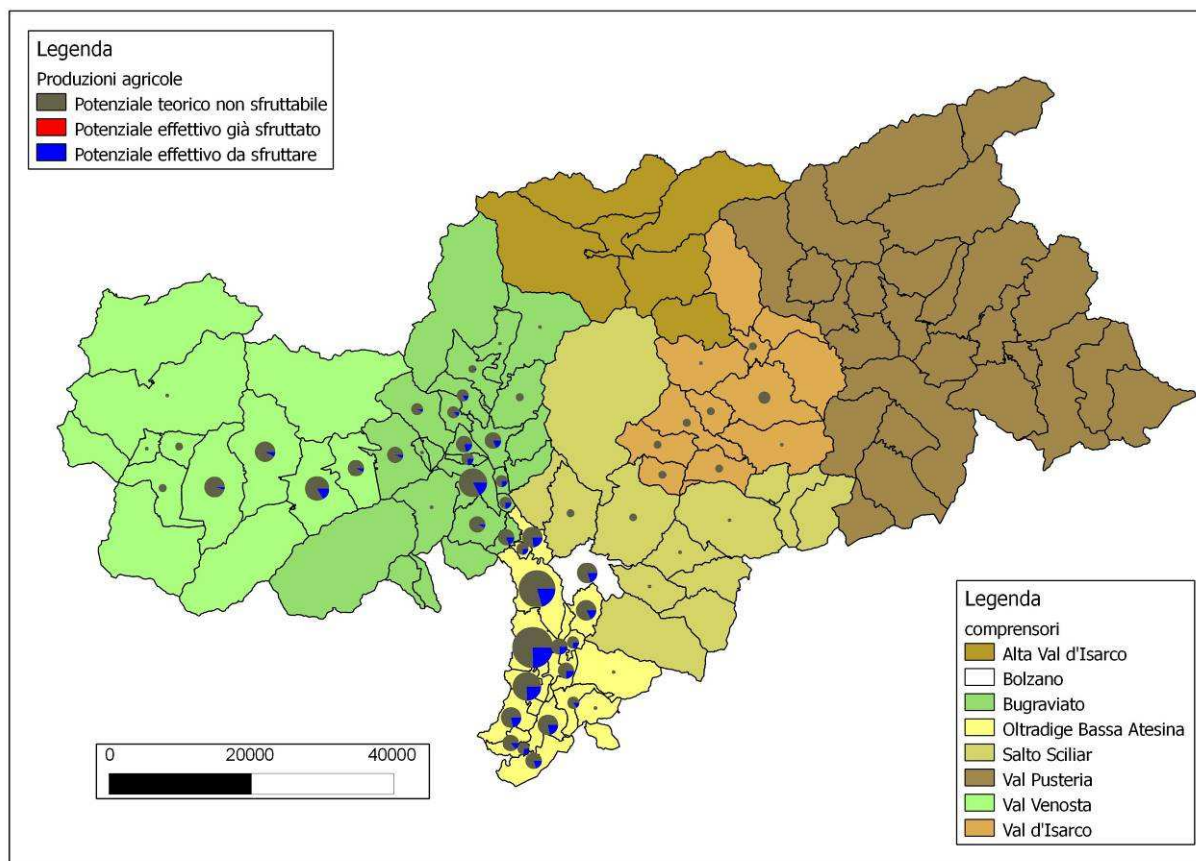


Figura 14: Distribuzione qualitativa delle produzioni agricole nei comuni dell'Alto Adige dotati di un potenziale effettivo da sfruttare non nullo.

5.2 Reflui zootecnici

5.2.1 Caratterizzazione del comparto

La stima del potenziale di biogas producibile dai reflui zootecnici è stata condotta considerando esclusivamente i reflui prodotti dal settore bovino. La consistenza degli allevamenti di altre specie animali in Alto Adige è, infatti, trascurabile rispetto all'allevamento bovino.

L'allevamento bovino è una pratica ancora molto diffusa in Provincia di Bolzano, ove quasi ogni comune conta un certo numero di capi. La consistenza totale degli allevamenti bovini provinciali è riportata in Tabella 15.

Gli effluenti prodotti da tali allevamenti (letami e liquami) sono diventati negli ultimi anni sempre più una criticità per le aziende zootecniche.

Infatti, nonostante le loro caratteristiche idonee al reimpiego in agricoltura in qualità di ammendanti, la pratica dello spargimento nei campi deve confrontarsi con una serie di limitazioni a livello sia normativo, che più in generale gestionale (problematica degli odori in fase di spargimento).

Il recepimento e l'applicazione, anche in Italia, della Direttiva Nitrati⁴, ha spesso imposto agli allevatori di rivedere le strategie gestionali per quanto riguarda il destino degli effluenti. Tale Direttiva prevede tra i suoi obiettivi, uno stretto controllo degli apporti azotati sui terreni, con significative restrizioni (170 kg N/ha) nelle Zone classificate come Vulnerabili ai Nitrati (ZVN). Dal momento che gli effluenti zootecnici sono caratterizzati, oltre che da un elevato carico organico, da alti tenori di azoto e fosforo, si pone il problema del loro smaltimento, soprattutto per quegli allevatori che non possono disporre di un'estensione di terreni sufficiente in rapporto al numero di capi allevati.

Oltre alle problematiche ambientali, i fenomeni di inquinamento olfattivo legati alla pratica dello spargimento degli effluenti rappresentano spesso un'ulteriore criticità, specialmente nelle realtà comunali a vocazione turistica.

Da questo punto di vista il conferimento dei reflui zootecnici in impianti biogas appare un'opportunità interessante, anche se non risolutiva, delle problematiche sopra riportate.

Infatti, la digestione anaerobica degli effluenti, pur diminuendo il carico organico degli stessi, non altera in maniera significativa il contenuto di azoto e fosforo del digestato in uscita dagli impianti. Tuttavia, la valorizzazione energetica ottenuta mediante produzione di biogas può rappresentare un utile contributo economico nel processo di smaltimento degli effluenti, che è in genere a titolo oneroso.

Anche riguardo l'inquinamento olfattivo la digestione anaerobica può rappresentare una soluzione per ridurre il problema in quanto nel processo di decomposizione della sostanza organica vengono degradati anche quei composti ammoniacali responsabili delle esalazioni olfattive.

Per quanto riguarda le destinazioni attuali delle deiezioni animali, l'impiego agronomico diretto rimane la soluzione più applicata, accanto al conferimento in impianti a biogas esistenti.

Il fattore di produzione riportato in Tabella 16 unisce insieme effluenti d'allevamento liquidi e solidi; tale fattore di produzione è stato fornito dall'Ufficio Meccanizzazione Agricola della Provincia di Bolzano.

⁴ Col nome convenzionale di Direttiva Nitrati si individua la direttiva comunitaria 91/676/CEE. La direttiva è stata recepita dalla successiva normativa italiana tramite il decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e il decreto ministeriale 7 aprile 2006.

Tabella 15: Consistenza complessiva degli allevamenti bovini in Provincia di Bolzano, espressa in UBA.

Anno di riferimento	Unità Bovine Adulte	
	≤ 2 anni	> 2anni
2007	25.890	89.958
2008	26.778	89.921

Tabella 16: Caratteristiche dei reflui bovini.

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg/a UBA ⁵]	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
Letame bovino	22	Sottoprodotto/ rifiuto	Uso agronomico/ impianti biogas esistenti	02 01 06
Liquame bovino				

5.2.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico e potenziale effettivo

Moltiplicando il numero di Unità Bovine Adulte allevate in Provincia per il fattore di produzione riportato in Tabella 16 è stata ottenuta una stima dei reflui da allevamento complessivamente prodotti in Alto Adige (potenziale teorico).

Come anticipato nel capitolo 3.1.2, non tutta la biomassa prodotta è effettivamente sfruttabile, in quanto i bovini di età inferiore ai 2 anni (pari circa al 23% del numero totale di capi allevati in provincia di Bolzano) vengono in genere portati in alpeggio e le loro deiezioni non sono quindi recuperabili.

Inoltre, l'effettiva possibilità di conferire in impianti biogas le deiezioni prodotte dai bovini che rimangono in stalla si scontra con le problematiche logistiche, legate alla grande dispersione degli allevamenti nei diversi comuni della provincia ed ai conseguenti costi di trasporto. Pertanto si ritiene che non più del 50% degli effluenti prodotti dagli allevamenti in stalla (al netto dei quantitativi già valorizzati) sia effettivamente valorizzabile in impianti biogas.

Considerando invece i quantitativi di deiezioni attualmente già avviati a digestione anaerobica (confronta capitolo 4.1) questi rappresentano il 12% del potenziale provinciale effettivamente ancora sfruttabile.

Tabella 17: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dai reflui zootecnici prodotti in Provincia di Bolzano (anno 2008).

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Letame bovino	2.555.708	115.156	927.057
Liquame bovino			
Totale	2.555.708	115.156	927.057

⁵ Unità Bovina Adulta

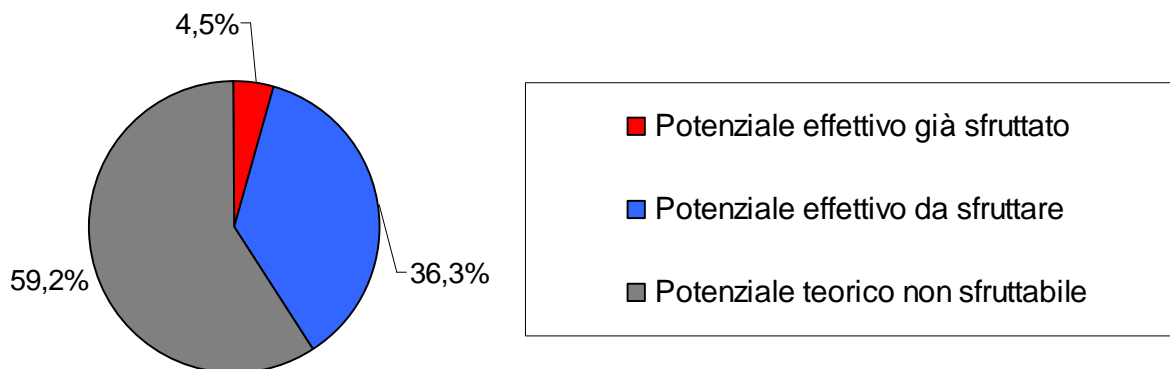


Figura 15: Potenziale effettivo già sfruttato, potenziale effettivo da sfruttare e potenziale teorico non sfruttabile dei reflui da allevamento.

5.2.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

La stima della produzione di biogas dalla quantità di effluenti di allevamento bovino corrispondente al potenziale effettivo da sfruttare è stata svolta sulla base dei dati di produzione specifica riportati in Tabella 18.

Pur essendoci una sostanziale differenza nella producibilità di biogas tra effluente solido e liquido, per questa analisi si è utilizzato un fattore di producibilità riferito ad un effluente medio, contenente sostanza organica sia palabile (letame) che liquida (deiezioni liquide ed altri reflui di allevamento).

A questo riguardo si osserva che elaborando i dati di produzione energetica degli impianti esistenti in Provincia di Bolzano, alimentati da effluenti di allevamento, risulta un valore medio maggiore di producibilità specifica di biogas, compreso tra i 40 ed i 50 m³ per tonnellata di refluo tal quale. Tali reflui sono composti mediamente da letame e liquame bovino (solo in minima parte suino ed equino), oltre a residui vegetali di lettiera (fieno e paglia).

Tabella 18: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da effluenti di allevamento.

Biomassa	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
	[%]	[%]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Letame bovino	9-10	75-80	350	25	190	14
Liquame bovino						

Tabella 19: Stima della producibilità totale di energia da effluenti di allevamento (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
Letame bovino	927.057	25	23.176.422	125.152.677
Liquame bovino				
Totale	927.057	25	23.176.422	125.152.677

5.2.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

La Figura 16 riporta la distribuzione nei diversi comuni dell'Alto Adige dei quantitativi di reflui da allevamento potenzialmente avviabili a digestione anaerobica.

La mappa mostra come anche in questo caso la disponibilità di biomassa proveniente da questo settore appare ben distribuita all'interno del territorio provinciale, con quantitativi particolarmente elevati nella parte centro orientale.

Confrontando questa mappa con quella di Figura 3 emerge la presenza di aree caratterizzate da una notevole disponibilità di biomassa (comprensorio Salto Sciliar) ma attualmente fornite di pochi impianti biogas e di capacità limitata.

Queste considerazioni verranno tuttavia riprese ed approfondite nel capitolo 6.2.1, ove verrà svolta un'analisi di possibili scenari di sviluppo del settore della digestione anaerobica in Alto Adige.

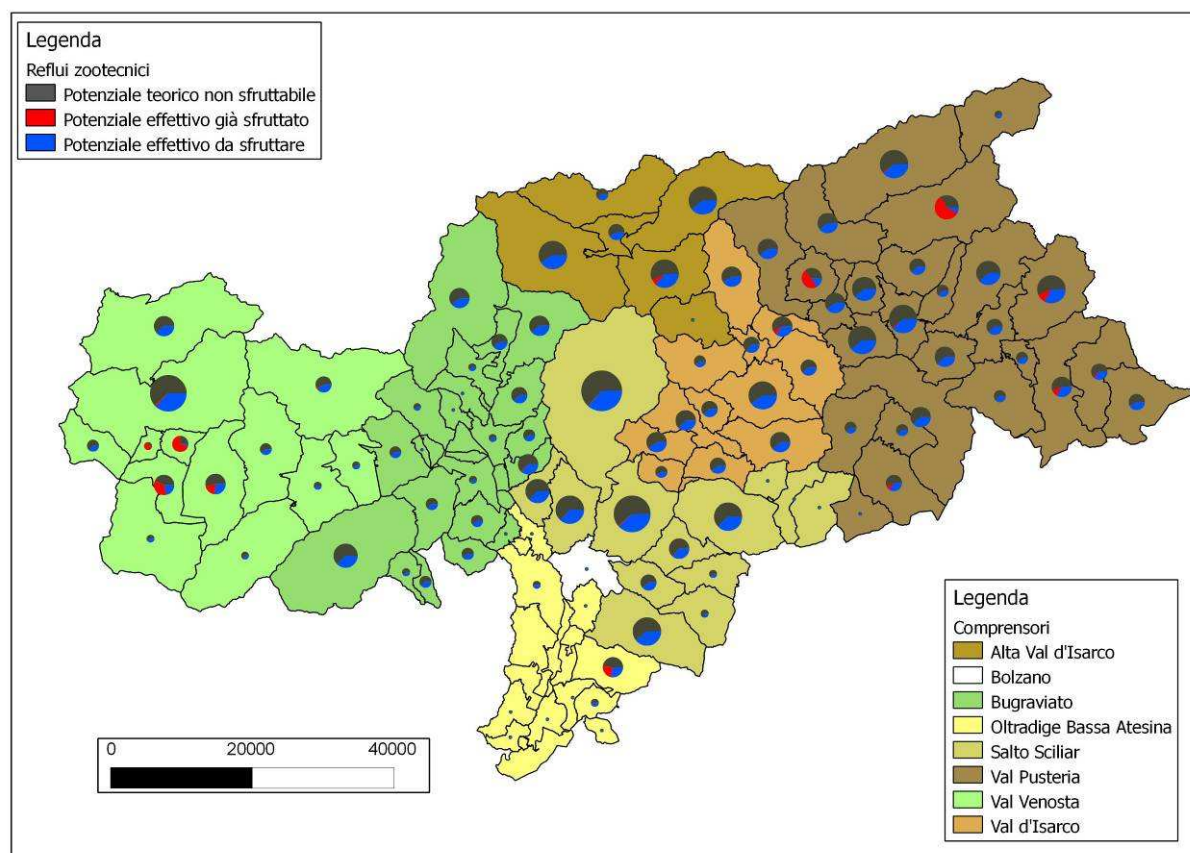


Figura 16: Distribuzione qualitativa della produzione di reflui da allevamento, nei diversi comuni dell'Alto Adige. La dimensione del grafico a torta è proporzionale al potenziale teorico.

5.3 Reflui e scarti agro-industriali

L'analisi dei reflui e scarti agro-industriali è stata svolta suddividendo il comparto negli 8 macro settori più rappresentativi in Provincia di Bolzano, ovvero:

1. industria del latte;
2. industria della frutta;
3. industria del vino;
4. industria della distillazione;
5. industria delle carni - macellazione;
6. industria della birra;
7. industria dei cereali;
8. industria del pane e dei prodotti dolciari.

L'analisi di ciascuna area è stata svolta sulla base delle informazioni reperite attraverso interviste dirette ad aziende e singoli esperti ed associazioni di categoria, come illustrato nel capitolo 3.1.4.

Nei capitoli seguenti, per ciascun comparto è stata proposta dapprima una caratterizzazione generale, con descrizione della tipologia di scarti tipicamente prodotti ed indicazione delle prescrizioni normative relative al loro smaltimento.

Quindi sono stati stimati i quantitativi di biomassa di scarto prodotti in Alto Adige, sono stati ricostruiti gli attuali flussi di materia ed infine calcolati il potenziale teorico, il potenziale effettivo già sfruttato per la digestione anaerobica ed il potenziale effettivo ancora da sfruttare. L'analisi è stata corredata con un'indicazione della distribuzione sul territorio dei potenziali di biomassa determinati.

Infine, sulla base di fattori di producibilità specifica di biogas caratteristici per ogni tipologia di biomassa di scarto, è stata calcolata la producibilità di energia dalla biomassa effettivamente sfruttabile in impianti biogas.

5.3.1 Industria del latte

5.3.1.1 Caratterizzazione del comparto

L'industria della lavorazione del latte conta in Alto Adige numerose aziende, la maggior parte delle quali a carattere artigianale. Circa 8 aziende, tra caseifici, centrali del latte, cooperative agricole, sono di medie e grandi dimensioni.

Di queste 8 aziende, tuttavia, 4 sono responsabili di circa l'85% della produzione complessiva e una sola azienda copre il 50% della intera lavorazione del latte a livello provinciale.

I cicli di lavorazione comprendono in generale il trattamento del latte appena munto per la produzione di latte fresco e a lunga conservazione e il suo impiego per la produzione di formaggio, yogurt, ricotta e burro.

La lavorazione industriale del latte per la produzione di burro e formaggi dà origine a notevoli quantità di reflui. A titolo di esempio, dalla lavorazione in caseificio di 10 kg di latte si ottengono mediamente 1-2 kg di formaggio, a seconda del tipo, e 8-9 kg di reflui di risulta [2]. Nel caso specifico della lavorazione del formaggio, il refluo in questione prende il nome di "siero", a sua volta classificato, in base al processo di coagulazione applicato, in:

- siero dolce, derivante dalla lavorazione dei formaggi a pasta pressata (parmigiano, pecorino) o a pasta molle (Brie, Camembert);
- siero acido, derivante dalla lavorazione di formaggi freschi (mozzarella, mascarpone, robiola).

Il siero può essere ulteriormente lavorato, con separazione della ricotta. Questa è l'ultima fase delle lavorazioni casearie e porta alla rimozione della maggior parte delle proteine ancora presenti in soluzione. Il siero deproteinizzato prende il nome di "scotta" (confronta Figura 17).

Dalla produzione di burro e yogurt derivano degli scarti (rispettivamente il latticello ed il condensato) con potere proteico maggiore rispetto al siero.

La produzione di yogurt e formaggi presenta forti variabilità stagionali, con periodi di punta in prossimità delle festività natalizie e pasquali.

Pertanto, i reflui di caseificio possono avere una composizione variabile nel tempo e difficilmente prevedibile.

In Figura 17 vengono illustrate le principali destinazioni dei sottoprodotti di scarto. Come si può notare, accanto a possibili recuperi per la produzione di mangimi e formaggi fondenti, la grande maggioranza dei reflui di scarto viene in genere smaltita come fango o acqua di scarico.

Tuttavia, l'elevato contenuto organico del siero, in particolare, impone che per il conferimento nelle condotte fognarie siano rispettati parametri chimico-fisici stabiliti da normative specifiche (D.Lgs 152/2006). Ciò allo scopo di garantire che gli impianti di depurazione posti a valle siano in grado di smaltire gli elevati valori di carico organico introdotti da questi reflui. A titolo di esempio, dal punto di vista del carico inquinante il flusso di siero proveniente da un caseificio di piccole dimensioni (20 m³ di reflui al giorno) si può paragonare con l'inquinamento prodotto da una popolazione di circa 10.000 abitanti.

Inoltre, per smaltire il siero come rifiuto (rifiuto speciale non pericoloso), l'azienda deve attenersi ad una serie di disposizioni (dettate dal D.Lgs 22/1997, Decreto Ronchi e successive modificazioni) e conferirlo esclusivamente a ditte autorizzate al trasporto, recupero e smaltimento di tale residuo di lavorazione.

In un'ottica più generale, le possibili alternative per la valorizzazione del siero risultano sostanzialmente tre:

- la concentrazione e frazionamento del refluo con successivo recupero di singole componenti ad elevato valore aggiunto, che possono essere impiegati ad esempio nell'industria della cosmesi;
- l'uso del siero come substrato a basso costo per la produzione fermentativa di acido lattico o di bioproteine (lieviti) da destinare all'alimentazione zootecnica;
- la concentrazione termica del siero e il successivo impiego dei concentrati come ingredienti in altri prodotti alimentari o per la formulazione di mangimi per animali di allevamento.

Per quanto riguarda la possibilità di valorizzazione energetica del siero e degli altri scarti in impianti biogas, nei capitoli successivi verrà affrontato più nel dettaglio l'argomento, con una caratterizzazione dell'idoneità per ciascuna tipologia di sottoprodotto.

Dal punto di vista normativo gli scarti della lavorazione del latte sono inquadrati come sottoprodotti di origine animale e pertanto il loro trattamento deve rispettare i criteri imposti dal regolamento CE 1774/2002 (confronta capitolo 3.2.1.2 e 5.3.5).

In particolare, a seconda della tipologia di prodotto, gli scarti vengono diversamente inquadrati nelle seguenti categorie:

- categoria 2 (grado di rischio medio): latte;
- categoria 3 (grado di rischio lieve): siero, scotta, latte crudo proveniente da animali che non presentano sintomi clinici di malattie trasmissibili all'uomo o agli animali, prodotti a base di latte.

Il regolamento CE 79/2005 applica quanto contenuto nel regolamento CE 1774/2002 relativamente all'uso del latte, dei prodotti a base di latte e dei sottoprodotti del latte classificati come scarti di categoria 3.

Per quanto riguarda nello specifico la possibilità di conferire gli scarti della lavorazione del latte in impianti di digestione anaerobica, tale canale di valorizzazione è esplicitamente

contemplato nel regolamento CE 1774/2002, previo trattamento obbligatorio di pastorizzazione a 70°C per almeno 60 minuti.

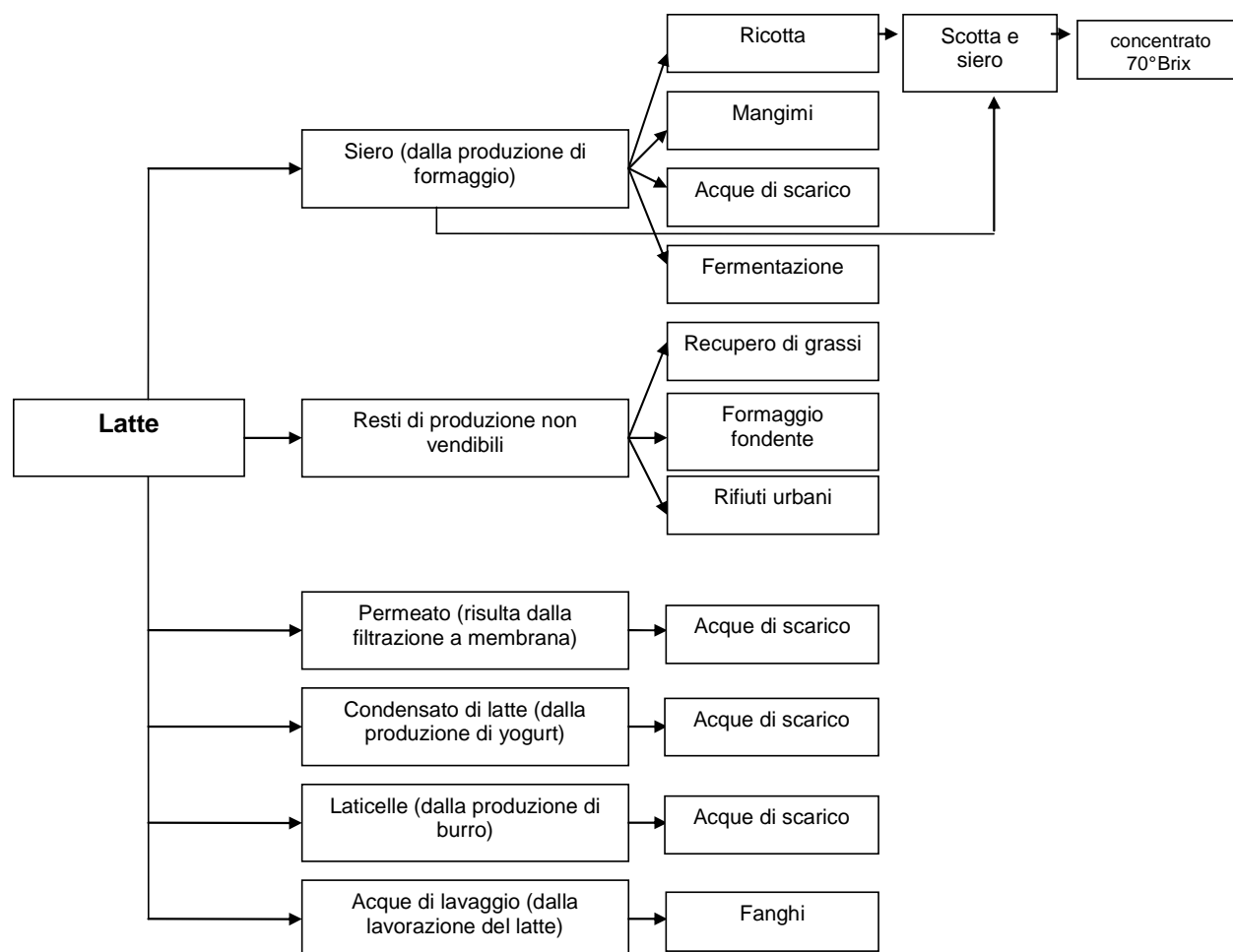


Figura 17: Caratterizzazione dei prodotti di scarto dell'industria lattiero-casearia, con indicazione della possibile destinazione finale.

Caratteristiche degli scarti dell'industria del latte.

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg scarto/ t prodotto finito] ⁶	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
Siero / scotta	500	SOA	Impianti di depurazione	02 05 01/02
Latticello (prod burro)	5,4	SOA	Mangime, impianti di depurazione e compostaggio	02 05 01
Permeato (filtrazione)		SOA		02 05 01
Scarti di yogurt		SOA		02 05 01
Formaggio di III qualità		SOA		02 05 01
Prodotti scaduti / non venduti		SOA		02 05 01
Reflui lavaggio impianti	-	rifiuto	Impianti di depurazione	02 05 99

⁶ Il fattori di produzione sono stimati dividendo i quantitativi di scarti delle aziende intervistate per la produzione complessiva di ciascuna azienda (latte, formaggi, yogurt, ecc.).

5.3.1.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Sulla base delle interviste condotte alle aziende selezionate è stato possibile quantificare la consistenza degli scarti provenienti dalle settore lattiero-caseario altoatesino.

In considerazione della grande varietà di sottoprodotti derivanti da questo comparto, si è svolta necessariamente un'analisi di massima, che non tiene conto delle differenze presenti tra le singole aziende di lavorazione del latte.

I quantitativi di biomassa attualmente prodotti vengono distinti essenzialmente in 2 tipologie: siero/scotta e altri resti di produzione, comprendenti latticello, condensato, prodotti non venduti, ecc.

Per quanto riguarda la possibilità di valorizzare tali prodotti in impianti biogas, appare chiaro che il siero rappresenta dal punto di vista quantitativo il potenziale più interessante per la produzione energetica.

Complessivamente si stima che siano prodotti in Alto Adige circa 120.000 tonnellate di siero all'anno, derivante dalla produzione di formaggio. Questo siero, a sua volta, viene in parte impiegato per la produzione della ricotta. La quantità totale di siero (deproteinizzato e non) è costituita per il 75% da siero dolce e per il 25% da siero acido.

Attualmente, la maggior parte del siero prodotto in provincia (riferibile alle 2 maggiori ditte del settore) trova già una forma di valorizzazione appropriata, in quanto viene processato attraverso impianti di concentrazione installati in azienda e trasformato in un liquido denso, che viene venduto fuori provincia per impieghi che possono andare dall'alimentazione diretta degli animali, al frazionamento e conseguente impiego in prodotti alimentari e cosmesi.

Tuttavia, anche per le aziende che adottano tale pratica potrebbe essere interessante una soluzione alternativa, in quanto non sempre i ricavi offerti da questo canale di vendita riescono a coprire i costi del processo di concentrazione e del trasporto.

Per quanto riguarda, invece, la restante parte degli scarti di produzione risulta che circa 1.400 tonnellate di scarti, per lo più provenienti dai separatori di grassi, vengono conferiti in impianti a biogas (confronta capitolo 4).

Considerati gli attuali canali di valorizzazione e la buona qualità di questo tipo di scarto per il processo di digestione anaerobica, appare ragionevole l'ipotesi illustrata al capitolo 3.2.2.3 di considerare come potenziale ancora sfruttabile il 25% del potenziale teorico complessivo, al netto dei quantitativi già avviati a digestione anaerobica.

Tabella 20: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dalle industrie di lavorazione del latte dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Siero / scotta	120.000	55	29.986
Latticello (prod burro)	2.500	1.407	274
Permeato (filtrazione)			
Scarti di yogurt			
Formaggio di III qualità			
Prodotti scaduti / non venduti			
Totale	122.500	1.462	30.260

5.3.1.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

La produzione di biogas dal solo siero pone una serie di problematiche dal punto di vista tecnico, a causa dell'eccessiva acidità del prodotto. Pur essendoci a livello europeo alcuni

esempi⁷ di impianti che trattano esclusivamente siero acido, è in genere più diffuso l'inserimento del siero come cofermento in impianti di digestione anaerobica alimentati da effluenti da allevamento.

Dal punto di vista del potenziale di produzione, gli scarti lattiero-caseari sono un ottimo substrato, come evidenziato in Tabella 21.

Tabella 21: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da scarti lattiero-caseari [3].

Biomassa	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
	[%]	[%]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Siero / scotta	4-7	80-92	800-900	20-30	430	20
Scarti di produzione (latticello, permeato, prodotti scaduti,...);	15-20			500		

Tabella 22: Stima della producibilità totale di energia da scarti lattiero-caseari (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
Siero / scotta	29.986	25	749.656	4.048.144
Scarti di produzione (latticello, permeato, prodotti scaduti,...);	274	500	136.625	737.775
Totale	30.260		886.281	4.785.919

5.3.1.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Dal punto di vista della distribuzione a livello comunale, la Figura 18 mostra come la produzione di scarti sia concentrata nei comuni (Bolzano, Merano, Bressanone, Vipiteno) ove hanno sede le 4 maggiori aziende della provincia, responsabili di circa l'85% della produzione dell'intero territorio.

⁷ Impianto biogas di Wels in Austria: <http://www.aat-biogas.at/de/aktuell/aktuell.php?id=3>

Dal trattamento giornaliero di 180 m³ di siero e altrettanti 180 m³ di acque di lavaggio vengono prodotti 12.000 kWh elettrici e 14.000 kWh termici.

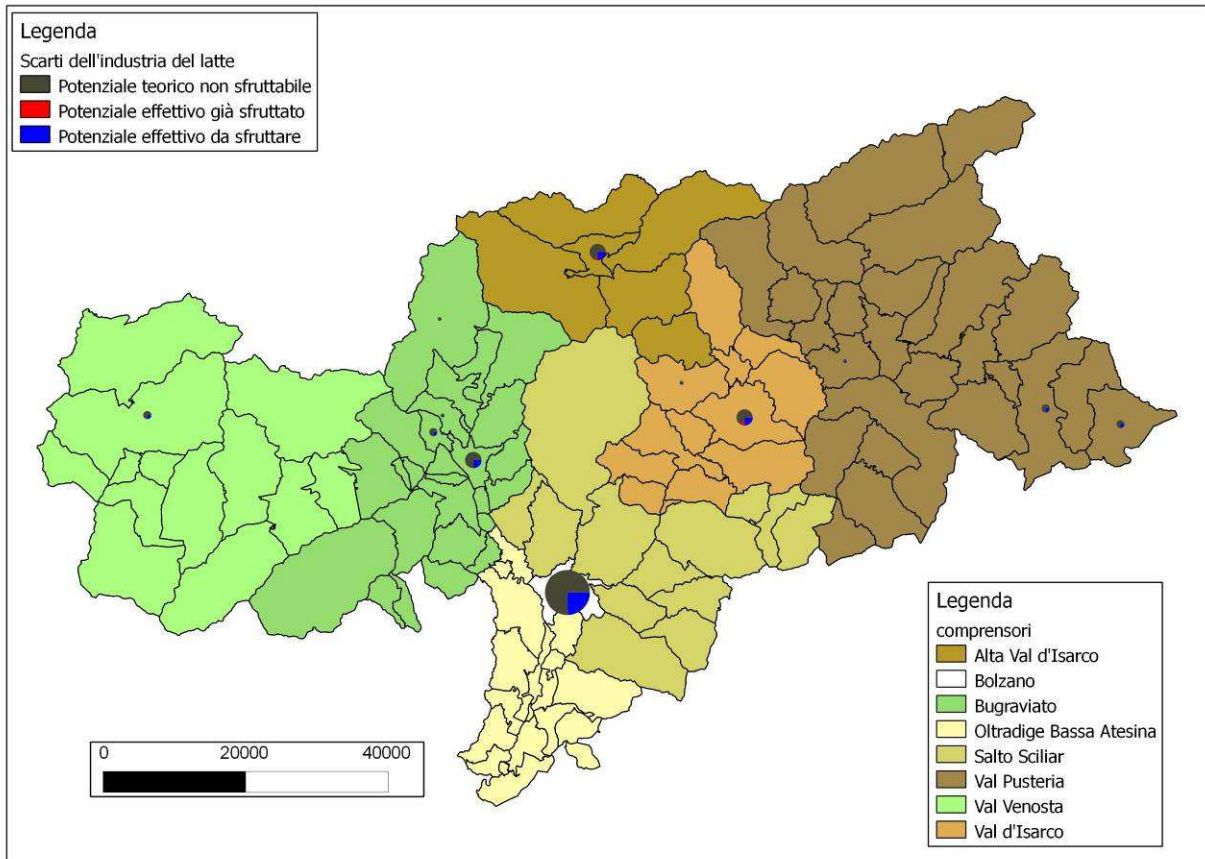


Figura 18: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dall'industria di lavorazione del latte nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.2 Industria della lavorazione della frutta

5.3.2.1 Caratterizzazione del comparto

Nell'industria della lavorazione della frutta, se si escludono i piccoli produttori locali, risultano attive 3-4 aziende. I maggiori quantitativi vengono tuttavia trattati da 2 aziende di grosse dimensioni. Queste 2 aziende, attive nella produzione di succhi, polpa e centrifugati di frutta, producono la quasi totalità degli scarti organici del settore.

Per quanto riguarda invece la natura degli scarti di produzione, il comparto può essere suddiviso in 2 grandi settori, a seconda del tipo di lavorazione svolto.

Il trattamento della frutta fresca per la sua vendita diretta genera pochi scarti, per lo più resti di prodotti non vendibili, che in genere confluiscono nella filiera della lavorazione della frutta.

La lavorazione della frutta per la produzione di succhi, puree, mele cotte e confetture genera invece un maggior numero di sottoprodotti (bucce, noccioli, residui della centrifugazione e filtrazione), che risultano idonei per una valorizzazione in impianti biogas.

Questa biomassa residua trova, in genere, come principale canale di valorizzazione la vendita all'industria dei mangimi o l'utilizzo come combustibile (a seguito di essiccazione, confronta [4]).

Un'ulteriore suddivisione dei prodotti di scarto può essere fatta in base alla tipologia di frutta lavorata. In Alto Adige i quantitativi maggiori di materia prima trattata riguardano la frutta a nocciolo (soprattutto mele e pere, in minor misura pesche e albicocche), ma esiste anche un mercato dei frutti di bosco (fragole, lamponi, more, ecc.), impiegati nella produzione di confetture. Questa seconda categoria di frutta produce tuttavia quantitativi di scarti molto modesti. I frutti di bosco trovano anche impiego nel settore dei distillati di frutta (vedi capitolo 5.3.4).

Per quanto riguarda, quindi, la caratterizzazione della biomassa di scarto proveniente dal settore della lavorazione della frutta (esclusa la distillazione), in Tabella 23 viene proposta un'analisi dei sottoprodotti principali.

Secondo studi del settore [5], dalla lavorazione di 1 tonnellata di mele per la produzione di concentrati di frutta risultano i seguenti scarti organici:

- circa 40-50 kg di scarti "asciutti", con un contenuto di sostanza secca pari al 95%;
- circa 150 kg di scarti "bagnati", con un contenuto di sostanza secca pari al 30%.

Tabella 23: Caratteristiche degli scarti organici dell'industria della lavorazione della frutta.

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg scarto/ t mela lavorata]	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
Residui di frutta (bucce, noccioli di mela, residui di centrifuga/filtrazione)	200	Sottoprodotto / rifiuto	Compostaggio, biogas, industria mangimi	02 03 01/04

5.3.2.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Dal punto di vista dei flussi di materia, la maggior parte delle aziende della provincia, attive nella vendita diretta della frutta, conferisce i frutti invenduti a 2 aziende, attive anche nel settore della produzione e vendita di succhi e concentrati di frutta. Si deve inoltre considerare che una grande quantità di frutta viene comprata fuori provincia e trasformata in Alto Adige.

I quantitativi di materia prima (per la maggior parte mele) complessivamente trattata dalle aziende di questo settore variano in maniera considerevole da un anno all'altro. Come dato indicativo, fornito dalle stesse aziende in questione, si possono considerare circa 500.000

tonnellate di frutta lavorata all'anno. Applicando il fattore di produzione riportato in Tabella 23 e confrontando il risultato con i quantitativi dichiarati dalle aziende nel corso delle interviste, si è giunti alla stima del potenziale teorico di biomassa di scarto derivante da questo settore, riportato in Tabella 24.

Attualmente i canali di valorizzazione di tali scarti a livello provinciale risultano essere i seguenti:

- circa la metà degli scarti provenienti dalla trasformazione delle mele viene valorizzata previa essiccazione in un impianto di combustione termica a servizio di un'industria locale;
- della restante parte (circa 40.000 tonnellate l'anno), la metà viene attualmente venduta come mangime a mercati extraprovinciali (soprattutto in Austria e Germania), l'altra metà è valorizzata in impianti biogas del Nord Italia. Di questa seconda metà, circa 10.000 t/a vengono già ora valorizzate in impianti a biogas all'interno della Provincia di Bolzano (come analizzato al capitolo 4).

Il potenziale ancora sfruttabile è stato stimato nel 25% della differenza tra potenziale teorico e potenziale attualmente già sfruttato. Infatti, tale risultato si potrebbe ottenere attraverso uno scenario nel quale la totalità della biomassa attualmente venduta ad impianti biogas fuori provincia, sommata ad una certa quota (6.000 t) degli scarti attualmente venduti come mangime, venga valorizzata in impianti biogas in Provincia di Bolzano.

Al limite, con queste ipotesi il potenziale effettivo ancora da sfruttare è pari al 150% del potenziale attualmente già sfruttato.

Tabella 24: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dalle aziende di lavorazione della frutta dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Residui di frutta	74.000	10.072	15.982
Residui di frutta	74.000	10.072	15.982

5.3.2.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

La producibilità specifica degli scarti di lavorazione della frutta è stata desunta sulla base di dati di letteratura e riportata in Tabella 25. Nota la producibilità specifica di biogas è stata calcolata la quantità di biogas ricavabile dal potenziale effettivo da sfruttare. I risultati sono riportati in Tabella 26.

Tabella 25: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da scarti dalle aziende di lavorazione della frutta.

Biomassa	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
	[%]	[%]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Residui di frutta	20-25	85-95	350-680	95-150	180-350	50-78

Tabella 26: Stima della producibilità totale di energia dagli scarti delle aziende di lavorazione della frutta (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Biomassa tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
Residui di frutta	15.982	120	1.917.840	10.356.336
Totale	15.982		1.917.840	10.356.336

5.3.2.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Come si può notare in Figura 19, il potenziale teorico di scarti derivanti dall'industria della lavorazione della frutta si concentra nei comuni di Merano e Laives.

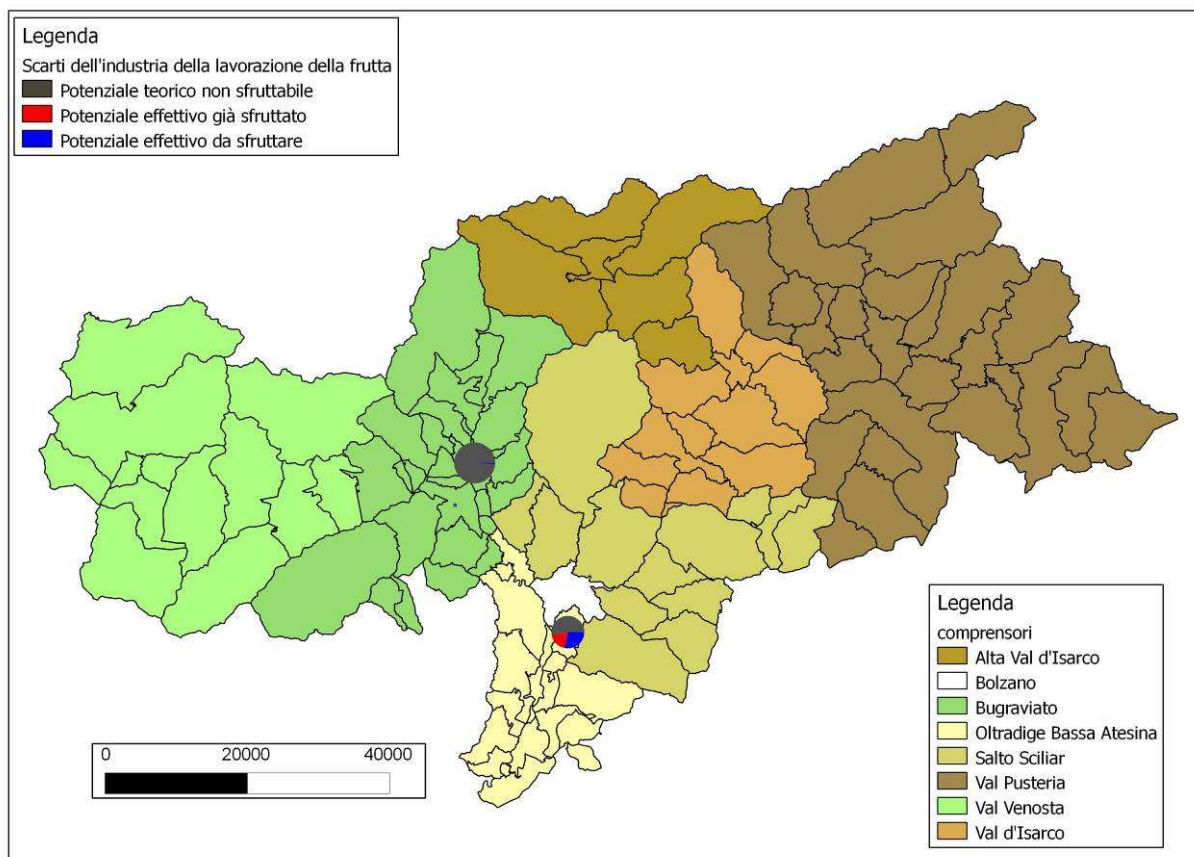


Figura 19: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dall'industria di lavorazione della frutta nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.3 Industria del vino

5.3.3.1 Caratterizzazione del comparto

Quello della produzione vinicola è un settore di primo piano nell'industria agro-industriale dell'Alto Adige. Le 124 cantine del territorio sono distribuite principalmente nei comuni della parte meridionale della provincia e producono circa 330.000 hl di vino all'anno. Il 55% della produzione è costituito da vini rossi, il restante 45% da bianchi.

Per quanto riguarda gli scarti della produzione vinicola, vengono di seguito proposte alcune definizioni, necessarie per identificare in maniera univoca i sottoprodotti di tale comparto.

In seguito alla pigiatura dell'uva fresca si ottiene del liquido, il mosto, e delle parti solide: bucce, vinaccioli e raspi.

Le bucce degli acini dopo pressatura ed eventuale macerazione sono definite vinacce; i raspi in genere, per motivi di processo vengono separati dalle vinacce.

Un'ulteriore definizione riguarda i depositi densi risultanti dai travasi del vino, identificati col termine di fecce.

Gli scarti della produzione del vino sono, dunque, costituiti principalmente da vinacce, fecce e raspi, se si escludono le acque di cantina, che vengono in genere smaltite attraverso il sistema fognario.

In Tabella 27 viene proposta una caratterizzazione dei diversi sottoprodotti risultanti dalla lavorazione del vino, con i relativi fattori di produzione.

Tabella 27: Caratteristiche degli scarti della produzione del vino [6] [7].

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg scarto/hl vino]	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
Vinacce	18	Sottoprodotto	Distilleria / uso agronomico	02 07 01
Raspi	4	Sottoprodotto/ rifiuto	Uso agronomico/ compostaggio	02 07 01
Vinaccioli	2,5	Sottoprodotto	Uso agronomico	02 07 01
Fecce	4-5	Sottoprodotto	Acque reflue / impianti di depurazione	02 07 99
Acque di cantina	116	Rifiuto	Acque reflue / impianti di depurazione	02 07 99
Fanghi	1	Rifiuto	Impianti di depurazione	02 07 99

Dal punto di vista della classificazione normativa dello scarto, ovvero della distinzione in sottoprodotto o rifiuto, è difficile compiere un inquadramento univoco degli scarti dell'industria del vino, poiché l'applicazione o meno della nozione di sottoprodotto dipende, come spiegato al capitolo 3.2.1.2, da una serie di fattori, tra cui la modalità di produzione e la destinazione del prodotto stesso. In generale si può comunque affermare che le vinacce vergini e le fecce, che rispondano ai requisiti di legge e che siano destinate alla distillazione o ad altri usi industriali, esulano dall'applicazione della normativa rifiuti. Anche fecce e vinacce destinate ad un uso agronomico non ricadono nel campo della normativa rifiuti bensì in quello delle pratiche agricole. Viceversa, nel caso di smaltimento di raspi e vinacce presso impianti di compostaggio presso terzi, con esborso di denaro, si rientra nel campo di applicazione della normativa rifiuti.

La legge 30 dicembre 2008, n.205 ha inoltre chiarito (art. 2 bis) che le vinacce (vergini ed esauste), i vinaccioli ed i raspi, derivanti dai processi di vinificazione e di distillazione, che

subiscano trattamenti meccanici e fisici destinati alla combustione nel medesimo ciclo produttivo, sono da considerarsi come sottoprodotti, soggetti alla disciplina dei combustibili.

Per quanto riguarda le attuali destinazioni dei sottoprodotti dell'industria del vino è necessario proporre un rapido inquadramento normativo, in quanto la regolamentazione di questo settore è stata recentemente aggiornata.

Il Decreto ministeriale n. 5396 del 27.11.2008, in attuazione dei Regolamenti (CE) n. 479/2008 e (CE) n. 555/2008, ha introdotto delle importanti novità in merito alla distillazione dei sottoprodotti della vinificazione. Rispetto al passato, ove vigeva l'obbligo indistinto di conferire alle aziende di distillazione i sottoprodotti della vinificazione, la norma consente ora ad alcune categorie di produttori di essere esonerati da tale obbligo, potendo in alternativa usufruire del cosiddetto "ritiro sotto controllo". In particolare:

- coloro che producono meno di 25 hl di vino o vini spumanti di particolari qualità, godono di un esonero totale;
- altri produttori⁸ (tra cui coloro che ottengono un quantitativo di vino o di mosto tra 25 hl e 100 hl, i produttori di vino e mosto biologico, i produttori di vini di particolare pregio, ecc.) possono compiere un uso alternativo dei sottoprodotti purché autorizzato e svolto sotto controllo. Tra gli usi alternativi, viene contemplato esplicitamente, come visto, la possibilità di un impiego delle vinacce come biomassa per alimentare i digestori di impianti di produzione di biogas.

In aggiunta, la Provincia di Bolzano ha richiesto l'autorizzazione al ritiro sotto controllo degli scarti della vinificazione anche per le categoria di produttori compresi tra i 100 ed i 1000 hl (richiesta autorizzata dal Decreto del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali del 7 agosto 2009). Tali produttori sono tuttavia autorizzati esclusivamente ad un uso agronomico delle vinacce.

In definitiva, quindi, una parte della vinaccia prodotta deve essere obbligatoriamente conferita alle aziende della distillazione, un'altra parte (proveniente dai produttori esonerati dall'obbligo di distillazione o autorizzati ad un uso alternativo) può essere impiegata per usi alternativi, tra cui quello energetico (anche se non ancora autorizzato).

5.3.3.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Sulla base dei dati di produzione di vino forniti dal Consorzio delle Cantine Produttori dell'Alto Adige (dati relativi al 2008) e dei fattori di produzione riportati in Tabella 27, è stata stimata la produzione complessiva, a livello provinciale, degli scarti vinicoli.

Attualmente, lo smaltimento degli scarti della vinificazione rappresenta un problema di crescente importanza per la Provincia di Bolzano. Infatti, la maggior parte delle cantine conferisce i propri scarti nelle distillerie, la metà delle quali ubicate fuori Provincia, con dei ricavi che spesso (per il 50% circa delle cantine) non consentono di recuperare i costi di trasporto.

Pertanto in questo settore vivo è l'interesse per possibili valorizzazioni alternative della biomassa di scarto, come appunto l'impiego per la produzione energetica.

Nell'analisi dello sfruttamento a scopi energetici degli scarti della produzione vinicola, in primo luogo è stato stimato il numero di cantine che potranno essere autorizzate ad un utilizzo dei propri scarti alternativo alla distillazione.

Il Decreto individua già alcune categorie di produttori autorizzati ad un utilizzo alternativo, come i produttori fino a 100 hl ed i produttori di uva biologica.

⁸ Confronta art. 5 del DM 5396/08.

Su un totale di 124 cantine attive in Alto Adige, 27 dichiarano una produzione annua inferiore ai 100 hl, corrispondente complessivamente a meno del 3% dell'intera produzione provinciale.

Per quanto riguarda le restanti cantine, con produzione maggiore di 100 hl all'anno, la Provincia di Bolzano può richiedere al Ministero per le politiche agricole, alimentari e forestali, l'esonero dall'obbligo della distillazione per alcune categorie di produttori, come autorizzato dall'Articolo 5, comma 2 del DM n. 5396/2008.

Per la campagna 2009-2010 la Provincia di Bolzano ha infatti richiesto, come visto, l'autorizzazione al ritiro sotto controllo degli scarti della vinificazione anche per le categoria di produttori compresi tra i 100 ed i 1000 hl. Tuttavia, questi produttori sono autorizzati esclusivamente all'impiego agronomico degli scarti e pertanto le loro produzioni non possono essere considerate nel calcolo del potenziale effettivamente conferibile in impianti biogas.

Analizzando quanto già avvenuto in altre regioni italiane (ad esempio in Piemonte [8] e Veneto [9]), è ragionevole ipotizzare che per i prossimi anni, venga richiesto l'esonero, almeno per produttori di vino fino a 1000 hl, ammettendo tra le modalità di valorizzazione alternativa degli scarti l'utilizzo energetico oltre che quello agronomico.

A questo scopo, la Tabella 28 riporta una suddivisione delle 124 cantine dell'Alto Adige in classi di produzione.

Tabella 28: Caratterizzazione quantitativa dei sottoprodotti delle cantine vitivinicole dell'Alto Adige, con suddivisione per classe di produzione.

Parametro	Classe di produzione delle cantine			Totale
	< 100 hl/a	> 100 hl/a <10.000 hl/a	> 10.000 hl/a	
Numero cantine	27	85	11	123
Produzione di vino [hl]	855,6	114.338	210.902,0	326.096
Produzione scarti:				
Vinacce [kg]	15.400	2.058.082	3.796.236	5.869.718
Raspi [kg]	3.422	457.352	843.608	1.304.382
Vinaccioli [kg]	2.139	285.845	527.255	815.239
Fecce [kg]	3.422	457.352	843.608	1.304.382
Totale sottoprodotti [kg]	24.383	3.258.630	6.010.707	9.293.720

Si deve infine tener presente che una parte delle vinacce continuerà ad essere conferita alle distillerie della Provincia, per garantire la copertura del loro attuale fabbisogno. Come riportato nel paragrafo 5.3.4 i quantitativi attuali di vinacce richieste dall'industria locale della distillazione ammontano a circa 3.000 tonnellate all'anno, pari alla metà della produzione provinciale.

In considerazione di questi aspetti, l'ipotesi che il 25% della vinaccia prodotta in Provincia di Bolzano (potenziale teorico) possa essere destinata ad un utilizzo alternativo e valorizzata con un trattamento di digestione anaerobica appare realistica ed in grado di non creare particolare squilibri rispetto agli interessi delle industrie locali, attive nel settore della distillazione.

Nel quadro riassuntivo riportato in Tabella 29, i vinaccioli vengono considerati biomassa di scarto utile ai fini energetici e tecnicamente sfruttabile. Raspi e fecce vengono invece esclusi dall'analisi, così come le acque di cantina ed i fanghi prodotti nel corso della lavorazione del vino, che si ipotizza vengano conferiti in impianti di depurazione.

Tabella 29: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dalle cantine vinicole dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Vinacce	5.870	0	1.467
Vinaccioli	815	0	204
Totale	6.685	0	1.671

5.3.3.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

La producibilità specifica di biogas dei sottoprodotti vinicoli è stata quantificata sulla base di dati disponibili in letteratura.

Come confermato da recenti studi [10], le vinacce, ancor più se arricchite dai vinaccioli, presentano interessanti valori di producibilità specifica di metano.

In Tabella 31 è stata calcolata la produzione energetica lorda ottenibile dalla combustione del biogas prodotto mediante fermentazione anaerobica della quantità di vinaccia corrispondente al potenziale effettivo da sfruttare.

Tabella 30: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da scarti vinicoli.

Biomassa	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
	[%]	[%]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Vinacce	30	90	230	62	126	34

Tabella 31: Stima della producibilità totale di energia da scarti vinicoli (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione Biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
Vinacce	1.671	50	83.562	451.235
Totale	1.671	50	83.562	451.235

5.3.3.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

La distribuzione dei sottoprodotti dell'industria viti-vinicola all'interno del territorio provinciale è visualizzata in Figura 20. Come accennato ad inizio del capitolo, la produzione vinicola interessa soprattutto i comuni situati nel comprensorio dell'Oltradige – Bassa Atesina, spingendosi verso Nord con alcune produzioni nei comuni di Bressanone e Merano.

Per quanto riguarda la variabilità temporale della disponibilità di questo tipo di biomassa, gli scarti vinicoli quali vinacce, raspi e vinaccioli vengono prodotti in concomitanza con la vendemmia, e quindi in un periodo piuttosto breve, che può andare indicativamente da fine agosto a metà ottobre.

Più dilatata nel tempo è invece la produzione delle fecce, che avviene con cadenza periodica, indicativamente da ottobre a gennaio.

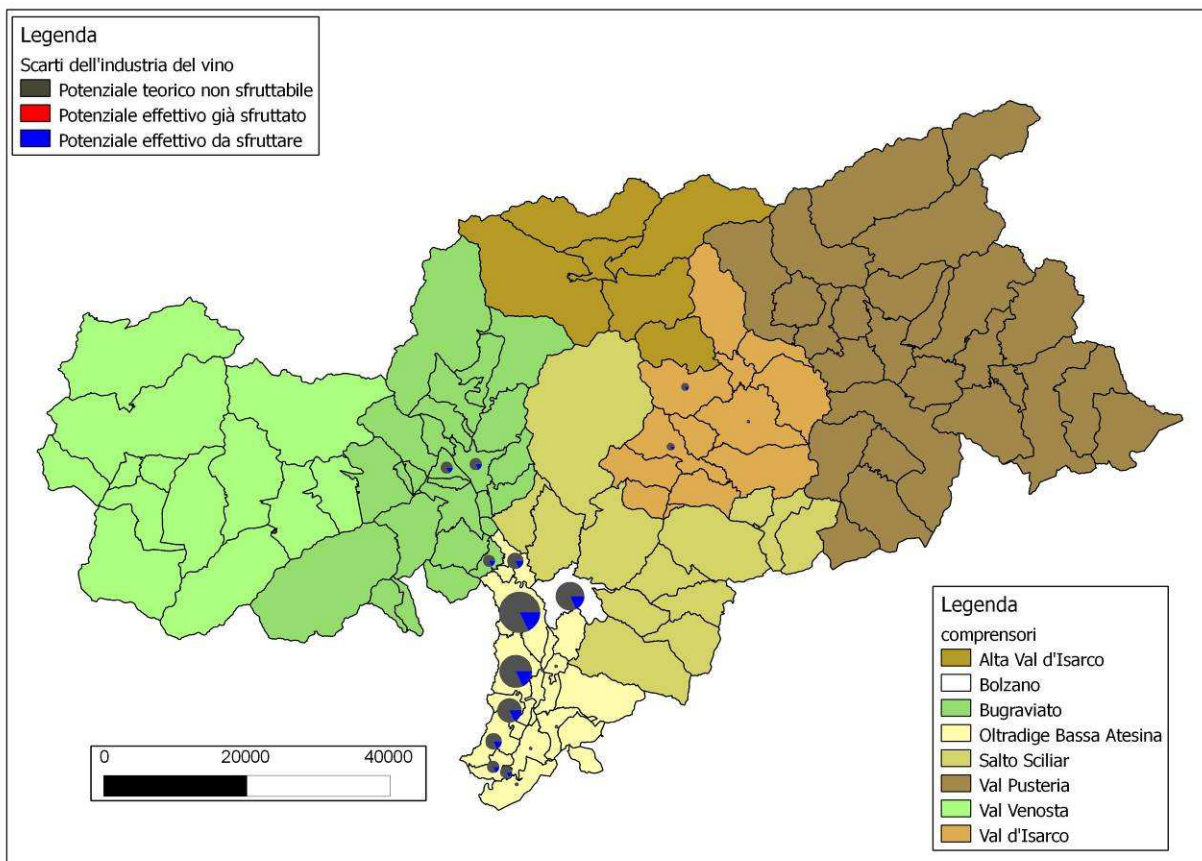


Figura 20: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dalle cantine vinicole nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.4 Industria della distillazione

5.3.4.1 Caratterizzazione del comparto

Nel settore della distillazione della frutta e delle vinacce risultano attive in Alto Adige molte aziende, la maggior parte delle quali di piccole dimensioni. Infatti, oltre il 95% dell'intera produzione di grappe e distillati è riferibile a soli 5 produttori.

La produzione complessiva (riferita al 2009) di distillati ammonta a circa 1.200.000 litri anidri. Di questa quantità il 20% (240.000 litri) si riferisce a grappe, prodotte da vinacce selezionate e l'80% (960.000 litri) ad acquaviti, ricavate dalla distillazione della frutta. Dal punto di vista dei prodotti di scarto, i principali residui sono, a seconda della materia prima utilizzata, le vinacce esauste e le borlande⁹, oltre ai fanghi di lavaggio.

Le vinacce esauste sono un tipo di biomassa solida, ad umidità relativamente bassa, palabile e trasportabile, mentre la borlanda è un residuo liquido trasportabile per mezzo di autobotti.

La vinaccia esausta può essere impiegata per uso agronomico, ma anche come combustibile, in forza del suo discreto potere calorifico (funzione dell'umidità). La borlanda, invece, viene in genere conferita in impianti di depurazione oppure venduta all'industria dei mangimi.

Tabella 32: Caratteristiche degli scarti organici dell'industria della distillazione.

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg scarto/ Litro anidro]	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
Vinacce esauste	18-22	Sottoprodotto	Mangime	02 07 02
Borlande	20	Rifiuto	Impianti di depurazione	02 07 02
Fanghi di lavaggio	12	Rifiuto	Impianti di depurazione / compostaggio	02 07 02

5.3.4.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Sulla base dei dati di produzione forniti attraverso interviste dirette, condotte a 4 delle 5 aziende più importanti del comparto, è stato possibile stimare la produzione complessiva, a livello provinciale, degli scarti in uscita dalle distillerie dell'Alto Adige.

Una buona parte (circa il 40%) delle vinacce esauste risultanti dal processo di distillazione è attualmente impiegata come combustibile per soddisfare i fabbisogni termici dello stesso ciclo produttivo della distillazione. La restante parte viene smaltita in impianti di compostaggio o conferita fuori provincia (Emilia Romagna), in grandi centri di raccolta dei sottoprodotti della distillazione, dove viene ulteriormente valorizzata (combustione della vinaccia e produzione di olio di vinacciolo). Questi quantitativi, che corrispondono circa al 50% del potenziale teorico, sono quelli che da un punto di vista teorico sarebbero effettivamente recuperabili per la valorizzazione in impianti biogas in Provincia.

Pertanto l'ipotesi di considerare in questo caso il 25% del potenziale teorico come effettivamente avviabile a digestione anaerobica si rivela realistica e sufficientemente cautelativa.

⁹ Con questo termine si definiscono in generale i residui della distillazione dei mosti alcolici fermentati; in questa analisi si intendono i sottoprodotti della distillazione della frutta.

Per quanto riguarda, invece, le borlande, è importante osservare che una delle maggiori aziende della Provincia smaltisce questo tipo di scarto in un impianto di depurazione interno allo stabilimento, dotato di comparto per la produzione di biogas, come specificato al capitolo 4.

Le altre aziende, invece, conferiscono le borlande in impianti di depurazione comunali. In particolare, il depuratore di Termeno, che riceve circa metà delle borlande prodotte in Alto Adige, è dotato anch'esso di un comparto di digestione anaerobica, che consente quindi già ora una valorizzazione energetica di una parte importante degli scarti provenienti dalla distillazione.

Nel caso quindi delle aziende conferenti gli scarti al depuratore di Termeno, non si può ipotizzare di deviare questi specifici flussi di biomassa verso destinazioni alternative, in quanto si creerebbe uno squilibrio nella gestione del processo di depurazione dell'impianto comunale, dimensionato proprio sulla base delle esigenze delle distillerie locali.

In conclusione, si può supporre che il 25% delle vinacce esauste prodotte dal comparto (potenziale teorico) sia effettivamente disponibile per l'alimentazione di impianti biogas, mentre per quanto riguarda la borlanda, il potenziale ancora sfruttabile è piuttosto ridotto, perché la maggior parte, circa 23.000 tonnellate, del potenziale teorico viene di fatto già valorizzata anaerobicamente in impianti di depurazione aziendali o comunali.

Tabella 33: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dalle distillerie dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Vinacce	3.000	0	750
Borlande	25.000	23.000	500
Totale	28.000	23.000	1.250

5.3.4.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

Considerando i dati disponibili in letteratura e i risultati di prove di laboratorio eseguite su prodotti di scarto (borlande), provenienti da distillerie dell'Alto Adige, è stata determinata la producibilità specifica degli scarti della distillazione, riportati in Tabella 34. Quindi, con riferimento al potenziale ancora da sfruttare è stata calcolata la producibilità totale di energia dagli scarti di distillazione, così come riportato in Tabella 35.

Tabella 34: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da scarti delle distillerie [3].

Biomassa di scarto	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
	[%]	[%]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Vinacce esauste	25-45	85-95	400-650	95-150	220-350	52-82
Borlande	2-8	95	390	30	200	17

Tabella 35: Stima della producibilità totale di energia da scarti delle distillerie (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
Vinacce esauste	750	120	90.000	486.000
Borlande	500	30	15.000	81.000
Totale	1.250		105.000	567.000

5.3.4.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Come si può osservare in Figura 21 oltre il 90% della produzione di distillati dell'Alto Adige avviene principalmente nei comuni di Termeno e Lana.

Per quanto riguarda, invece, la variabilità temporale della produzione di scarti, questa biomassa si può considerare disponibile per circa 6 mesi all'anno, indicativamente da settembre a marzo.

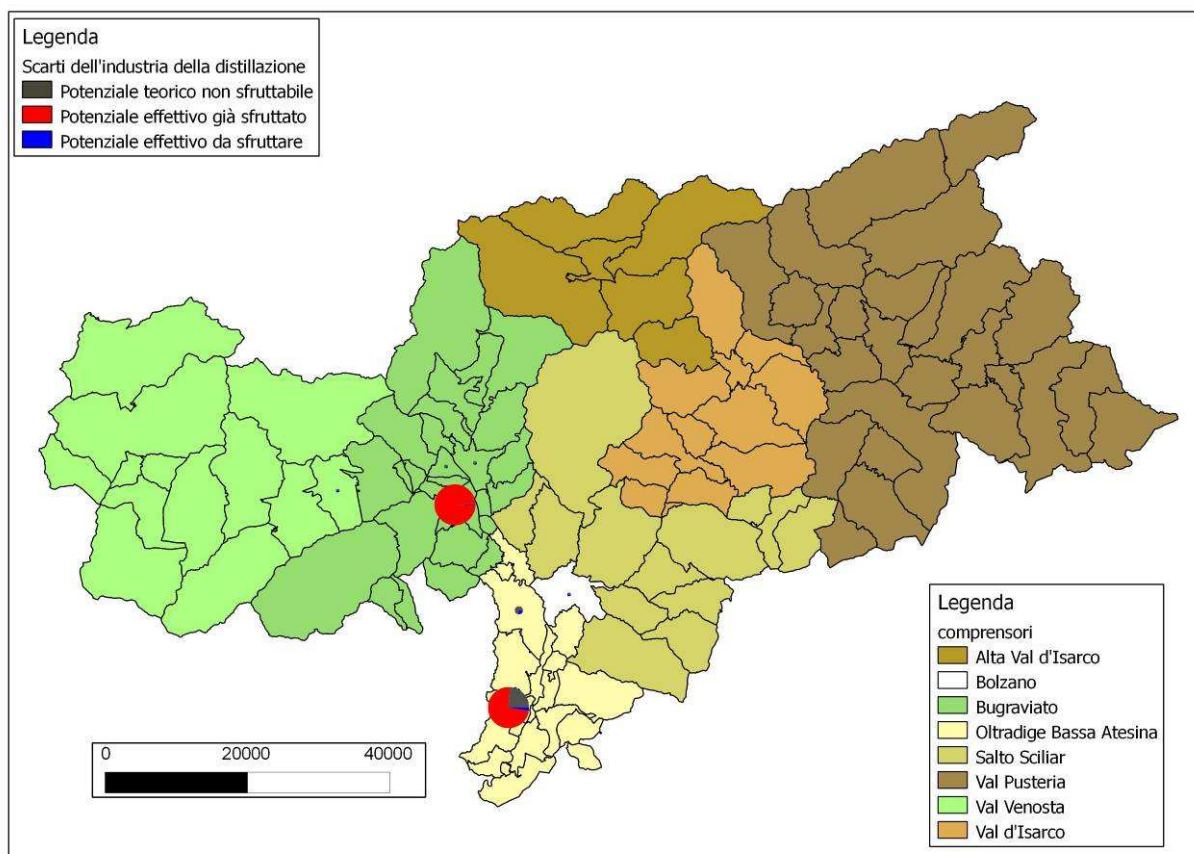


Figura 21: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dalle distillerie nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.5 Industria delle carni - macellazione

5.3.5.1 Caratterizzazione del comparto

La lavorazione della carne è uno dei più importanti comparti dell'industria agro-alimentare della Provincia, con circa 150 aziende operanti sul territorio.

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

Il regolamento CE 1774/2002 e successive modifiche ed integrazioni, ha modificato il quadro normativo di riferimento per la gestione e smaltimento di questa categoria di prodotti (confronta capitolo 3.2.1.2).

In particolare si definiscono sottoprodotti di origine animale (SOA) corpi interi o parti di animali o prodotti di origine animale non destinati al consumo umano. Il regolamento suddivide i sottoprodotti di origine animale in tre categorie (art. 4, 5 e 6), in base alla relativa pericolosità.

Il Reg. CE in questione individua per ciascuna categoria di scarto le tipologie di impiego e trattamento consentite. I sottoprodotti di origine animale avviabili a digestione anaerobica risultano quelli rientranti in:

- categoria 3: parti organiche che non presentano segni di malattie trasmissibili all'uomo o agli animali;
- categoria 2: lo stallatico del bestiame in attesa di essere macellato, il contenuto del tubo digerente, animali e parti di animali (non di categoria 1) morti non a seguito di macellazione a fini di consumo umano, residui di trattamento delle acque reflue dei macelli.

Il regolamento prevede inoltre che tali materiali debbano essere sottoposti obbligatoriamente a pastorizzazione a 70°C per almeno 60 minuti prima di una loro trasformazione o fermentazione in impianti biogas.

Per quanto riguarda la caratterizzazione della biomassa di scarto prodotta da questo settore la Tabella 36 riassume gli scarti risultanti dalle diverse fasi della macellazione delle carni (dissanguamento, scuoiamento, eviscerazione, divisione e toelettatura [12]), con esclusione dei prodotti impiegati per il consumo umano. Non sono contemplate le ossa in quanto queste non hanno caratteristiche tali da poter essere impiegate in impianti biogas.

Per ogni sottoprodotto è stato indicato l'animale di provenienza e l'appartenenza ad una delle 2 categorie, individuate dal Reg. CE 1774/02, per le quali è consentito l'avviamento alla fermentazione anaerobica (categorie 2 o 3). In questa catalogazione non sono stati contemplati gli scarti da macellazione degli avicoli, in quanto questi vengono macellati al di fuori del territorio provinciale.

Tabella 36: Classificazione dei sottoprodotti di origine animale con indicazione della tipologia animale di provenienza e della categoria di appartenenza (Reg. CE 1774/02).

Tipologie di sottoprodotto	Provenienti da macellazione di	Categoria di appartenenza	Codice CER
Contenuto ruminale	Bovini	2	02 02 03
Sangue non edibile	Bovini, suini, ovocaprini	3	02 02 03
Carnicci, frattaglie, grasso	Bovini, suini, ovocaprini	3	02 02 03
Budella, stomaci	Suini, ovocaprini	3	02 02 03
Setole, unghielli	Suini	3	02 02 03
Apparato riproduttore e vescica	Bovini, suini, avicoli	3	02 02 03

In Tabella 37 sono riportati i fattori di produzione dei sottoprodotti di origine animale. Per ciascuna tipologia di scarto e per ciascuna tipologia di animale sono state considerate percentuali di produzione riferite al peso vivo dell'animale.

Tabella 37: Fattori di produzione dei sottoprodotti di origine animale, nell'industria della macellazione (dati espressi in % sul peso vivo dell'animale) [13].

Tipologie di sottoprodotto	Bovini			Suini	Ovicapri
	Vitelli	Vitelloni	Vacche		
Peso medio [kg/capo]	100	400	500	160	24,5
Contenuto ruminale	1,6	4,95	6,44	-	-
Sangue non edibile	2,4	1,58	2,13	2,85	5,5
Carnicci, frattaglie, grasso	1,44	1,21	1,61	3,07	8,3
Budella, stomaci	-	-	-	6,25	6,8
Setole, unghielli	-	-	-	0,71	-
Apparato riproduttore e vescica	-	-	-	-	1,0
Totale	5,44	7,74	10,18	12,88	21,6

5.3.5.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Attraverso i dati forniti dall'Ufficio Veterinario Provinciale è stato possibile definire il numero di capi avviati a macellazione in Provincia di Bolzano, con suddivisione per tipologia di animale (Tabella 38). Come si può notare, il numero di volatili conferiti nei macelli della provincia è fortemente diminuito dal 2007 al 2008, in quanto, a partire dal 2008, è stato abrogato il D.P.R. n° 495 del 10.12.1997, che consentiva, previa autorizzazione, il trattamento dei volatili in luoghi di macellazione situati all'interno della Provincia di Bolzano.

Sempre l'Ufficio Veterinario ha fornito i quantitativi complessivi di sottoprodotti di origine animale prodotti a livello provinciale nei diversi comparti di lavorazione della carne.

Confrontando tali quantitativi con il numero di animali abbattuti, emerge una forte discrepanza, indice del fatto che la maggior parte della carne lavorata in Alto Adige non proviene da animali allevati ed abbattuti all'interno del territorio provinciale, ma è importata da mercati esteri. In Tabella 39 è riportata la totalità dei sottoprodotti di origine animale prodotti in Provincia di Bolzano e non destinati al consumo umano. Tale valore è comprensivo sia degli scarti provenienti dai macelli, che di quelli prodotti dalle aziende attive nelle fasi successive della lavorazione della carne (aziende prive di macello).

Tabella 38: Numero di capi abbattuti in provincia di Bolzano.

Specie	Numero di capi 2007	Numero di capi 2008
Bovini	14.995	12.273
Equini	163	256
Suini	8.325	8.219
Ovicapri	18.603	19.786
Volatili	2.903	116

Tabella 39: Sottoprodotti di origine animale (SOA) prodotti in provincia di Bolzano.

Anno	2007	2008
SOA - Categoria 1 e 2 [t]	dati non in archivio	7.375
SOA - Categoria 3 [t]	dati non in archivio	4.491
Totale [t]		11.866

Per quanto riguarda quindi la stima del potenziale teorico conferibile in impianti biogas, questa è stata ricavata dai dati di Tabella 39, attraverso le seguenti considerazioni:

1. nel calcolo si è deciso in ogni caso di non includere i quantitativi di SOA di categoria 1 in quanto il loro impiego in impianti biogas non è consentito a livello normativo;
2. in Provincia di Bolzano i SOA di categoria 2, per i quali è consentita la valorizzazione mediante impianti biogas, sono mescolati già in fase di produzione ai SOA di categoria 1, raccolti in maniera indistinta e quindi smaltiti in impianti di termodistruzione. Si può stimare che i quantitativi di SOA di categoria 2 effettivamente prodotti ammontino a circa il 10% del valore riportato in Tabella 39 (somma di SOA di categoria 1 + 2);
3. circa il 40-50% dei quantitativi di SOA di categoria 3, riportati in Tabella 39, è costituito da ossa e pelli, che sono materiale non idoneo all'impiego in impianti biogas.

Riguardo invece al potenziale effettivo ancora da sfruttare, devono essere fatte ulteriori considerazioni.

In Provincia di Bolzano, circa l'80% degli scarti delle macellerie è recuperato da un'unica ditta, che rivende ad aziende fuori Provincia i SOA di categoria 3 e smaltisce in impianti di termodistruzione, tutti posti al di fuori dell'Alto Adige, i SOA di categoria 1 e 2.

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

Inoltre, come visto, in Provincia di Bolzano non avviene il recupero distinto dei SOA di categoria 2 e ciò sottrae dal potenziale effettivamente sfruttabile un tipo di biomassa particolarmente interessante per gli impianti biogas, poiché attualmente non valorizzata in canali alternativi.

Si deve inoltre considerare che l'impiego degli scarti della macellazione in impianti biogas è soggetto ad una serie di restrizioni normative, come spiegato in dettaglio nel paragrafo successivo, che di fatto limitano a livello operativo l'impiego di tale biomassa in qualità di cofermento.

In conclusione, sulla base degli attuali flussi di materia e delle attuali destinazioni dei sottoprodotti di origine animale, è stato ipotizzato che non più del 25%, e solamente di scarti di categoria 3 prodotti da questo comparto, possa essere effettivamente conferito in impianti biogas.

Tabella 40: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dall'industria della macellazione e lavorazione della carne dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
SOA - Categoria 2	700	0	0
SOA - Categoria 3 (senza ossa e pelli)	1.800	5	450
Totale	2500	5	450

5.3.5.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

Dal punto di vista autorizzativo, come anticipato al paragrafo 5.3.5.1 la produzione di biogas dagli scarti della macellazione è consentita in impianti dotati di **un'unità obbligatoria di pastorizzazione / igienizzazione** (regolamento CE n. 1774/2002, come modificato da Regolamento CE n. 208/2006) e previo parere dell'ufficio veterinario provinciale.

Pertanto i SOA devono essere dapprima triturati (fino a 12 mm), quindi sottoposti a pastorizzazione a 70°C per almeno 1 ora ed infine mescolati con gli altri fermenti/co-fermenti per la digestione anaerobica.

L'obbligo della pastorizzazione è quindi un aspetto normativo che ostacola non poco l'impiego di questa tipologia di biomassa in qualità di co-fermento, in quanto implica

l'individuazione di impianti dotati di unità di pastorizzazione. La fase di igienizzazione genera inoltre un aggravio nel bilancio economico del processo di digestione.

Tuttavia, dal punto di vista tecnico, i SOA risultano particolarmente idonei alla fermentazione anaerobica in forza del loro elevato contenuto di sostanza organica. Di contro, la presenza di un elevato tenore di azoto e di grassi (che li rende appetibili anche per i processi di esterificazione alla base della produzione di biodiesel e sapone) rappresenta una criticità per il processo di digestione, tanto da limitare l'impiego dei SOA in genere in qualità di co-fermenti.

In Tabella 41 sono stati riportati i valori di producibilità specifica degli scarti della lavorazione della carne. Tali valori sono da considerarsi medi e dunque, come tali, non consentono di tener conto delle differenze di resa che si registrano da prodotto a prodotto.

Applicando tali parametri al potenziale effettivo da sfruttare si è giunti ad una stima dell'energia complessivamente ricavabile dalla valorizzazione della biomassa prodotta nel comparto della lavorazione delle carni. I risultati sono riportati in Tabella 42.

Tabella 41: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da sottoprodotti di origine animale.

Biomassa di scarto	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
			[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
stomaco	12-15	80-84	390	37-50	250	23-32
contenuti ruminanti bovini	20-45	90	650	117-260	395	70-158
sangue bovino	12	90	650	70	423	46
valore medio	15	85	550	70	330	42

Tabella 42: Stima della producibilità totale di energia da sottoprodotti di origine animale (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Biomassa tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
SOA di categoria 3	450	70	31.500	170.100
Totale	450	70	31.500	170.100

5.3.5.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Come evidenziato in Figura 22 la distribuzione spaziale degli scarti prodotti dal comparto della macellazione e lavorazione delle carni appare omogenea su buona parte del territorio provinciale. A conferma di questo dato si può osservare che delle oltre 150 aziende attive a diverso titolo in questo comparto (macelli, macellerie al dettaglio, industrie per la produzione di insaccati, ecc.), le 7 aziende di maggiori dimensioni coprono appena il 15% della produzione provinciale complessiva.

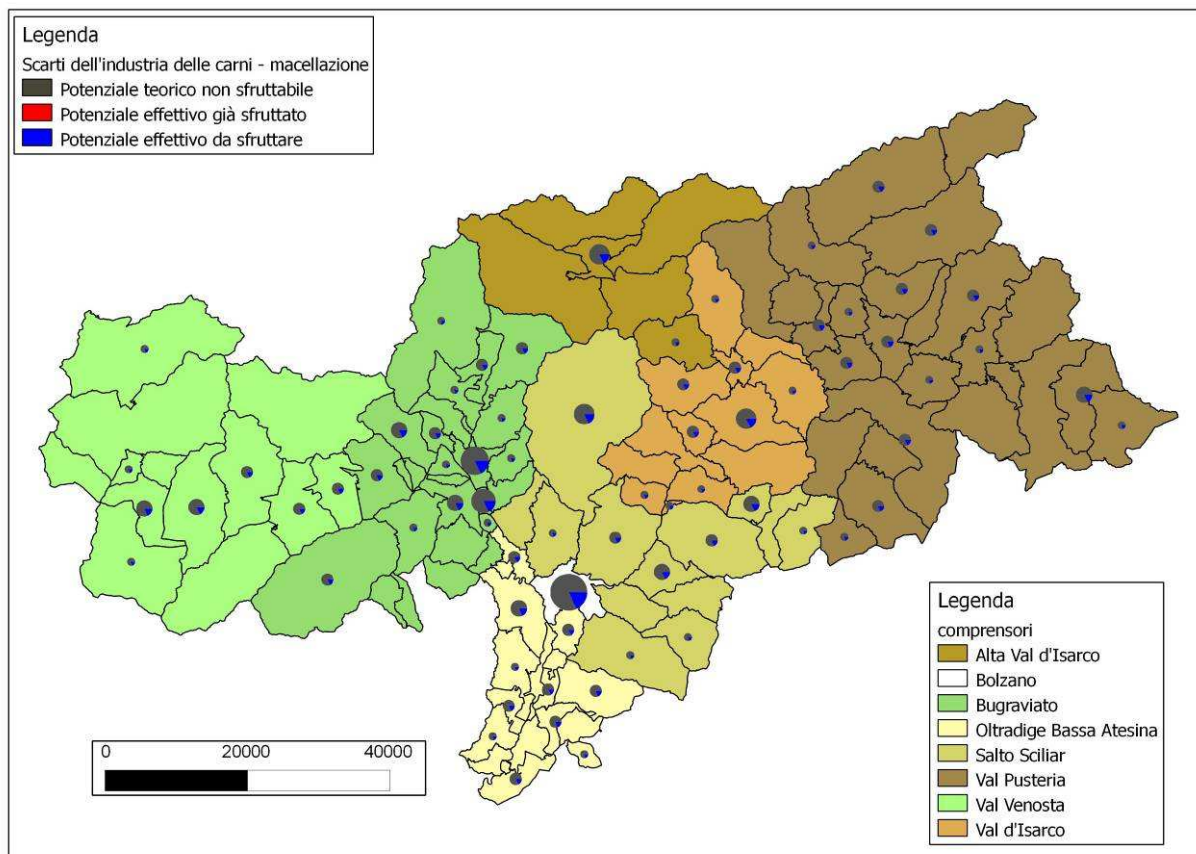


Figura 22: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dall'industria di lavorazione della carne nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.6 Industria della birra

5.3.6.1 Caratterizzazione del comparto

L'industria della birra in Alto Adige presenta sostanzialmente un unico grande produttore ed altri 5 produttori di piccole dimensioni.

Gli scarti derivanti dal processo di produzione della birra sono per lo più sostanze organiche con elevato contenuto di umidità.

Lo scarto principale è rappresentato dalle trebbie, ovvero il residuo che si deposita nei tini di decantazione al termine del processo di ammostamento del malto. Nelle trebbie rimane tutto quello che non è andato in soluzione durante il processo di ammostamento, principalmente la scorza del chicco di malto la quale contiene cellulosa, proteine, pochi zuccheri e pochissimo amido.

La seconda tipologia di residuo per importanza è il lievito responsabile della fermentazione degli zuccheri del mosto.

Essendo entrambi i prodotti ancora ricchi di sostanze edibili trovano largo impiego nell'alimentazione del bestiame e, per il lievito, anche nell'industria chimica, che da esso ricava la vitamina B₁₂.

Per completezza, tra gli scarti organici delle birrerie, sono da considerare anche i fanghi provenienti dal processo di filtrazione, per i quali si utilizza la diatomite, una sostanza minerale naturale. Tali fanghi, non idonei all'impiego quale substrato in impianti biogas, vengono smaltiti come rifiuto in impianti di compostaggio.

In Tabella 43 vengono riassunte le principali tipologie di scarto organico risultanti da questo settore. I dati provengono dalle interviste svolte alle aziende locali operanti nel settore e da valori ricavati dalla letteratura specializzata.

Tabella 43: Caratteristiche degli scarti organici dell'industria della birra.

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg scarto/hl birra]	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
Trebbie	18	Sottoprodotto	Mangime	02 07 02
Lievito	3	Sottoprodotto	Mangime	02 07 02

5.3.6.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Sulla base dei dati di produzione di birra forniti dalle aziende intervistate (dati relativi al 2008) è stata stimata la produzione complessiva, a livello provinciale, di trebbie e lievito, attraverso i fattori di produzione riportati in Tabella 43.

Per quanto riguarda la variabilità temporale della disponibilità di questo tipo di biomassa, gli scarti della birra sono disponibili in maniera uniforme nel corso dell'anno.

Attualmente, la quasi totalità dei sottoprodotti delle birrerie trova una valida valorizzazione nell'industria mangimistica.

Le industrie intervistate si sono dichiarate soddisfatte di questo tipo di soluzione, pertanto un'eventuale valorizzazione alternativa in impianti biogas risulterà appetibile solo se saprà essere concorrenziale sul piano economico.

Quindi è stato ipotizzato che il 25% della biomassa di scarto prodotta in tale settore (potenziale teorico) possa essere effettivamente conferito in impianti a biogas.

Tabella 44: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dall'industria della birra dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Trebbie	13.000		3.250
Lievito	2.100		525
Totale	15.100		3.775

5.3.6.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

La produzione specifica di biogas dai sottoprodotti dell'industria della birra, riportata in Tabella 45, è stata ricavata dalla letteratura specializzata. In Tabella 46 è stata riportata la produzione energetica lorda ottenibile dalla combustione del biogas prodotto mediante fermentazione anaerobica dei quantitativi di trebbie e lievito corrispondenti al potenziale effettivo da sfruttare.

Tabella 45: Caratteristiche e produzione specifica di biogas dagli scarti dell'industria della birra [3].

Biomassa di scarto	ST sul tal quale	SV su SS	Produzione			
			biogas		metano	
			[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Trebbie	24	95-96	581	131	342	77
Lievito	10	92	723	66	477	41

Tabella 46: Stima della producibilità totale di energia dagli scarti dell'industria della birra (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
Trebbie	3.250	131	425.750	2.299.050
Lievito	525	66	34.650	187.110
Totale	3.775		460.400	2.486.160

5.3.6.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Come si può notare in Figura 23, la produzione di scarti dell'industria della birra si concentra soprattutto nel comune di Lagundo, dove ha sede l'azienda che copre circa il 95% dell'intera produzione provinciale.

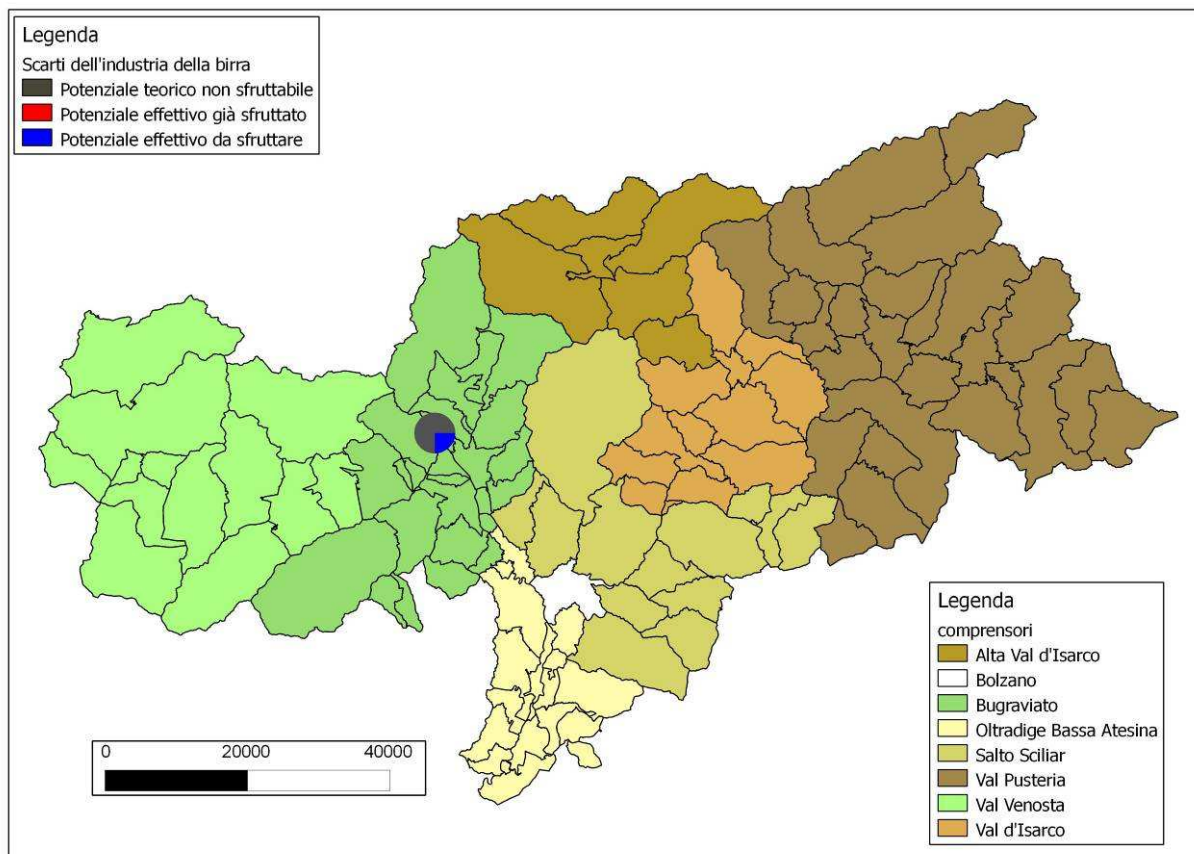


Figura 23: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dall'industria della birra nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.7 Industria dei cereali

5.3.7.1 Caratterizzazione del comparto

In Alto Adige figurano 6 industrie di lavorazione dei cereali (segale, avena, grano, granturco), che producono una vasta gamma di prodotti, dalle farine per l'alimentazione umana, ai cereali per la prima colazione fino ai mangimi per gli animali.

Per quanto riguarda la caratterizzazione degli scarti prodotti nel ciclo di lavorazione, si deve considerare che la macinazione della materia prima genera una grande quantità di biomassa di scarto, identificabile in generale col termine di crusca, con diversa natura e qualità a seconda della materia di provenienza.

Nel caso del chicco di grano, ad esempio, solo una parte di esso va a costituire la farina (circa l'80%) mentre il restante 20% rappresenta un sottoprodotto, la crusca appunto.

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

In conclusione, questo comparto industriale è caratterizzato da un'elevata produzione di biomassa di scarto, con caratteristiche particolarmente idonee per la valorizzazione in impianti biogas, come verrà meglio mostrato nei paragrafi successivi.

In Tabella 47 viene proposta una caratterizzazione degli scarti organici risultanti da questo settore, definita sulla base delle informazioni raccolte durante le interviste alle aziende locali operanti nel settore e dei dati provenienti dalla letteratura specializzata.

Tabella 47: Caratteristiche degli scarti organici dell'industria dei cereali.

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg scarto/ tonn prodotto]	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
crusca	60-70	Sottoprodotto	Mangime	02 03 04
scarti di produzione	20	Sottoprodotto/ rifiuto	Mangime	02 03 04
residui da lavaggio locali e macchinari	5-10	Sottoprodotto/ rifiuto	Mangime	02 03 04

5.3.7.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Sulla base dei dati di produzione raccolti mediante interviste dirette ad aziende selezionate è stata stimata la produzione complessiva, a livello provinciale, di scarti dell'industria dei cereali (Tabella 47).

Come già accennato, la maggior parte della crusca, risultante dal processo di macinazione dei cereali, è idonea per essere valorizzata nell'industria dei mangimi.

Tuttavia se da una parte le 2 maggiori aziende del settore si sono dichiarate soddisfatte dell'attuale canale di valorizzazione, altre aziende intervistate, di minori dimensioni, si sono mostrate interessate anche a valorizzazioni alternative, a causa della variabilità del mercato dei mangimi e della scarsa economicità di questo canale di vendita (spesso legato ad elevati costi di trasporto degli scarti fuori Provincia). D'altra parte, il prezzo di vendita di questo sottoprodotto dipende in modo marcato anche dalle caratteristiche stesse della crusca e dalla presenza di sostanze nutritive.

Oltre alla crusca, altre tipologie di sottoprodotti (scarti di produzione, residui delle fasi di pulizia) non sempre riescono ad essere valorizzate come mangime, in quanto risultano spesso contaminate, e devono pertanto essere smaltite come rifiuti organici.

Attualmente vengono conferiti negli impianti biogas della Provincia di Bolzano poche tonnellate di scarti provenienti dalle aziende di lavorazione dei cereali.

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

Tabella 48: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dall'industria della lavorazione dei cereali dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
crusca	11.800	12	2.947
scarti di produzione	1.600	0	400
residui di lavaggio			
Totale	13.400	12	3.347

5.3.7.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

Per la stima della producibilità specifica di biogas dei sottoprodotti dell'industria cerealicola, si è fatto riferimento tanto a dati di letteratura, quanto a specifiche prove di laboratorio, in possesso di una delle ditte contattate, relative proprio alla producibilità di biogas dei prodotti di scarto del processo produttivo.

Unendo i dati di produzione specifica con i quantitativi di scarto stimati come effettivamente sfruttabili, è stata calcolata la produzione energetica ottenibile dagli scarti di questo comparto industriale.

Tabella 49: Caratteristiche e produzione specifica di biogas dagli scarti dell'industria di lavorazione dei cereali.

Biomassa di scarto	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
			[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
crusca (mista)	88	93-94	581	478	324	267
scarti di produzione				400*		200*
residui di lavaggio				400*		200*

*stima

Tabella 50: Stima della producibilità totale di energia dagli scarti dell'industria di lavorazione dei cereali (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
crusca (mista)	2.947	478	1.408.666	7.606.796
scarti di produzione	400	400	160.000	864.000
residui di lavaggio				
Totale	3.347		1.568.666	8.470.796

5.3.7.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

Come si può notare in Figura 24, in questo comparto vi sono 3 aree di produzione, localizzate in bassa val Pusteria, nel meranese e in bassa Val Venosta, nelle quali si concentra oltre il 90% dell'intera produzione provinciale.

Per quanto riguarda la variabilità temporale della disponibilità di questo tipo di scarto, la crusca è disponibile durante tutto l'anno con dei picchi di produzione, coincidenti con le festività natalizie, pasquali ed i periodi estivi.

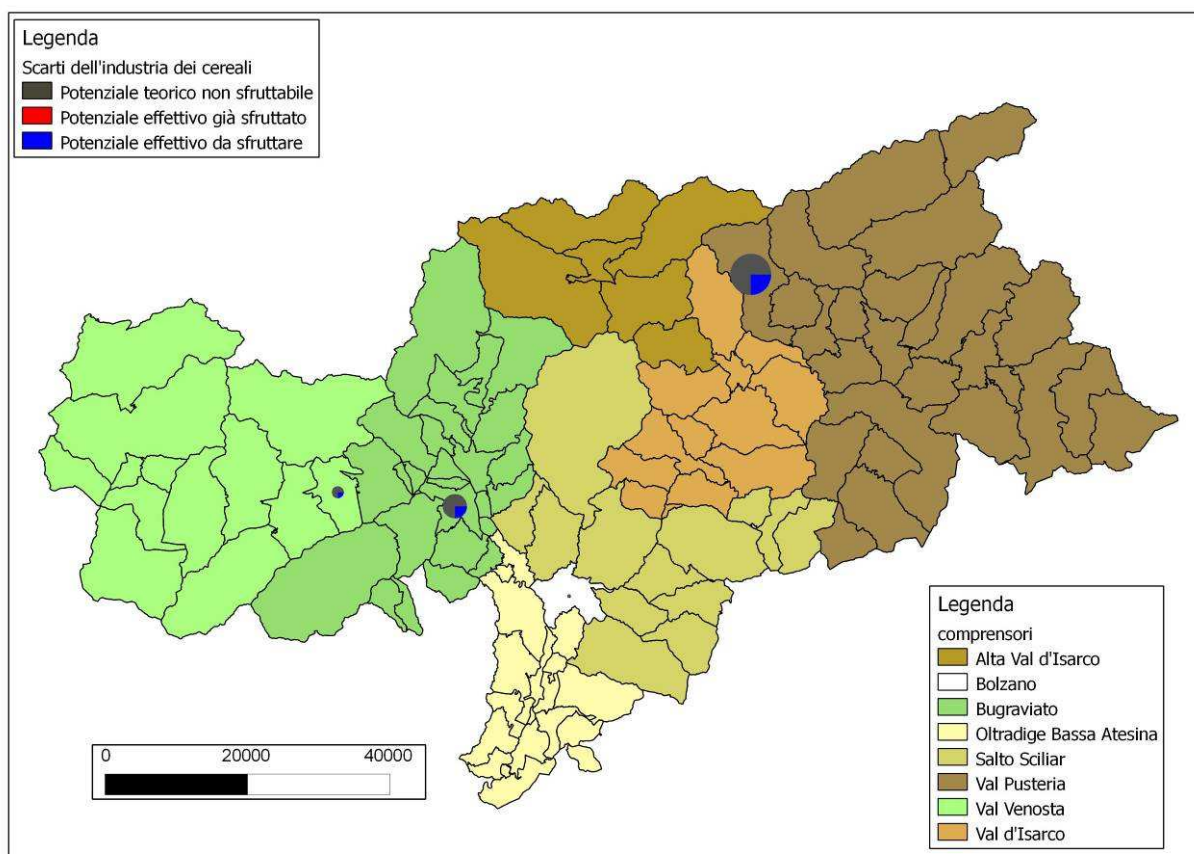


Figura 24: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dall'industria della lavorazione dei cereali nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.8 Industria del pane e dei prodotti dolciari

5.3.8.1 Caratterizzazione del comparto

L'industria altoatesina del pane e dei prodotti dolciari è un comparto estremamente variegato in cui figurano industrie di grandi dimensioni, produttrici di prodotti confezionati, e numerose aziende di piccole dimensioni (panifici, fornai, pasticcerie), la cui produzione è destinata ad un mercato locale.

Pertanto la caratterizzazione degli scarti risultanti da questo comparto deve necessariamente essere svolta ad un livello generale, senza poter entrare nel dettaglio delle differenze tra le produzioni aziendali.

Dal punto di vista delle dimensioni, le 140 aziende altoatesine possono essere classificate nelle seguenti categorie:

- 3 aziende "grandi" con produzione maggiore di 8.000 t/anno;
- 6 aziende "medie" con produzione intorno alle 1.000 t/anno;
- circa 130 aziende "piccole" con produzione compresa tra 50 e 500 t/anno.

Si deve tenere conto che la maggior parte delle aziende di piccole dimensioni ha una produzione di circa 100 t/anno.

Attraverso un'intervista diretta a 3 aziende della panificazione (di piccola, media e grande dimensione) è stato possibile caratterizzare i relativi scarti di processo così come riportato in Tabella 51.

In Tabella 51 non sono stati considerati tutti gli scarti provenienti dall'industria dei prodotti confezionati, ma quelli di interesse primario per caratteristiche e quantità.

In generale, accanto alla disponibilità di pane vecchio/non vendibile ed altri resti di produzione (farine, resto di impasti, tagli di forme), si registrano quantitativi di farina non utilizzabile (risultante dalle fasi di pulizia dei laboratori) ed olio di frittura.

Questi prodotti attualmente trovano come principale canale di valorizzazione l'industria dei mangimi (scarti di produzione, pane vecchio, farina) ad eccezione dell'olio che viene smaltito come rifiuto o, in alcuni casi, venduto come combustibile.

Tabella 51: Caratteristiche degli scarti organici dell'industria del pane e dei prodotti dolciari.

Tipologia di biomassa di scarto	Fattori di produzione [kg scarto/ t produzione]	Classificazione dello scarto	Destinazione tipica	Codice CER di riferimento
Pane vecchio/non vendibile	30 ÷ 70 a seconda delle dimensioni dell'azienda e della tipologia di prodotto finito	Sottoprodotto / rifiuto	Mangime	02 06 01
Resti di produzione (farina, impasto, tagli di forme)		Rifiuto	Mangime	02 06 01
Farina di raccolta		Rifiuto	Mangime	02 06 01
Olio di frittura	<1	Rifiuto	Combustibile	02 06 99

5.3.8.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Interpolando i dati raccolti nel corso delle interviste effettuate, con informazioni provenienti da operatori del settore, è stata stimata la produzione complessiva del comparto della panificazione (circa 50.000 tonnellate all'anno) e quindi, attraverso i fattori di produzione riportati in Tabella 51, i quantitativi di scarti risultanti dal processo di lavorazione.

Oltre al pane bianco vecchio, che viene recuperato per la produzione di pane per canederli o pangrattato, la maggior parte dei restanti scarti trova attualmente largo impiego nell'industria dei mangimi.

Un eventuale conferimento alternativo in impianti biogas, per quanto tecnicamente molto conveniente, in forza del grande potenziale di produzione di biogas di questi prodotti, dovrà in ogni caso confrontarsi sul piano economico con la presenza di accordi già in essere e sulle esigenze di un mercato consolidato. Attualmente 440 tonnellate di impasto prodotto da una delle maggiori aziende del settore vengono già valorizzate in impianti biogas.

Anche per questo comparto, è stato ipotizzato di sfruttare per la produzione energetica il 25% degli scarti prodotti dalla lavorazione del pane (potenziale teorico), al netto dei quantitativi già ora conferiti in impianti biogas.

Tabella 52: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dall'industria del pane e dei prodotti dolciari dell'Alto Adige.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Pane vecchio/non vendibile	2.100	440	415
Resti di produzione (farina, impasto, tagli di forme)			
Farina di raccolta			
Totale	2.100	440	415

5.3.8.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

La producibilità specifica di biogas dei sottoprodotti dell'industria del pane è stata definita sulla base di dati disponibili in letteratura. Tali valori sono riportati in Tabella 53.

In Tabella 54 viene calcolata la produzione energetica lorda ottenibile dalla combustione del biogas prodotto mediante fermentazione anaerobica degli scarti dell'industria della panificazione.

Tabella 53: Caratteristiche e produzione specifica di biogas da scarti dell'industria del pane e dei prodotti dolciari [3].

Biomassa di scarto	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
			[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Pane vecchio	65	97	792	500	420	265
Resti di produzione	87	97	793	675	430	357
Farina di raccolta	88	96	723	612	397	337
Valore medio				500		

Tabella 54: Stima della producibilità totale di energia da scarti dell'industria del pane e dei prodotti dolciari (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Quantità tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
Pane vecchio	415	500	207.500	1.120.500
Resti di produzione				
Farina di raccolta				
Totale	415	500	207.500	1.120.500

5.3.8.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

In Figura 25 si può osservare la distribuzione delle aziende del comparto della panificazione nei diversi comuni della provincia. Le aree di produzione più importanti si trovano nei comuni di Laives, Postal e Ronon.

Per quanto riguarda invece la variabilità temporale, questa biomassa si può considerare disponibile lungo tutto il corso dell'anno.

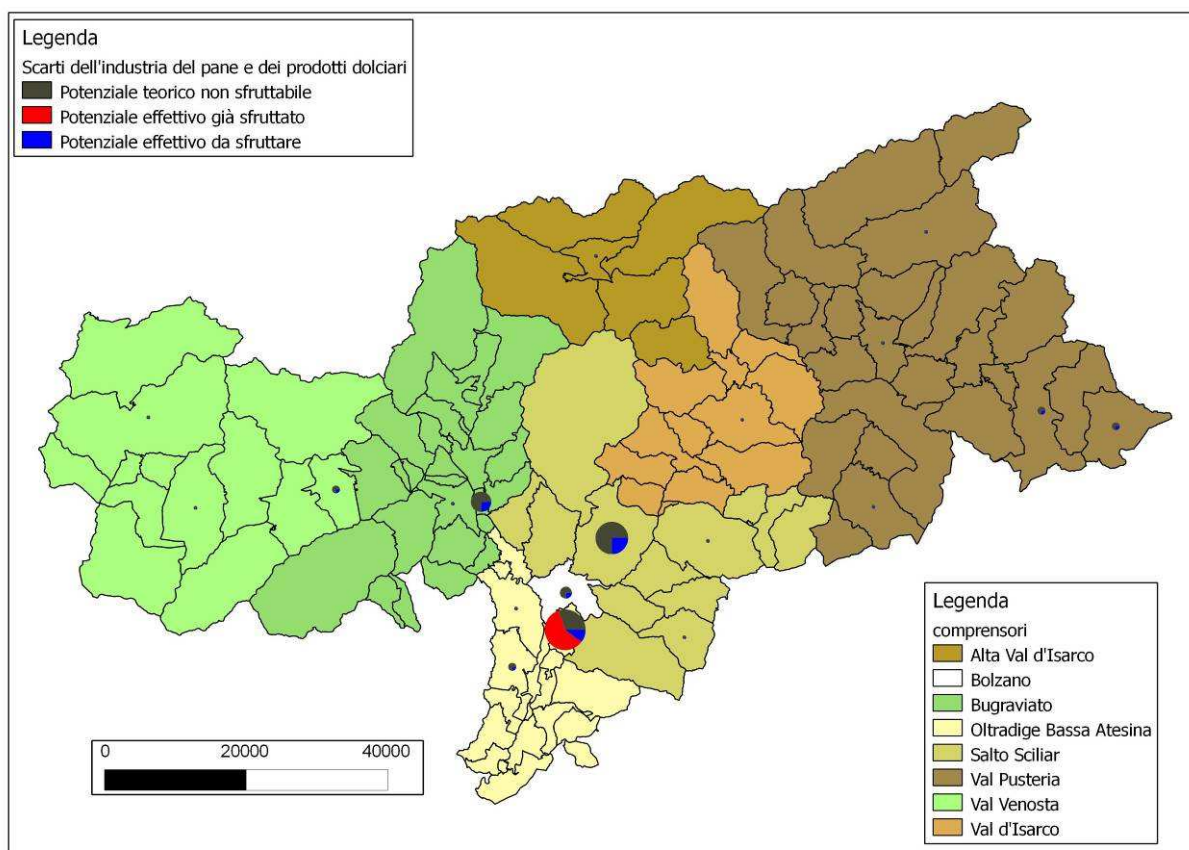


Figura 25: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dell'industria del pane e dei prodotti dolciari nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.3.9 Riassunto comparto agro-industriale

5.3.9.1 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

Il riassunto dei quantitativi di biomassa di scarto prodotti annualmente in Alto Adige dal comparto agro-industriale, di quelli già sfruttati e di quelli ancora da sfruttare in impianti biogas è stato riportato in Tabella 55 e rappresentato graficamente in Figura 26. Come si può notare, dal punto di vista quantitativo i settori più importanti sono l'industria del latte, della frutta e della distillazione. Quest'ultimo, tuttavia, risulta già in buona parte sfruttato in quanto quasi la totalità delle borlande prodotte dalla distillazione della frutta vengono impiegate per la produzione di biogas in impianti di depurazione comunali o aziendali.

Un altro comparto che presenta già oggi quantitativi importanti di scarti impiegati come cosubstrato per la produzione di biogas, è quello della lavorazione della frutta. In questo caso, tuttavia, è realistico ipotizzare che il potenziale effettivo ancora da sfruttare sia almeno pari a quello attualmente sfruttato.

Tuttavia, l'analisi in soli termini quantitativi dei contributi provenienti dai diversi comparti non è di per sé sufficiente ad illustrare in maniera esaustiva quanto i singoli comparti potranno effettivamente contribuire alla produzione energetica, poiché questa varia sensibilmente in funzione della producibilità specifica di biogas ottenibile da ciascuna sostanza, come meglio analizzato nel prossimo capitolo.

Tabella 55: Riassunto del potenziale teorico e del potenziale effettivo, già sfruttato e da sfruttare, di biomassa di scarto nei diversi comparti agro-industriali.

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
Industria delle carni	2.500	5	450
Industria del vino	9.294	0	1.671
Industria della birra	15.100	0	3.775
Industria dei cereali	13.400	12	3.347
Industria del pane e dei prodotti dolciari	2.100	440	415
Industria della distillazione	28.000	23.000	1.250
Industria del latte	122.500	1.462	30.260
Industria della frutta	74.000	10.072	15.982
Totale	266.894	34.991	57.150

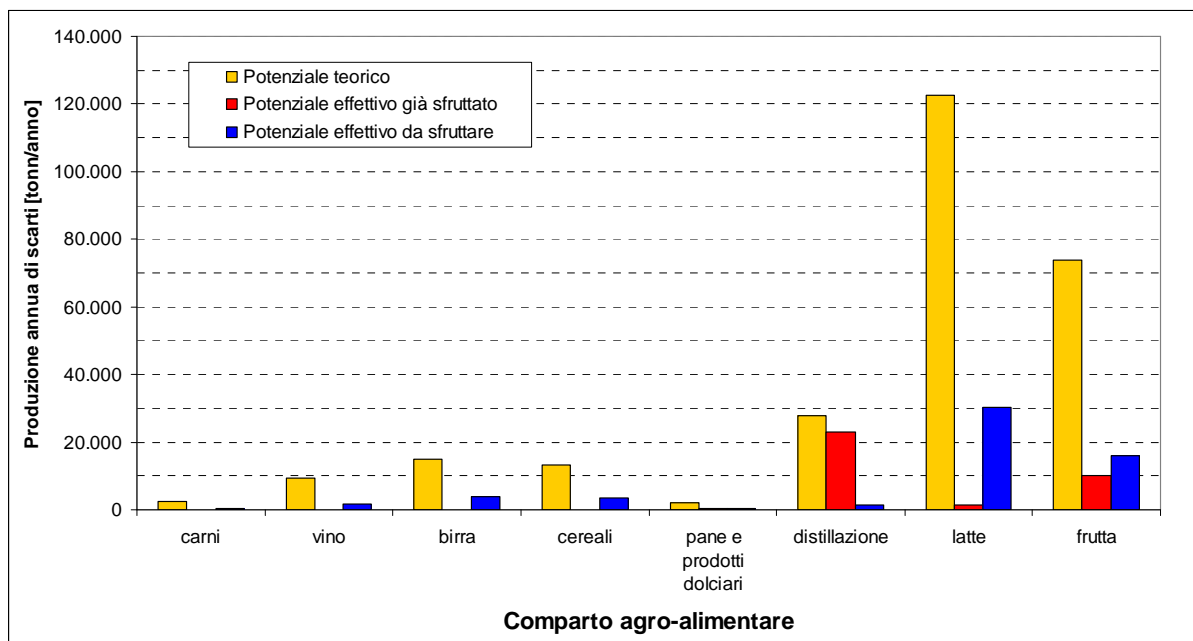


Figura 26: Confronto tra i quantitativi potenziali di biomassa di scarto dai diversi comparti agro-industriali dell'Alto Adige.

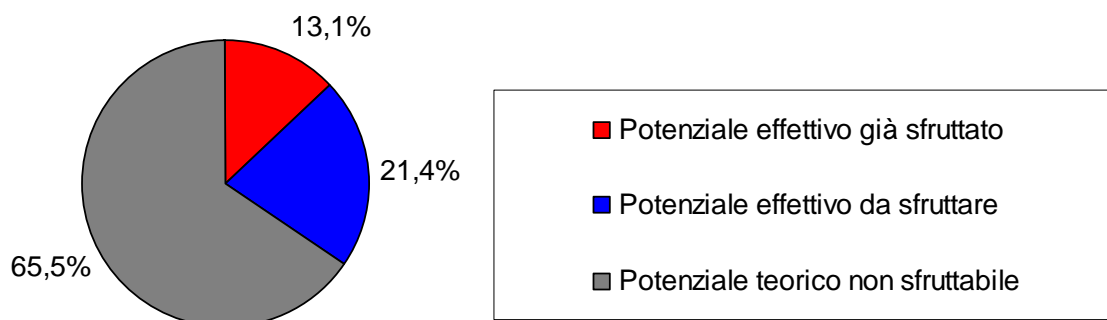


Figura 27: Suddivisione della biomassa di scarto complessivamente prodotta nel comparto agro-industriale dell'Alto Adige, con indicazione delle percentuali di biomassa ancora da sfruttare o già sfruttate in impianti di digestione anaerobica.

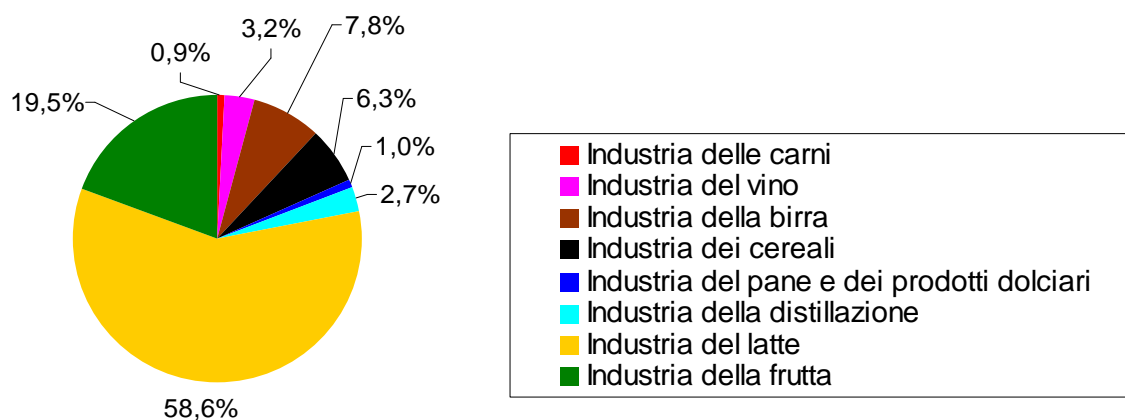


Figura 28: Suddivisione per comparto di provenienza del potenziale effettivo da sfruttare delle biomasse di scarto provenienti dal settore agro-industriale.

5.3.9.2 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

Per il calcolo del biogas producibile complessivamente dal comparto agro-industriale, sono stati pesati i quantitativi effettivamente avviabili a digestione anaerobica per i rispettivi fattori di producibilità, come svolto nei capitoli precedenti. In tale maniera il contributo relativo dato dal comparto, ad esempio, della lavorazione del latte diminuisce, in quanto buona parte dei quantitativi prodotti è rappresentata da siero, caratterizzato da un basso valore di producibilità specifica di biogas. Di contro, cresce il contributo dato dal comparto della lavorazione dei cereali, in quanto gli scarti provenienti da tale industria presentano caratteristiche molto buone per il processo di digestione anaerobica.

In Tabella 56 come anche in Figura 29 è illustrata in termini quantitativi la suddivisione per comparto di provenienza del biogas producibile dall'industria agro-alimentare.

Tabella 56: Produzione energetica derivante dalla digestione anaerobica degli scarti prodotti nei diversi comparti agro-industriali: confronto tra produzione da scarti già sfruttati e produzione da scarti effettivamente sfruttabili.

Comparto agro-industriale	Produzione energetica			
	Biogas [m ³ /a]		Energia termica [kWh/a]	
	da scarti attualmente sfruttati	da scarti effettivamente sfruttabili	da scarti attualmente sfruttati	da scarti effettivamente sfruttabili
Industria delle carni	350	31.500	1.890	170.100
Industria del vino	-	83.562	-	451.235
Industria della birra	-	460.400	-	2.486.160
Industria dei cereali	4.960	1.568.666	26.784	8.470.796
Industria del pane e dei prodotti dolciari	220.000	207.500	1.188.000	1.120.500
Industria della distillazione	690.000	105.000	3.726.000	567.000
Industria del latte	703.500	886.281	3.798.900	4.785.919
Industria della frutta	1.208.640	1.917.840	6.043.200	10.356.336
Totale	2.827.450	5.260.749	14.784.774	28.408.046

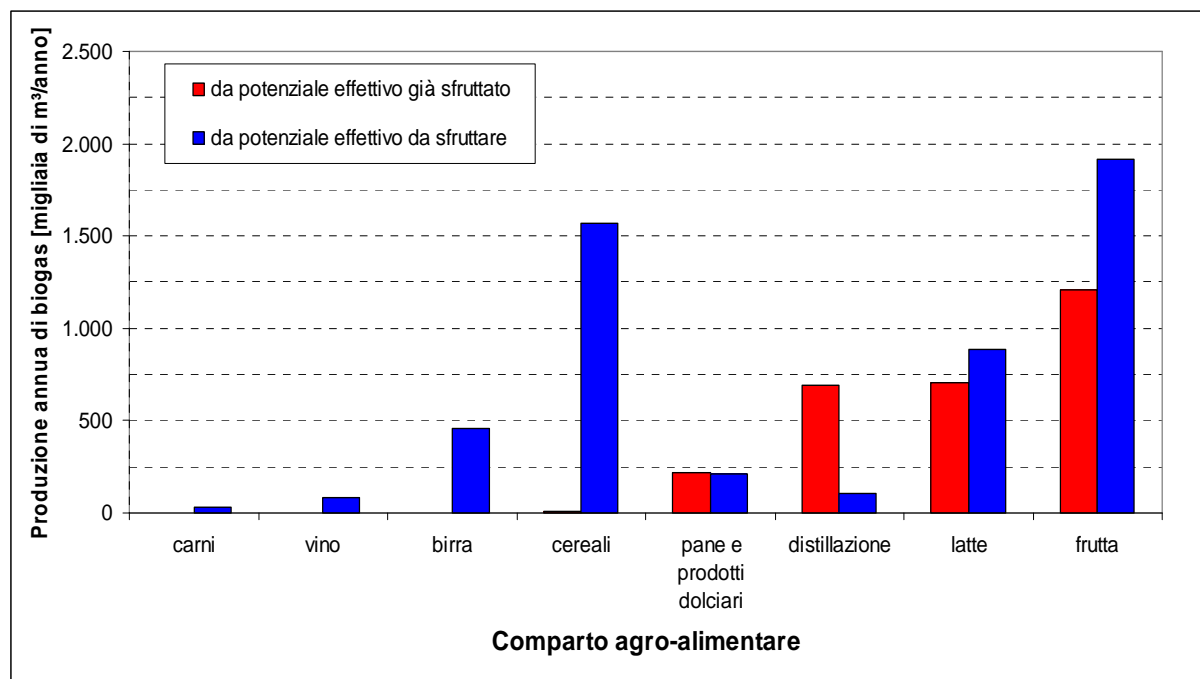


Figura 29: Confronto tra i quantitativi di biogas già prodotti dalla digestione anaerobica delle biomasse di scarto del comparto agro-industriale ed i quantitativi producibili dal trattamento anaerobico delle biomasse ancora da sfruttare.

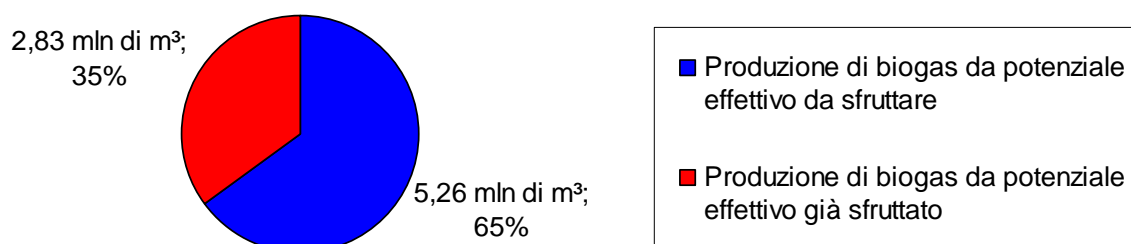


Figura 30: Quantitativi di biogas già prodotti per digestione anaerobica degli scarti agro-alimentari e quantitativi ancora producibili attraverso valorizzazione della biomassa ancora da sfruttare.

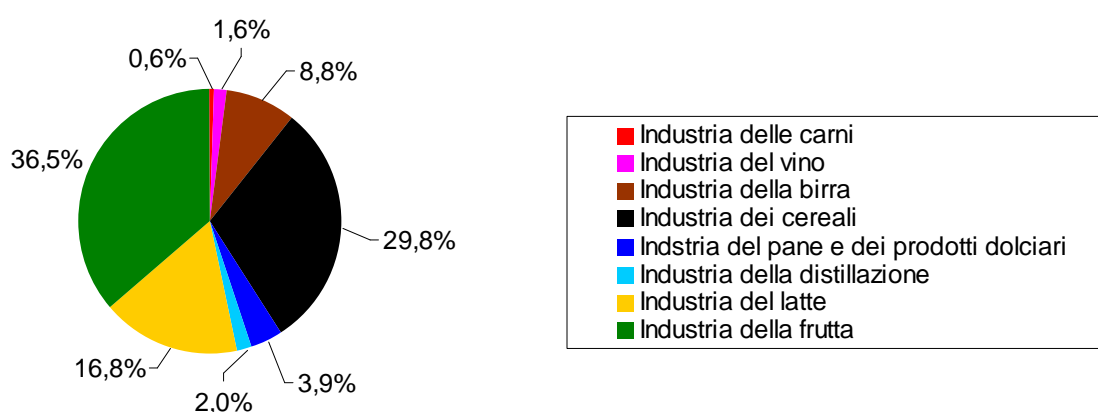


Figura 31: Suddivisione dei quantitativi di biogas effettivamente producibili dalla digestione anaerobica degli scarti ancora sfruttabili dei diversi comparti del settore agro-industriale (potenziale effettivo da sfruttare).

5.3.9.3 Distribuzione geografica del potenziale energetico

La Figura 32 illustra in maniera qualitativa la distribuzione all'interno del territorio provinciale del potenziale di biomassa derivante dal comparto agro-industriale ed impiegabile per la produzione di biogas.

Dal punto di vista dei quantitativi attualmente già valorizzati, questi provengono principalmente da ditte insediate nei comuni di Lana, Lavis, Termeno. Il potenziale effettivo ancora da sfruttare si trova concentrato nell'area del capoluogo (comuni di Bolzano e Laives), per la presenza di aziende di lavorazione del latte e della frutta (vedi Figura 33). Tuttavia, estendendo nuovamente l'analisi al potenziale di producibilità di biogas, risultano quantitativi di biomassa particolarmente interessanti per la digestione anaerobica anche in altri comuni (Vandoies, Castebello, Merano), in corrispondenza con le industrie di lavorazione dei cereali e di produzione della birra (Figura 34).

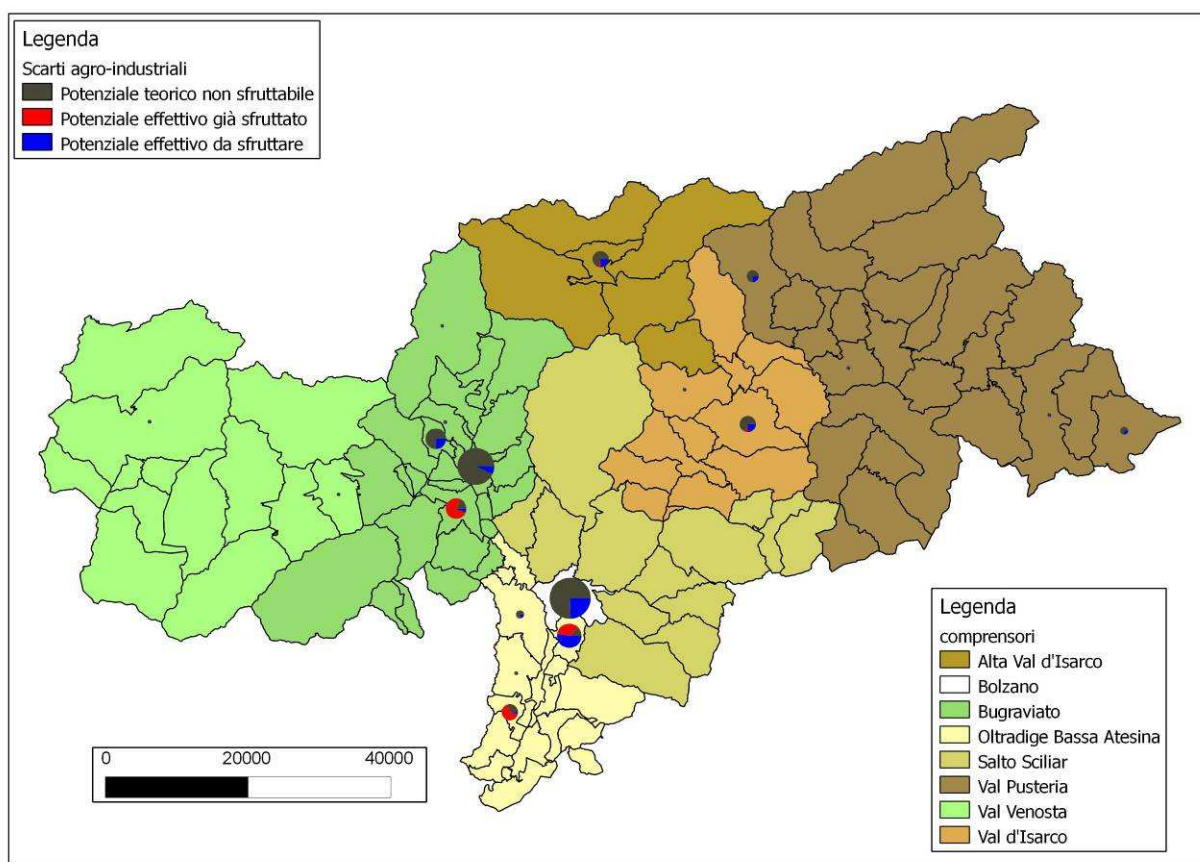


Figura 32: Distribuzione qualitativa della produzione di scarti dal settore agro-industriale nei diversi comuni dell'Alto Adige.

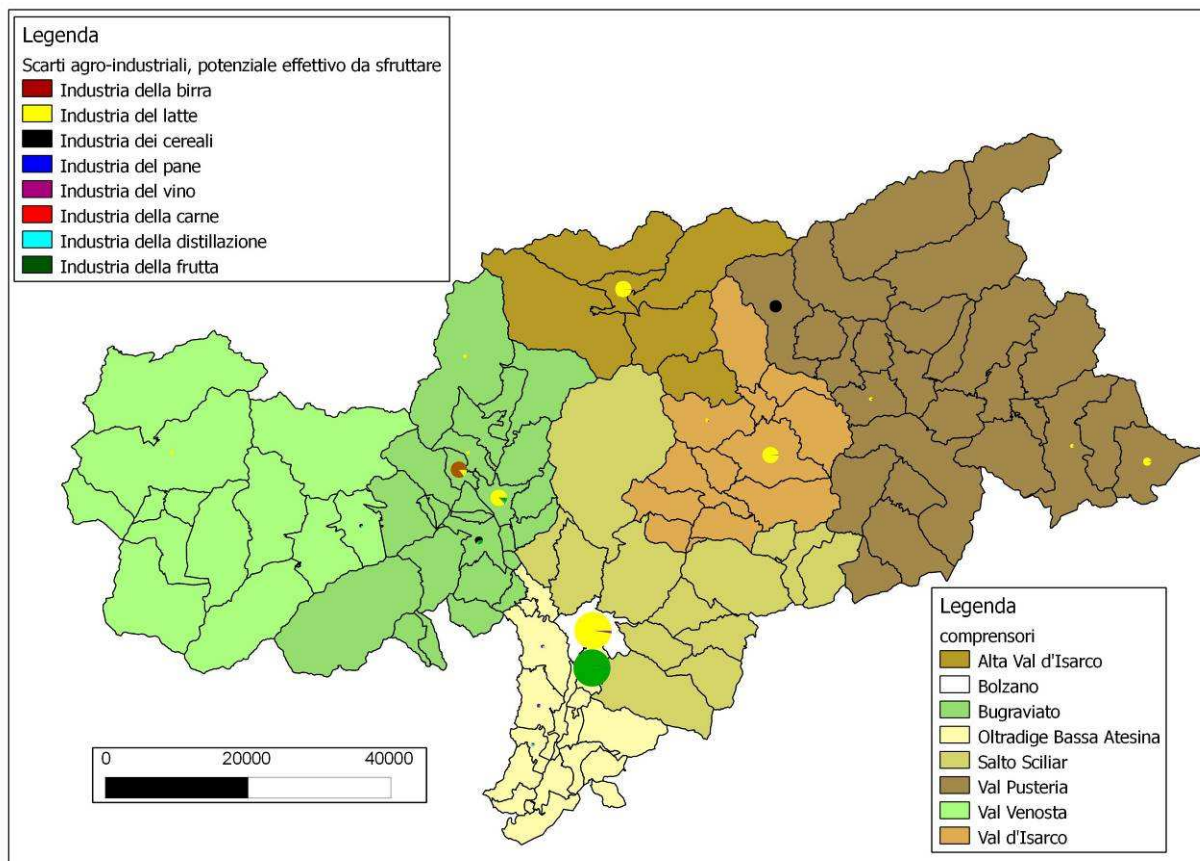


Figura 33: Distribuzione qualitativa del potenziale effettivo da sfruttare relativo agli scarti prodotti dal settore agro-industriale nei diversi comuni dell'Alto Adige.

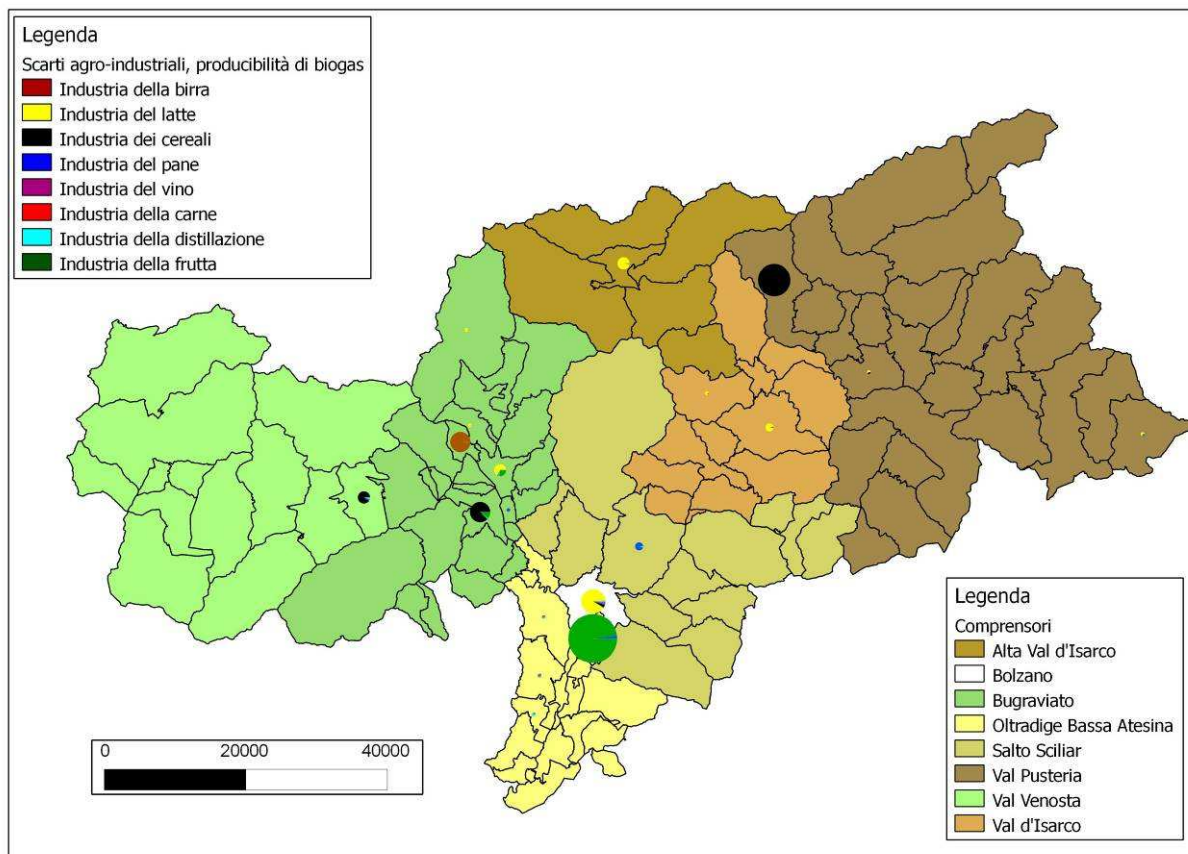


Figura 34: Distribuzione qualitativa della producibilità di biogas dal potenziale effettivo ancora da sfruttare della biomassa di scarto prodotta dal settore agro-industriale nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.4 Rifiuti urbani

5.4.1 Caratterizzazione del comparto

Da un punto di vista normativo i rifiuti organici rientrano nella categoria delle biomasse. La raccolta differenziata dell'umido è in vigore in provincia di Bolzano dalla fine degli anni '80 ed è presupposto fondamentale per valorizzare tale scarto organico per la produzione di biogas. Attraverso i dati provenienti dall'Ufficio Gestione Rifiuti della Provincia Autonoma di Bolzano è stata quantificata la Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU) prodotta in ciascun comune dell'Alto Adige e potenzialmente impiegabile per usi energetici.

In Tabella 57 vengono riportate tutte le matrici organiche reperibili mediante raccolta differenziata (ad esclusione della carta e del cartone). I dati sono riferiti all'anno 2008.

Tra le matrici riportate, i "rifiuti prodotti da giardini e parchi" (cosiddetto verde pubblico) meritano un discorso a parte. In linea teorica, una parte di questa biomassa è idonea per il processo di digestione anaerobica, come l'erba derivante dallo sfalcio dei giardini pubblici. Tuttavia, nella pratica tale biomassa viene mescolata con altre tipologie di residui vegetali, contenenti materiale legnoso (ad esempio, residui di potature di alberi e siepi pubbliche), tanto da risultare non più impiegabile in impianti a biogas. La destinazione principale per questo tipo di biomassa organica è rappresentata dagli impianti di compostaggio.

Come si può notare in Figura 35 una buona parte della frazione organica dei rifiuti urbani viene già valorizzata mediante digestione anaerobica, principalmente nell'impianto di Lana.

Qui viene smaltito circa il 40% della FORSU prodotta in Provincia, corrispondente a circa 12.000 t/a. È tuttavia in progetto l'ampliamento della capacità di smaltimento, fino a 25.000 t/a, come già spiegato al capitolo 4.2. In tale maniera la maggior parte della FORSU prodotta a livello provinciale potrà essere valorizzata a fini energetici.

Tabella 57: Quantitativi di rifiuti organici urbani oggetto di raccolta differenziata e relative destinazioni finali [2008].

Frazioni di rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata	Codice CER	Produzione annua [t/a]	Destinazione [t/a]		
			Compostaggio	Digestione anaerobica	Altro
Rifiuti biodegradabili di cucine e mense	20 01 08	27.804	11.927	12.342	5.731
Rifiuti prodotti da giardini e parchi	20 02 01	15.912	12.203	0	3.797
Oli e grassi alimentari	20 01 25	1.018	0	56	914
Totale		44.734	24.130	12.398	8.206

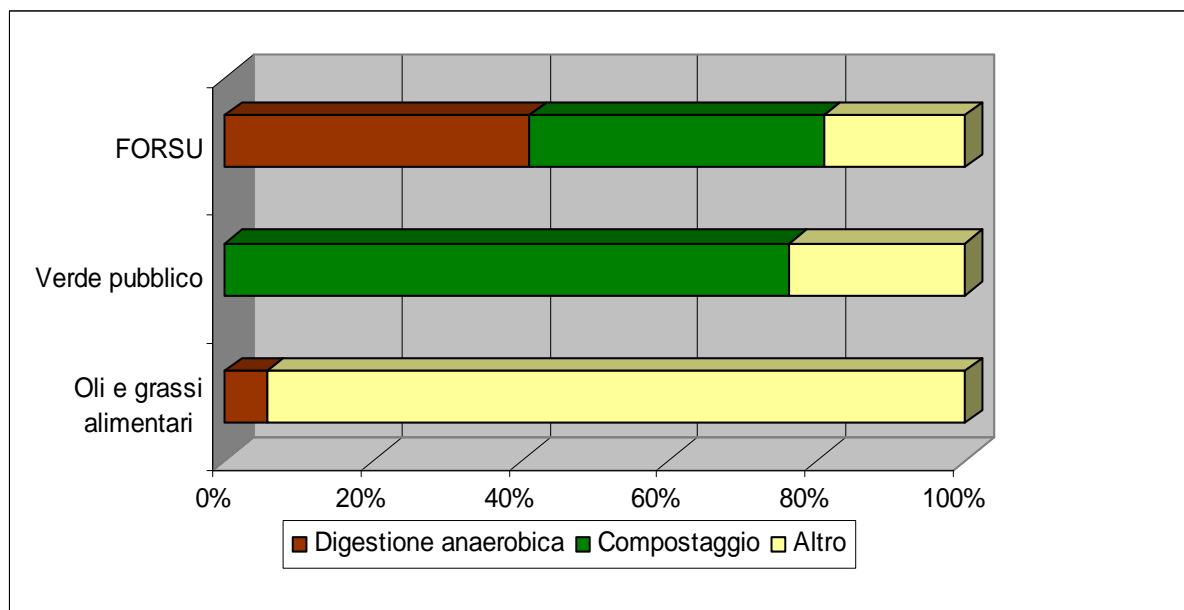


Figura 35: Destinazioni attuali delle frazioni organiche dei rifiuti urbani [2008].

5.4.2 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

La digestione anaerobica rappresenta sicuramente una modalità di valorizzazione della FORSU più interessante del semplice compostaggio.

Pertanto si è ipotizzato che la totalità dei quantitativi di FORSU possa essere avviata dapprima alla digestione anaerobica e quindi alla decomposizione aerobica, con produzione finale di compost. Pertanto si è deciso di far coincidere il potenziale effettivo di FORSU da sfruttare con il potenziale teorico.

Altro discorso meritano invece le restanti due matrici risultanti dalla raccolta differenziata, ovvero il verde pubblico e gli oli/grassi alimentari.

In via cautelativa, si assume che il verde proveniente da raccolta differenziata non venga conferito in impianti biogas, ma che sia smaltito esclusivamente in impianti di compostaggio, come di fatto già oggi avviene.

Gli oli ed i grassi alimentari trovano invece ulteriori canali di valorizzazione (industria dei cosmetici, della saponificazione, utilizzo come combustibile...), concorrenziali rispetto alla digestione anaerobica. Attualmente 56 tonnellate di grassi alimentari vengono smaltiti come cofermenti in impianti agricoli. È stato ipotizzato che i quantitativi ancora sfruttabili di oli e grassi alimentari (potenziale effettivo da sfruttare) siano pari al 10% del potenziale teorico presente in ciascun comune della provincia, al netto dei quantitativi già valorizzati.

Tabella 58: Potenziale teorico ed effettivo di biomassa derivante dalle frazioni organiche dei rifiuti urbani disponibili a livello provinciale [2008].

Tipologie di biomassa	Potenziale teorico [t/a]	Potenziale effettivo [t/a]	
		già sfruttato	da sfruttare
FORSU	27.804	12.342	15.462
Oli e grassi alimentari	1.018	56	98
Totale	28.822	12.398	15.559

5.4.3 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

Per il calcolo del potenziale di biogas ottenibile dai rifiuti organici prodotti in Provincia di Bolzano, si è fatto riferimento al valore medio specifico di producibilità di biogas della FORSU che già oggi viene conferita e trattata nell'impianto biogas di Lana.

Tabella 59: Caratteristiche e produzione specifica di biogas dalle frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani.

Tipologia di rifiuto	ST su tal quale	SV su ST	Produzione			
			biogas		metano	
	[%]	[%]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]	[m ³ /t SV]	[m ³ /t]
Rifiuti biodegradabili di cucine e mense (FORSU)	35	60-70	480-520	100-120		
Rifiuti prodotti da giardini e parchi (verde pubblico)	12	83-92	550-600	60-70		
Oli e grassi alimentari	90	95		700		

Tabella 60: Stima della producibilità totale di energia dalle frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani (PCI biogas=5,4 kWh/m³).

Biomassa di scarto	Biomassa tal quale	Produzione specifica biogas	Produzione biogas	Produzione energetica
	[t/a]	[m ³ /t tal quale]	[m ³ /a]	[kWh/a]
FORSU	15.462	110	1.700.767	9.184.143
Oli e grassi alimentari	98	700	68.464	369.706
Totale	15.559		1.769.231	9.553.849

5.4.4 Distribuzione geografica del potenziale energetico

La Figura 36 illustra la distribuzione dei quantitativi di rifiuti urbani organici provenienti da raccolta differenziata ed interessanti per il processo di digestione anaerobica (FORSU, oli e grassi alimentari). Come si può notare, nei comuni che già ora conferiscono la FORSU prodotta nel proprio territorio all'impianto di Lana, il potenziale effettivo ancora da sfruttare è limitato. Viceversa, i comuni della parte orientale della provincia presentano maggiori quantitativi da valorizzare, in quanto attualmente lo smaltimento delle matrici organiche della raccolta differenziata avviene in impianti di compostaggio. Come già osservato, il potenziamento dell'impianto di Lana consentirà, in linea teorica, di ricevere la FORSU proveniente dalla maggior parte del territorio provinciale.

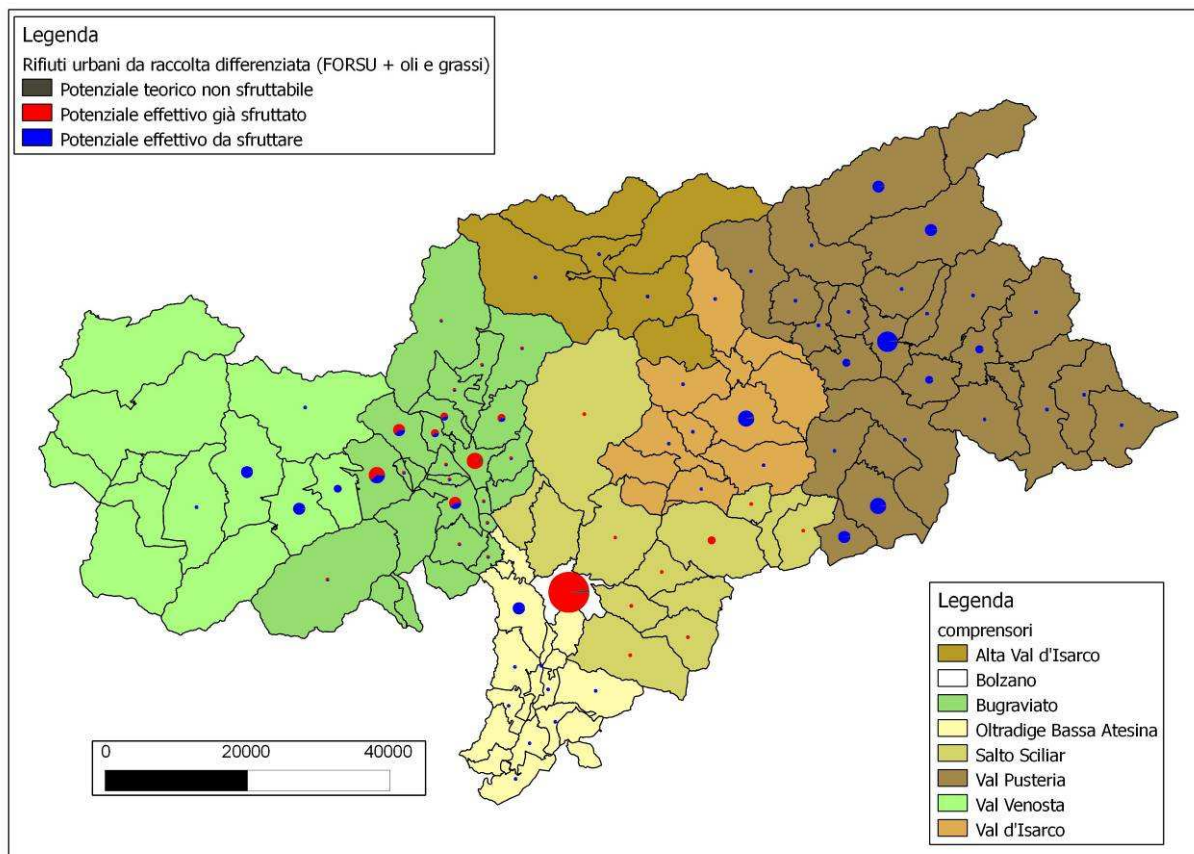


Figura 36: Distribuzione qualitativa dei quantitativi di rifiuti urbani da raccolta differenziata idonei per la digestione anaerobica (FORSU, oli e grassi alimentari), prodotti nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.4.5 Rifiuti non trattati dell'industria del legno

Nel corso dello studio è stata indagata anche la disponibilità a livello provinciale di rifiuti non trattati dell'industria del legno. I dati sono stati forniti dall'Ufficio Gestione Rifiuti ed, in particolare, l'analisi ha riguardato i seguenti codici CER:

- 150103: imballaggi in legno;
- 200137: legno proveniente dalla raccolta differenziata i rifiuti urbani, contenente sostanze pericolose;
- 200138: legno proveniente dai rifiuti urbani, diverso da quello di cui alla voce 20 01 37.

L'analisi della disponibilità degli scarti non trattati dell'industria del legno è stata eseguita per motivi di completezza in quanto scarti valorizzabili energeticamente, anche se non per digestione anaerobica.

Tabella 61: Produzione dei rifiuti non trattati dell'industria del legno, anno di riferimento [2008].

	Rifiuti non trattati dell'industria del legno [kg]
CER 150103: imballaggi in legno	84.589
CER 200137: legno proveniente dalla raccolta differenziata	4.700
CER 200138: legno proveniente dalla raccolta differenziata	5.860.080
Totale	5.949.369

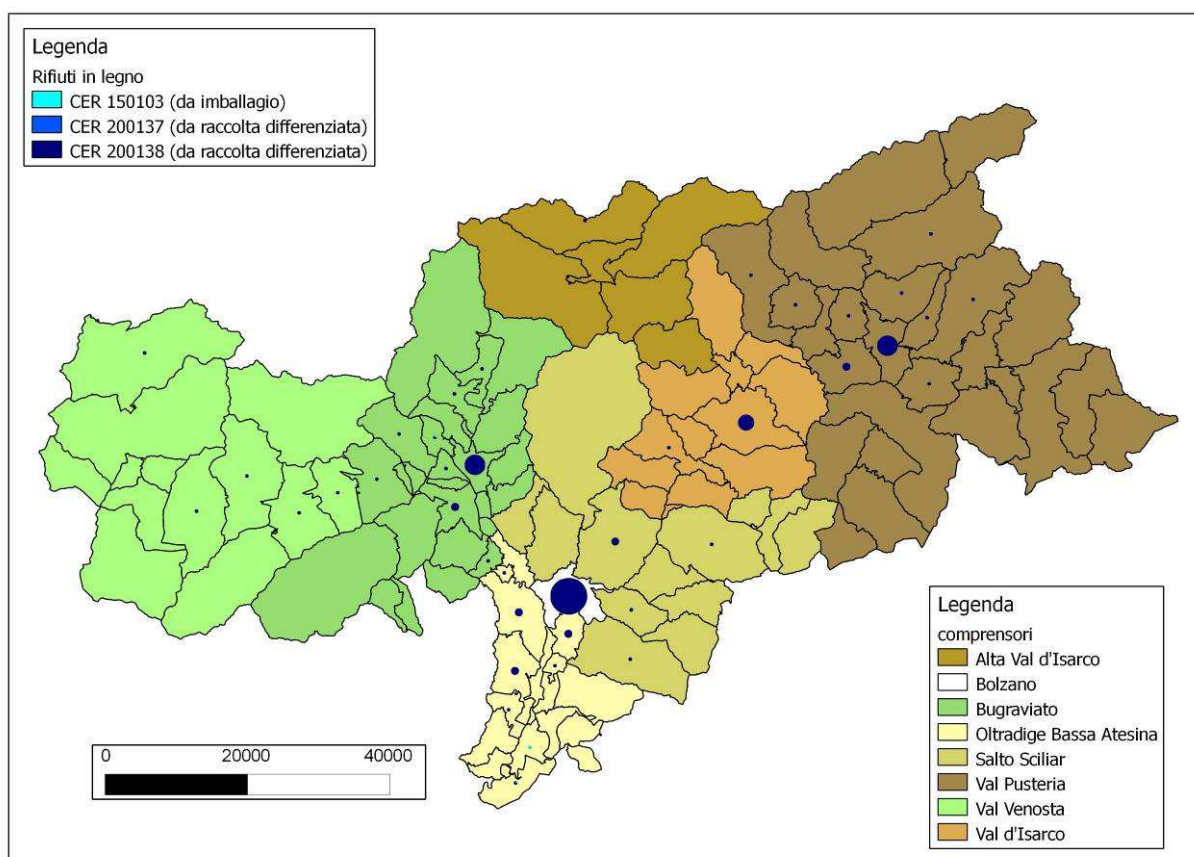


Figura 37: Distribuzione qualitativa della disponibilità di rifiuti in legno provenienti da imballaggi e da raccolta differenziata, prodotti nei diversi comuni dell'Alto Adige.

5.5 Riassunto della disponibilità di biomassa avviabile a digestione anaerobica in Alto Adige

5.5.1 Quantitativi di biomassa: potenziale teorico ed effettivo

In Tabella 62 è riassunta la disponibilità annua di scarti idonei alla digestione anaerobica per ciascun comparto preso in esame nello studio. In tale tabella non compaiono i fanghi provenienti dalla depurazione delle acque reflue, i quali, tuttavia, come illustrato al capitolo 4.3, vengono già ora valorizzati per il 93% dei quantitativi totali.

Attualmente la biomassa valorizzata in impianti a biogas ammonta a circa 163.000 tonnellate, che rappresentano il 3,5% del potenziale teorico disponibile in Alto Adige (vedi Figura 39). Il potenziale ancora sfruttabile (potenziale effettivo da sfruttare), secondo quanto ipotizzato nel corso dello studio ed illustrato nei capitoli precedenti, ammonta ad oltre 1.000.000 tonnellate, pari a 6,5 volte i quantitativi attualmente valorizzati.

Come illustrato in Figura 39 ed in Figura 40, la maggior parte del potenziale ancora sfruttabile è rappresentato dagli effluenti di allevamento, seguito dalle produzioni agricole (erba recuperabile dai filari di viti e frutteti) e dagli scarti agro-industriali. Per quanto riguarda il potenziale proveniente dalla raccolta differenziata dei rifiuti urbani (FORSU), il previsto ampliamento dell'impianto di Lana consentirà di valorizzare la maggior parte dei quantitativi disponibili, come commentato al capitolo 4.2.

Tabella 62: Produzione complessiva di biomassa di scarto in Alto Adige (potenziale teorico) con quantitativi attualmente già avviati a digestione anaerobica (potenziale effettivo già sfruttato) e quantitativi ancora da sfruttare (potenziale effettivo da sfruttare).

Comparto agro-industriale	Disponibilità annua di scarti [t/a]		
	Potenziale teorico	Potenziale effettivo	
		già sfruttato	da sfruttare
Produzioni agricole	1.822.402	426	59.767
Reflui zootecnici	2.555.708	115.156	927.057
Scarti agro-industriali	266.894	34.991	57.150
Rifiuti urbani da raccolta differenziata	28.822	12.398	15.559
Totale	4.673.825	162.973	1.059.533

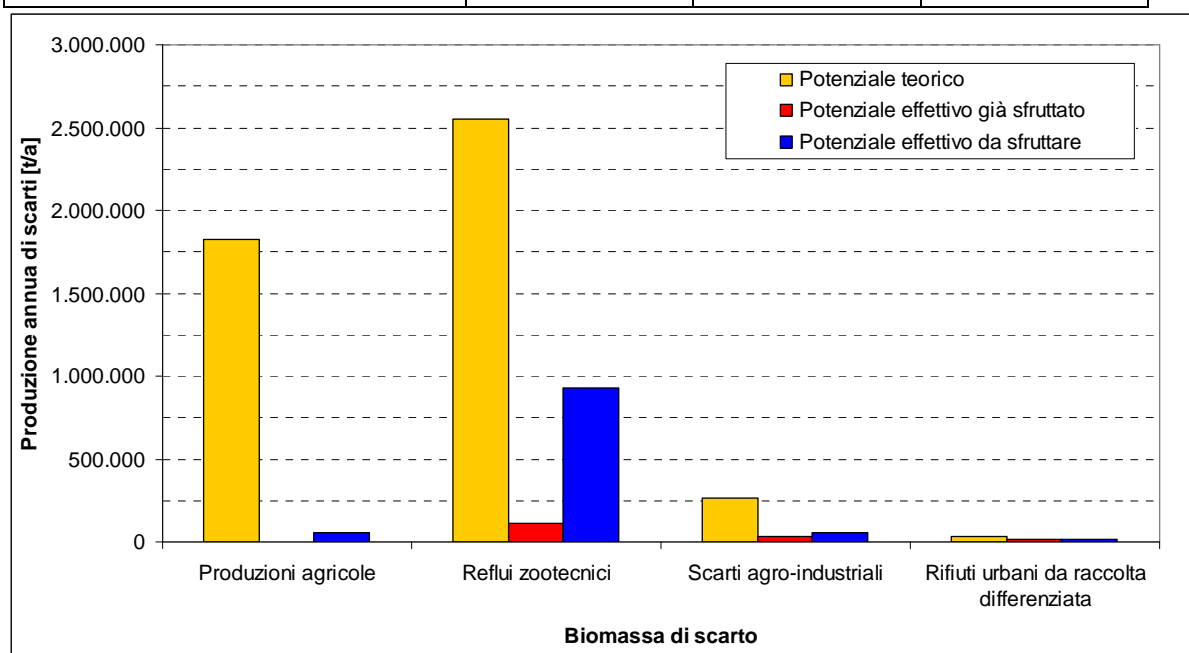


Figura 38: Confronto tra i quantitativi di biomassa di scarto prodotta in Alto Adige in diversi comparti.

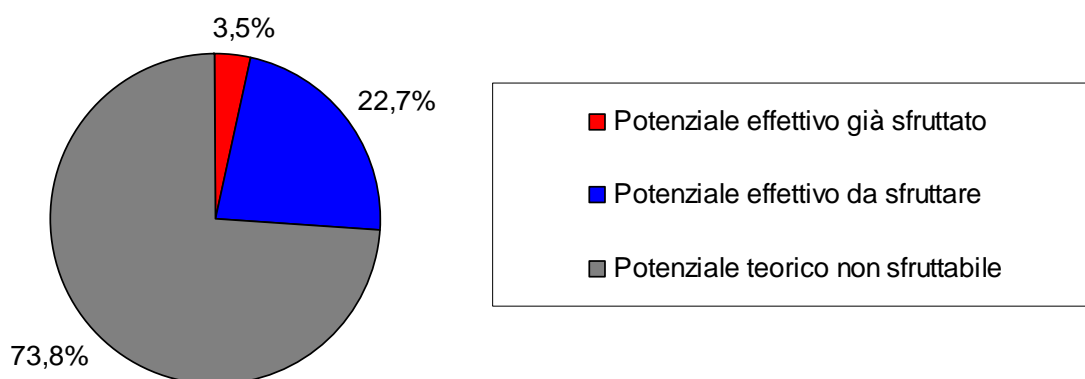


Figura 39: Suddivisione della biomassa di scarto complessivamente prodotta in Alto Adige, con indicazione delle percentuali di biomassa ancora da sfruttare o già sfruttate in impianti di digestione anaerobica.

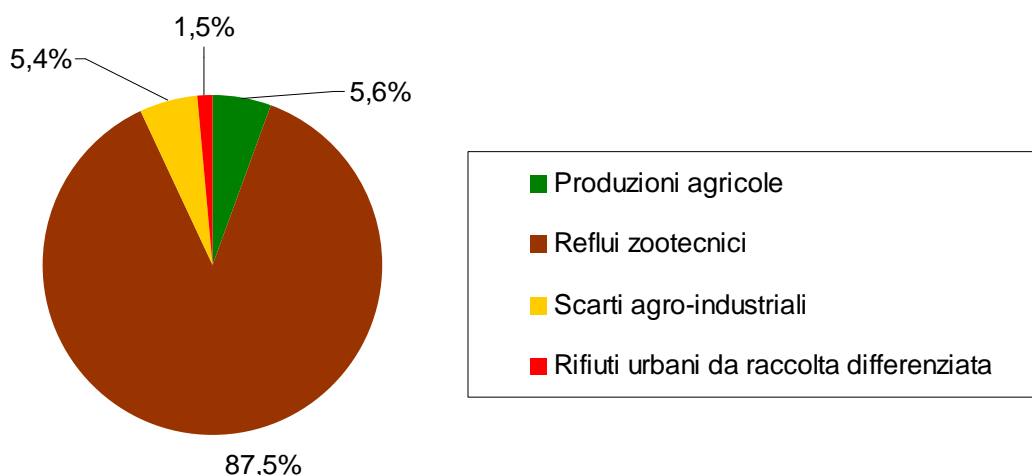


Figura 40: Suddivisione del potenziale effettivo da sfruttare della biomassa disponibile in Alto Adige, con indicazione del comparto di provenienza.

5.5.2 Energia ricavabile dalla digestione anaerobica

Dal punto di vista della produzione di biogas, come analizzato in Figura 43, il volume di biogas prodotto attualmente rappresenta il 21% del potenziale effettivo. In tale analisi vengono di nuovo esclusi i fanghi di depurazione, ma viene considerata la produzione di biogas derivante dalla digestione anaerobica delle borlande conferite dalle aziende della distillazione in alcuni impianti di depurazione della provincia. Il comparto in grado di fornire i maggiori quantitativi di energia è anche in questo caso quello dei reflui zootecnici, per il quale si è ipotizzato di poter avviare a digestione anaerobica il 50% degli effluenti prodotti dagli allevamenti bovini con capi di età maggiore ai 2 anni.

Dal punto di vista della produzione energetica il "peso" relativo degli scarti provenienti dal comparto agro-industriale e delle produzioni agricole è maggiore (rispettivamente 14,8 e 15,1%) rispetto a quello espresso in termini quantitativi, grazie alla maggiore producibilità media specifica di biogas. Ciò è evidenziato in Figura 44.

Figura 41: Produzione energetica derivante dalla digestione anaerobica degli scarti organici prodotti in provincia di Bolzano: confronto tra produzione da scarti già sfruttati e produzione da scarti effettivamente sfruttabili.

Comparto	Produzione energetica			
	Biogas [m ³ /a]		Energia termica [kWh/a]	
	da scarti attualmente sfruttati	da scarti effettivamente sfruttabili	da scarti attualmente sfruttati	da scarti effettivamente sfruttabili
Produzioni agricole	38.383	5.379.000	207.269	29.046.600
Reflui zootecnici	5.492.949	23.176.422	29.661.924	125.152.677
Scarti agro-industriali	2.827.450	5.260.749	14.784.774	28.408.046
Rifiuti urbani da raccolta differenziata	1.396.976	1.769.231	7.543.673	9.553.849
Totale	9.755.758	35.585.402	52.197.640	192.161.172

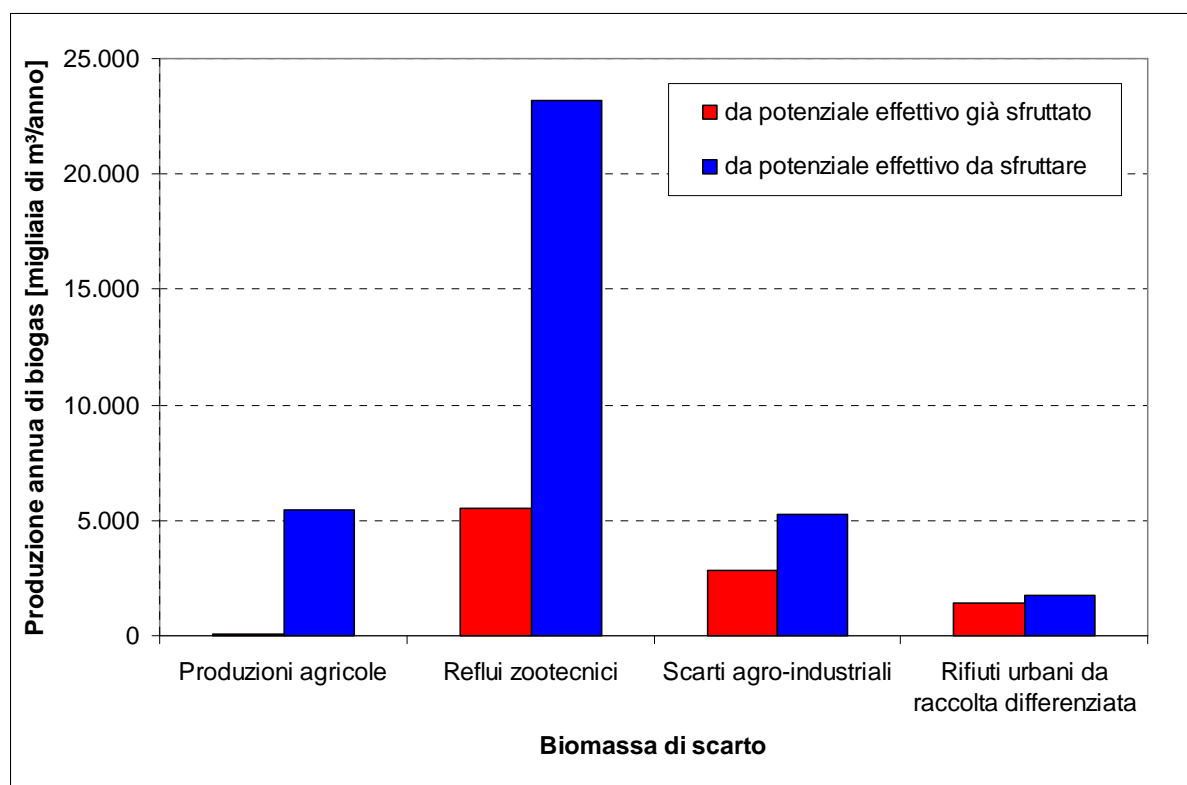


Figura 42: Confronto tra i quantitativi di biogas già prodotti dalla digestione anaerobica delle biomassa di scarto dei diversi comparti e i quantitativi producibili dal trattamento anaerobico della biomassa ancora da sfruttare.

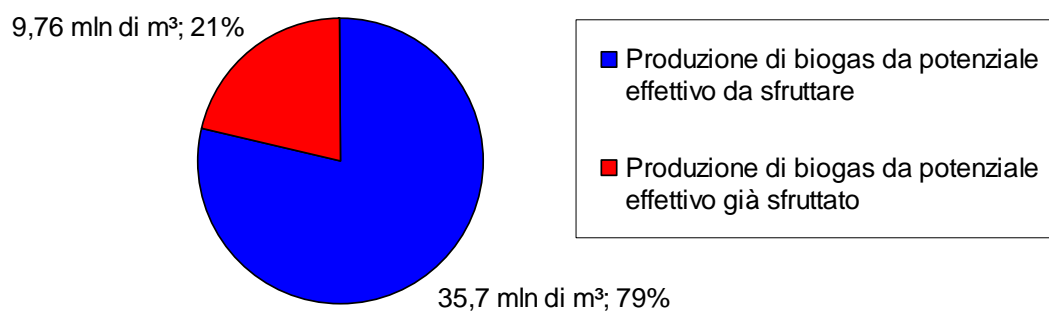


Figura 43: Quantitativi di biogas già prodotti per digestione anaerobica della biomassa in Alto Adige (ad esclusione dei fanghi di depurazione) e quantitativi ancora producibili attraverso valorizzazione della biomassa ancora da sfruttare.

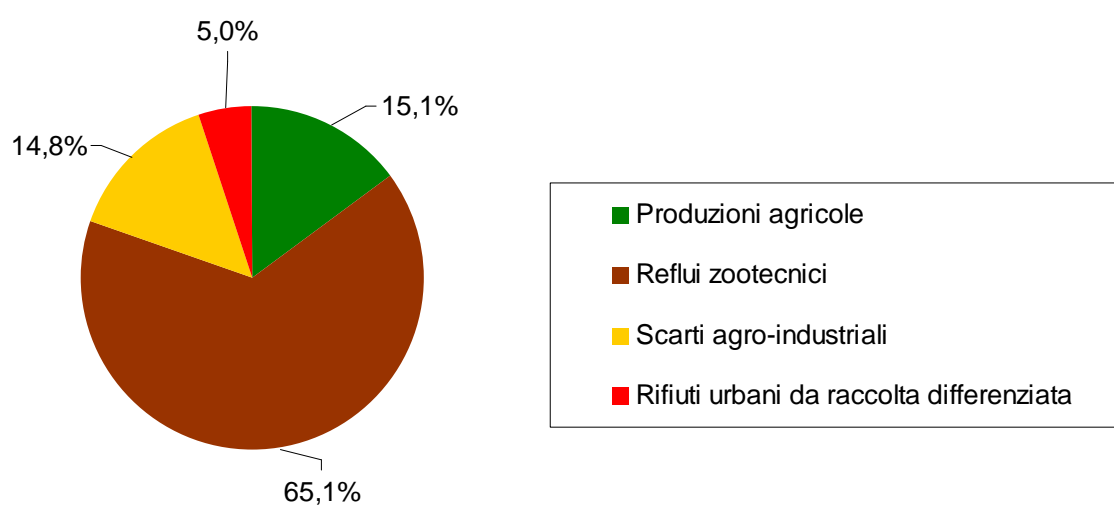


Figura 44: Suddivisione dei quantitativi di biogas ottenibili per digestione anaerobica delle diverse biomasse di scarto ancora sfruttabili (potenziale effettivo da sfruttare) .

6 Analisi dei benefici ambientali ed energetici connessi allo sfruttamento della biomassa di scarto prodotta in Alto Adige

6.1 Bilancio ambientale degli impianti biogas

Dal punto di vista dei benefici ambientali connessi alla valorizzazione energetica della biomassa mediante impianti di digestione anaerobica, l'aspetto che viene in genere maggiormente citato riguarda il risparmio nelle emissioni di gas ad effetto serra. Da questo punto di vista, infatti, il bilancio ambientale è non negativo, in quanto la combustione del biogas nelle unità di cogenerazione immette in atmosfera una quantità di CO₂ pari a quella sottratta dall'atmosfera e stoccata nel tessuto vegetale della biomassa nel corso del ciclo di vita della biomassa stessa.

Tuttavia, se si volesse compiere un'analisi ambientale più estesa, considerando non solo la fase di produzione energetica, ma l'intero percorso di produzione ed utilizzo del biogas, ed inserendo nella valutazione altri parametri ambientali, oltre a quello dell'emissione di gas ad effetto serra, il bilancio complessivo dell'operazione potrebbe risultare meno favorevole.

Molti studi di settore analizzano tale bilancio ambientale, considerando l'intero ciclo di vita, quindi dalla costruzione dell'impianto, alla coltivazione della biomassa, al suo trasporto, stoccaggio e lavorazione per la produzione energetica, alle emissioni nell'ambiente, fino all'impiego di prodotti di scarto del processo (ad esempio, lo spargimento del digestato nei campi).

Tali analisi, che prendono il nome di LCA-Life Cycle Assesment (bilancio del ciclo di vita), utilizzano una grande quantità di indicatori ecologici per misurare le ripercussioni su diversi comparti ambientali. Così ad esempio, oltre ai quantitativi di CO₂-equivalente, vengono considerate altre tipologie di sostanze immesse nell'ambiente nel corso della vita utile dell'impianto, quali gli ossidi di azoto (NO_x), i metalli pesanti, gli ossidi di zolfo (SO₂), il fosforo (P), ecc. Tra le diverse ripercussioni che contribuiscono a definire il bilancio ambientale complessivo si considerano ad esempio:

- l'emissione di gas climaalteranti;
- la riduzione dello strato di ozono;
- l'acidificazione dei suoli;
- la formazione dello smog fotochimico;
- l'inquinamento da metalli pesanti;
- l'immissione nell'ambiente di sostanze cancerogene;
- l'eutrofizzazione degli ecosistemi.

Tali ripercussioni possono essere a loro volta suddivise in base alla categoria di danno arrecato, in ripercussioni sull'ecosistema, ripercussioni sulla salute dell'uomo, fino alle ripercussioni in grado di incidere sul tasso di mortalità.

I risultati di tali studi sono estremamente variabili, poiché il quadro di riferimento è influenzato da una molteplicità di fattori, che vanno dal tipo di biomassa utilizzata, alla localizzazione dell'impianto rispetto ai fornitori di biomassa, agli accorgimenti gestionali ed agronomici adottati, al tipo di valorizzazione energetica del biogas prodotto, ecc.

A titolo di esempio, in Figura 45 è mostrato il risultato di uno studio pubblicato dalla Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe¹⁰ che confronta le ripercussioni su diversi comparti ambientali nel ciclo di vita di due impianti biogas, alimentati rispettivamente ad insilato di

¹⁰ Agenzia per le Risorse Rinnovabili, fondata in Germania nel 1993 dal Ministero per il Cibo, l'Agricoltura e la Tutela del Consumatore.

mais (a sinistra) ed effluenti di allevamento (a destra) [14]. In entrambi i casi vi sono ricadute positive per quanto riguarda le emissioni evitate di gas ad effetto serra, anche se di diversa intensità. Riguardo invece alla riduzione dell'emissione di sostanze ozonoriducenti ed acidificanti ad esempio, se l'impianto ad effluenti da allevamento ha un'azione positiva, l'impianto alimentato ad insilato di mais produce un maggiore inquinamento.

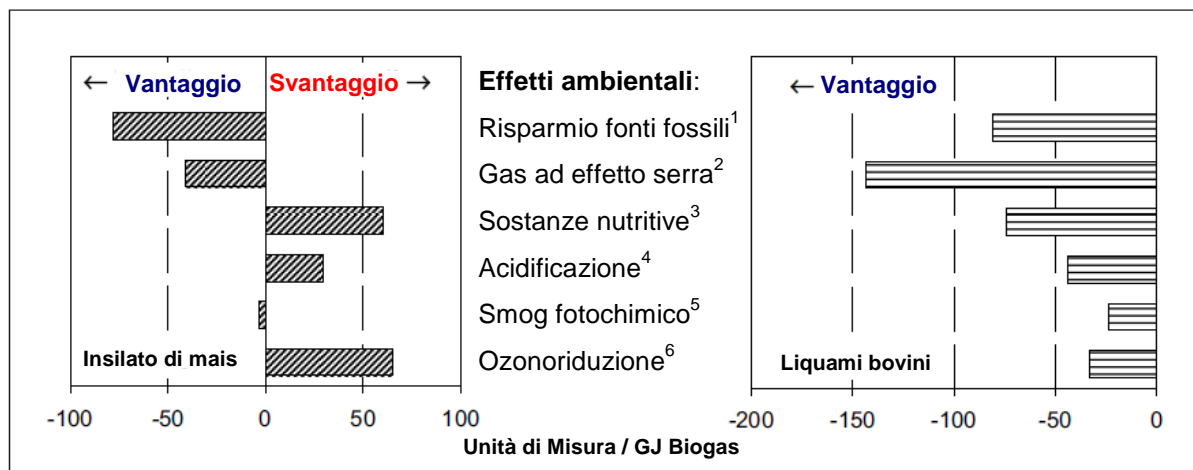


Figura 45: Confronto tra le ricadute in diversi comparti ambientali derivanti dall'analisi del ciclo di vita per due impianti a biogas alimentati distintamente da effluenti di allevamento bovino e insilato di mais [14].

Unità di misura: (1) 10 MJ, (2) kg CO₂-equiv., (3) g PO₄-equiv., (4) 10 g SO₂-equiv., (5) g Etene-equiv., (6) 10 mg R11-equiv.

Negli ultimi anni, tuttavia, l'attenzione della comunità scientifica, dell'opinione pubblica e dei decisori politici si è focalizzata principalmente sul problema rappresentato dall'emissione dei gas "ad effetto serra", indiziati di essere responsabili dei cambiamenti climatici in atto (confronta report 2007 dell'Intergovernment Panel on Climate Change [15]).

Pertanto nel paragrafo successivo verrà approfondita l'analisi del bilancio ambientale degli impianti biogas dal punto di vista delle emissioni di gas climaalteranti.

6.1.1 Emissioni di CO₂-equivalente da impianti biogas

Dal punto di vista delle emissioni di gas ad effetto serra, un'analisi dettagliata degli effetti ambientali connessi all'esercizio di un impianto a biogas risulta alquanto complessa. Infatti, oltre alla ben nota CO₂, prodotta soprattutto nella fase di combustione del biogas, ma anche nella fase di lavorazione e trasporto della biomassa, devono essere monitorate le emissioni di altri gas in grado di contribuire all'effetto serra, quali il metano (CH₄) ed il biossido di azoto (NO₂) (vedi Tabella 63).

Tabella 63: Contributo all'effetto serra dato da diversi gas, espresso in riferimento alla CO₂.

Gas ad effetto serra	Emissioni di CO ₂ equivalente ¹¹ [kg CO ₂ -eq / kg gas]
Biossido di carbonio (CO ₂)	1
Metano (CH ₄), da fonte fossile	27,75
Metano (CH ₄), da fonte rinnovabile	25
Biossido di azoto (N ₂ O)	298

¹¹ Fonte IPCC 2007.

Questi gas si possono generare durante i processi di decomposizione della sostanza organica (in particolare gli effluenti da allevamento) e durante lo stoccaggio che precede e segue la fase di digestione anaerobica. Da questo punto di vista, ad esempio, la pratica di ricoprire i liquami con membrane plastiche risulta un intervento utile, poiché consente una riduzione delle emissioni di metano e NO₂.

Pertanto in un bilancio ambientale di un impianto a biogas devono essere monitorate anche le attività connesse al trattamento dei liquami in attesa di digestione o allo spargimento nei campi del digestato in uscita dall'impianto.

Nelle analisi delle emissioni di gas ad effetto serra prodotte durante il ciclo di vita di un impianto biogas concorrono a definire il quadro d'insieme i seguenti aspetti [16]:

- la tipologia di substrato;
- la taglia di impianto ed il grado di efficienza energetica;
- il grado di utilizzo del calore;
- il tipo di stoccaggio della biomassa pre e post-trattamento (che incide sulle emissioni di metano);
- le modalità di spargimento agronomico del digestato (che incide sul rilascio dell'ammoniaca);
- il tipo di combustibile fossile che si va a sostituire.

In termini quantitativi, studi di letteratura [16] dimostrano che, riferendosi ad uno scenario tipo (descritto in Tabella 64), la produzione di biogas da effluenti di allevamento consente un risparmio netto compreso tra 0,13 e 0,16 kg CO₂-equivalente per MJ di biogas prodotto, corrispondente a 1,34 – 1,64 kg CO₂-equivalente per kWh di energia elettrica immessa in rete.

Sostanzialmente, i risparmi di emissione dovuti alla produzione di energia elettrica e calore da fonte rinnovabile si sommano al risparmio in emissioni di metano, generato dalla digestione anaerobica dei liquami, ma sono in parte bilanciati da una serie di emissioni comunque prodotte, soprattutto nella fase di trasporto della biomassa (liquami freschi e digeriti), e durante lo stoccaggio e spargimento del digestato nei campi.

Tabella 64: Esempio dei parametri di riferimento per il calcolo dei quantitativi di CO₂ equivalente risparmiata dalla produzione di biogas in impianti realizzati in Germania [16].

Parametro	Valore
Tipo di impianto	Unità di cogenerazione a combustione interna
Rendimento elettrico	37,5%
Rendimento termico	43%
Substrato	liquami da allevamento bovino
Modalità di stoccaggio del digestato	vasca di stoccaggio aperta, con perdita di metano pari al 2,5%
Modalità di spargimento del digestato	spargimento entro le 24 ore dalla produzione
Perdite di metano	1% nella fase di produzione di biogas, 0,5% nell'unità di cogenerazione
Utilizzo del calore	20% del calore recuperato (per riscaldamento dell'edificio nelle vicinanze dell'impianto)
Scenario di riferimento per la produzione energetica	energia elettrica: 70% carbone, 30% gas metano;
	energia termica: 57% metano, 43% olio combustibile.
Risparmio di CO₂-equivalente	0,13 – 0,16 kg CO₂ per MJ di biogas prodotto

La somma di questi contributi negativi al bilancio complessivo delle emissioni di CO₂ equivalente può variare, tra i 0,02 ed i 0,47 kg CO₂-equivalente per kWh di energia elettrica immessa in rete, a seconda della biomassa trattata, del grado di valorizzazione energetica e degli accorgimenti operativi adottati nella gestione del digestato [17].

Nel caso, invece, di un impianto alimentato a mais (confronta Figura 46), le emissioni che comunque si verificano in fase di esercizio rendono il bilancio netto inferiore rispetto a quello che si potrebbe calcolare basandosi sul solo risparmio dovuto alla produzione energetica da fonte rinnovabile.

Da ciò si comprende come un calcolo delle emissioni evitate basato esclusivamente sul risparmio di emissioni derivante dalla sostituzione di fonti energetiche fossili porti ad una semplificazione eccessiva della situazione ed a risultati finali non del tutto affidabili. In particolare, nel caso di impianti alimentati da effluenti di allevamento, si possono ottenere risultati anche troppo cautelativi, in quanto non si conteggia il contributo positivo dato dal risparmio nelle emissioni di metano. Nel caso di impianti alimentati da altri tipi di biomasse, si ottengono invece risultati troppo ottimistici, che andrebbero diminuiti considerando le emissioni comunque prodotte in fase di esercizio dell'impianto.

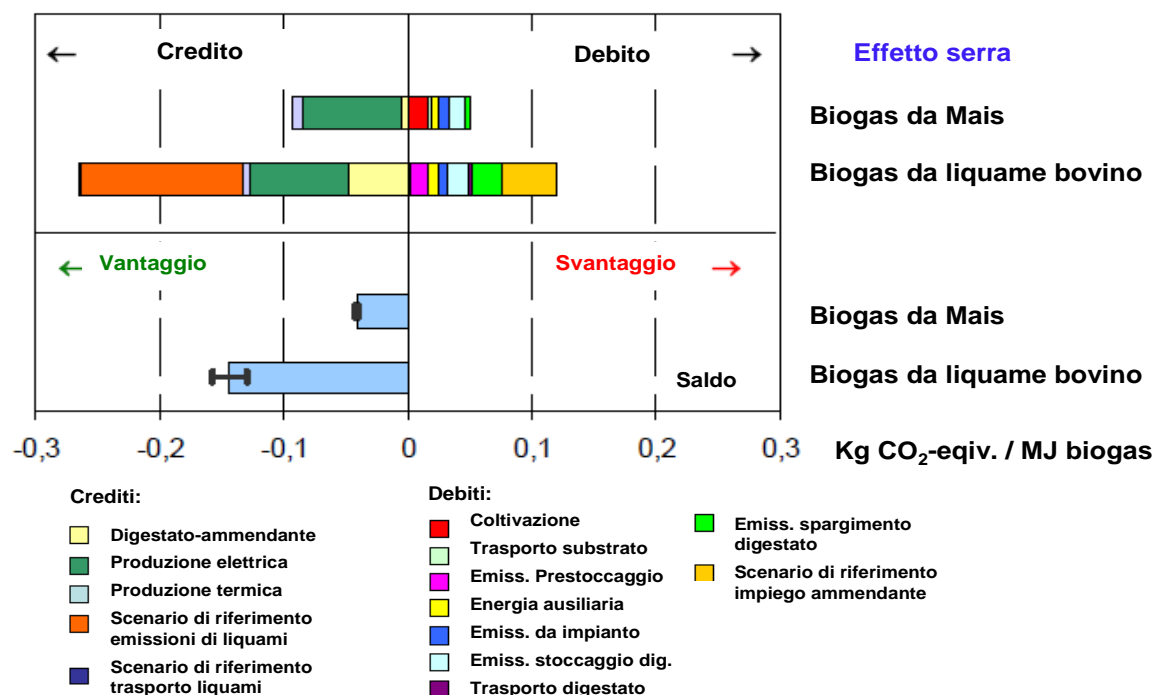


Figura 46: Confronto tra quantitativi di CO₂ equivalente per unità di biogas prodotto emessi da due impianti alimentati ad insilato di mais o liquami da allevamento bovino [16].

In conclusione, l'analisi proposta mostra come sia difficile definire a priori l'effettivo risparmio di emissioni di gas ad effetto serra generato da un impianto a biogas, poiché questo dipende fortemente dalle caratteristiche specifiche di ogni singolo impianto (tipo di biomassa trattata, caratteristiche e dimensioni della filiera di conferimento, grado di utilizzo dell'energia, gestione dei sottoprodotti, ecc.).

Tuttavia, in considerazione delle finalità dello studio e per semplicità di trattazione si è deciso nel prosieguo dell'analisi di definire il potenziale di riduzione della CO₂ ottenibile dalla valorizzazione energetica del biogas conteggiando esclusivamente il risparmio di emissioni derivante dalla sostituzione dei combustibili tradizionali (mix energetico italiano) mediante fonte rinnovabile. Dal momento che 1 kWh di energia elettrica prodotto mediante il mix energetico italiano genera delle emissioni pari a circa 0,52 kg di CO₂-equivalente, si assume che ogni kWh elettrico prodotto da biogas ed immesso in rete porti ad un risparmio di un analogo quantitativo di emissioni.

6.2 Scenari di sviluppo del settore della digestione anaerobica in Alto Adige

I risultati riassunti nel capitolo 5.5 mostrano come, a fronte di un quantitativo di biomassa già avviata a digestione anaerobica pari a 160.000 tonnellate (il dato non comprende la produzione di biogas da fanghi di depurazione) vi siano dei potenziali ancora da sfruttare particolarmente nel settore dell'allevamento, delle produzioni agricole (sfalcio dell'erba) e dell'industria agro-alimentare.

Considerando che la capacità della maggior parte degli impianti a biogas attualmente esistenti viene già saturata dai quantitativi attualmente trattati, il potenziale di reflui zootecnici individuato nello studio non risulta attualmente valorizzabile in Provincia di Bolzano, se non con la realizzazione di nuovi impianti.

Per quanto riguarda la possibilità di conferire ulteriori quantitativi di scarti agro-industriali agli impianti a biogas esistenti alimentati da effluenti da allevamento, questa pratica dovrà confrontarsi, oltre che con l'effettiva capacità di smaltimento degli impianti, anche con il limite, imposto dalla normativa provinciale, che ammette un quantitativo massimo di cofermenti pari al 20% della biomassa trattata (confronta 4.1). Attualmente, come media cumulata di tutti gli impianti dell'Alto Adige, tale valore ammonta a circa il 10%.

Nei seguenti paragrafi vengono riassunte alcune indicazioni utili a delineare dei possibili scenari di sviluppo del settore della digestione anaerobica in Alto Adige, con definizione dei benefici energetici ed ambientali che potrebbero derivare dallo sfruttamento dei potenziali di biomassa individuati nel corso dello studio.

6.2.1 Indicazioni per la realizzazione di futuri impianti biogas in Alto Adige

Vengono di seguito riassunte una serie di indicazioni, emerse nel corso dello studio, con l'obiettivo di fornire degli spunti di riflessione per la definizione di future strategie di sviluppo del settore della digestione anaerobica in Alto Adige.

1. L'analisi dei quantitativi di biomassa provenienti dall'allevamento zootecnico, confrontata con le quantità valorizzate in impianti biogas esistenti, ha messo in evidenza un grande potenziale ancora a disposizione. Confrontando le mappe di distribuzione per comune dei reflui zootecnici con le localizzazioni degli impianti a biogas esistenti, emergono alcune aree geografiche a grande potenziale ed attualmente poco o per nulla fornite di impianti biogas.

In particolare i comprensori di Salto Sciliar e della Val d'Isarco, a fronte di un potenziale effettivamente sfruttabile rispettivamente di 188.000 e 128.000 tonnellate di liquami all'anno, dispongono attualmente di 4 impianti biogas, con una capacità complessiva inferiore alle 300 UBA ed un quantitativo annuo di reflui trattati pari a poco più di 3.000 t.

Si deve tuttavia osservare, come già commentato al capitolo 4.1, che nel corso del 2009 (anno che non rientra nel biennio esaminato dal presente studio) è entrato in esercizio, nel comune di S. Lorenzo, un impianto biogas di grandi dimensioni (1 MW di potenza elettrica), in grado di valorizzare gli effluenti provenienti dagli allevamenti della bassa val Pusteria, per un totale di 3.600 UBA.

2. La produzione di biomassa dal comparto agro-industriale è concentrata, come noto e come analizzato al capitolo 5.3.9.3, nei comuni della valle dell'Adige ed in particolare nei centri di Merano, Bolzano e Bressanone. L'assenza di impianti a biogas (ad esclusione dell'impianto a FORSU di Lana) nelle vicinanze di tali centri, rende sensato ipotizzare la

realizzazione di impianti dimensionati allo scopo di raccogliere e valorizzare le biomasse generate dalle molte aziende del settore agro-industriale.

Una zona particolarmente strategica appare quella compresa tra i comuni di Merano e Lagundo. La presenza di aziende attive nella produzione di birra, nella lavorazione della frutta, del latte e dei cereali potrebbe infatti giustificare la realizzazione di un impianto centralizzato per la valorizzazione degli scarti di processo di tali aziende. La possibilità di alimentare tale impianto anche con effluenti da allevamento zootecnico sarebbe in ogni caso da valutare sulla base della distanza dell'impianto dai potenziali conferenti e tenendo in considerazione l'incidenza data dai costi di trasporto del liquame, tanto nel bilancio economico dell'impianto quanto in quello ambientale.

Anche l'area intorno al capoluogo Bolzano si presenta "sguarnita" di impianti per valorizzare in digestione anaerobica gli scarti di produzione dei comparti agro-industriali. Nei comuni di Laives e Bolzano risulta disponibile più della metà del potenziale effettivamente sfruttabile della biomassa di scarto del settore agro-industriale.

Da ultimo, l'installazione di un impianto nella zona di Bressanone potrebbe divenire punto di riferimento per le produzioni industriali provenienti dai comprensori dell'Alta e Bassa Val d'Isarco e della bassa Val Pusteria, in particolare la biomassa di scarto prodotta dalle aziende attive nell'industria di lavorazione del latte (Vipiteno) e dei cereali (bassa Val Pusteria).

3. In generale si sottolinea l'importanza, nella fase di pianificazione strategica per la localizzazione di nuovi impianti biogas, di creare le giuste condizioni al contorno per la valorizzazione del calore prodotto in cogenerazione. Infatti, pur non essendo esplicitamente richiesto dalla normativa provinciale, l'utilizzo del calore si rivela spesso un fattore positivo per il bilancio economico, oltre che ambientale, degli impianti. Da questo punto di vista, buona parte del territorio altoatesino si presta oramai ad una valorizzazione del calore in reti di teleriscaldamento, dal momento che ad oggi (giugno 2010) sono 66 su 116 i comuni che si sono dotati negli anni di una rete di teleriscaldamento, nella maggior parte dei casi alimentata a biomassa legnosa (il 95% dell'energia termica prodotta da tutti gli impianti dell'Alto Adige deriva da fonti rinnovabili: biomassa legnosa, biogas, olio vegetale¹²).

6.2.2 Produzione energetica potenziale

Nel presente paragrafo è stata calcolata la produzione energetica ottenibile avviando a digestione anaerobica il potenziale di biomassa effettivamente da sfruttare, individuato nel corso dello studio.

L'analisi è stata condotta assumendo le seguenti ipotesi:

- valorizzazione energetica del biogas prodotto attraverso unità di cogenerazione (motori endotermici) installate presso gli impianti di digestione anaerobica;
- rendimento elettrico dell'unità di cogenerazione di riferimento pari al 36%;
- percentuale di autoconsumo dell'energia elettrica prodotta, impiegata per coprire il fabbisogno dell'impianto biogas, pari al 10%;
- ore annue di esercizio dell'impianto a biogas pari a 7.000;
- potenza elettrica installata maggiore del 10% rispetto a quella media necessaria per valorizzare il biogas annualmente prodotto, secondo i parametri tecnici riportati in precedenza;
- rendimento termico dell'unità di cogenerazione pari al 40%;
- 50% dell'energia termica recuperabile in cogenerazione impiegata per il processo di digestione anaerobica;

¹² Fonte: Ufficio Risparmio Energetico della Provincia di Bolzano.

- 20% dell'energia termica recuperabile in cogenerazione immessa in rete di teleriscaldamento.

I risultati dell'analisi sono riportati in Tabella 65 e consentono di affermare che:

1. la potenza elettrica ricavabile dalla digestione della totalità dei reflui da allevamento effettivamente ancora da sfruttare è poco più del doppio della potenza attualmente installata, mentre i quantitativi di liquami ancora sfruttabili sono invece 8 volte maggiori di quelli attualmente sfruttati. Questa apparente incongruenza si risolve considerando che:
 - per il calcolo dei quantitativi di biogas producibile dagli effluenti da allevamento si è utilizzato un fattore di producibilità specifica pari alla metà di quello risultante dall'analisi delle produzioni degli impianti attualmente in esercizio (quindi il rapporto tra biogas producibile e biogas attualmente prodotto è pari a 4);
 - le ore medie di esercizio degli impianti biogas esistenti, alimentati da effluenti da allevamento, sono pari a circa 4500, quindi quasi 2/3 rispetto alle ore di esercizio utilizzate per il dimensionamento della potenza elettrica degli impianti.
2. La potenza elettrica ricavabile dalla digestione dei rifiuti urbani è pari a circa 540 kW. Come osservato in precedenza, tale potenza verrà già in buona parte coperta attraverso il futuro potenziamento dell'impianto di Lana (inserimento di un'unità di cogenerazione da 536 kW), che consentirà di smaltire 13.000 tonnellate in più di biomassa rispetto alla capacità attuale (11.500 tonnellate all'anno).
3. La valorizzazione del biogas producibile dagli scarti agro-industriali richiede una potenza elettrica almeno pari a 1,6 MW, pari a quella necessaria per il cotrattamento dell'erba ricavabile dai filari di frutteti e vigneti.

Complessivamente, la potenza elettrica richiesta per valorizzare la biomassa identificata nel presente studio come avviabile a digestione anaerobica (potenziale effettivo da sfruttare), ammonta a quasi 11 MW. Due terzi di tale potenza verrebbe impiegato per produrre energia dal biogas ricavabile dalla digestione dei reflui di allevamento.

Tabella 65: Produzione energetica ottenibile dalla digestione anaerobica del potenziale di biomassa ancora sfruttabile individuato nel corso dello studio.

Parametri	Comparti				Totale
	Produzioni agricole	Reflui zootecnici	Scarti agro-industriali	Rifiuti urbani	
Biomassa sfruttabile [t/a]	59.767	927.057	57.150	15.559	1.059.533
Biogas producibile [m³/a]	5.379.000	23.176.422	5.260.749	1.769.231	35.585.402
Energia nel biogas [kWh/a]	29.046.600	125.152.677	28.408.046	9.553.849	192.161.172
Potenza elettrica installabile [kW]	1.643	7.080	1.607	540	10.871
Energia elettrica lorda [kWh/a]	10.456.776	45.054.964	10.226.896	3.439.386	69.178.022
Energia elettrica utile [kWh/a]	9.411.098	40.549.467	9.204.207	3.095.447	62.260.220
Energia termica lorda [kWh/a]	11.618.640	50.061.071	11.363.218	3.821.540	76.864.469
Energia termica utile [kWh/a]	2.323.728	10.012.214	2.272.644	764.308	15.372.894

6.2.3 Contributo alla produzione energetica dell'Alto Adige

Come illustrato in Tabella 65, la valorizzazione del potenziale di biomassa identificato nel corso dello studio consentirebbe di aumentare i quantitativi di biogas annualmente producibili dagli attuali 16 milioni ad oltre 50 milioni (confronta Figura 47).

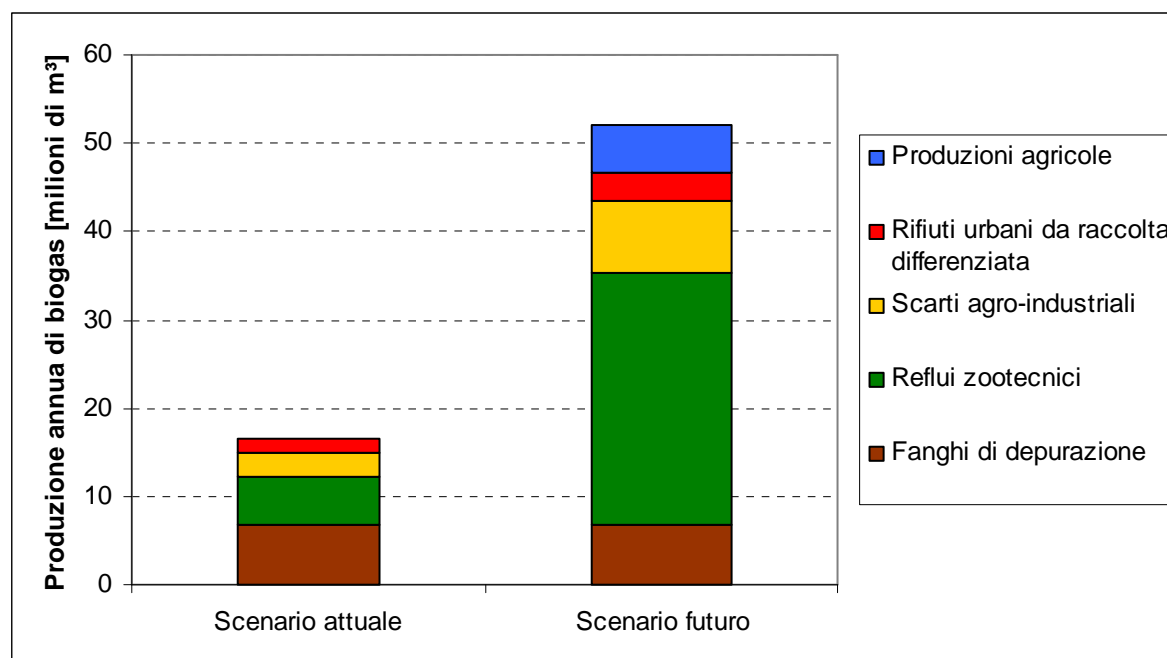


Figura 47: Confronto tra la produzione annua attuale di biogas in provincia di Bolzano e la produzione ottenibile in uno scenario futuro, di sviluppo del settore e valorizzazione dei quantitativi individuati nel corso dello studio.

Per sfruttare a fini energetici tali quantitativi di biogas sarebbe richiesta una potenza elettrica complessiva di quasi 11 MW, maggiore della potenza di tutti gli impianti biogas attualmente attivi in provincia di Bolzano (inclusi gli impianti alimentati da fanghi di depurazione). Volendo fornire un termine di paragone, tale potenza elettrica da installare è meno di un terzo della potenza fotovoltaica che risultava installata in Alto Adige a fine 2009 (36 MWp¹³). Tuttavia, se 36 MWp fotovoltaici sono in grado di fornire circa 36.000 MWh di energia elettrica, 11 MW di nuovi impianti biogas consentirebbero di immettere in rete 62.000 MWh di energia elettrica, quasi il doppio rispetto all'attuale produzione dell'intero settore fotovoltaico.

Da ultimo si possono confrontare questi dati con il fabbisogno elettrico complessivo dell'Alto Adige, che ammonta a 2.897 GWh¹⁴. Da questo punto di vista, lo sviluppo del settore del biogas in provincia di Bolzano consentirebbe di coprire mediante questa fonte rinnovabile più del 3% del fabbisogno annuo, rispetto all'attuale 1%, divenendo così la seconda fonte di energia elettrica della Provincia dopo l'idroelettrico.

¹³ Fonte: TIS, Area Energia & Ambiente.

¹⁴ Dato 2008, fonte: TIS, Area Energia & Ambiente.

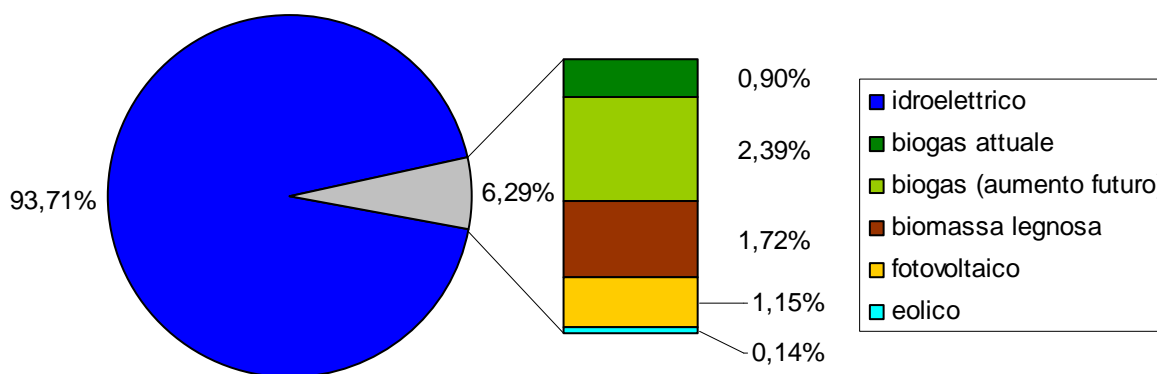


Figura 48: Contributo dato dalle diverse fonti rinnovabili alla copertura del fabbisogno elettrico della provincia di Bolzano. Per il biogas viene riportato l'aumento di produzione ottenibile dallo sfruttamento del potenziale individuato nel presente studio.

6.2.4 Potenziale di riduzione della CO₂

Per quanto riguarda il potenziale di riduzione della CO₂, sulla base delle considerazioni svolte al capitolo 6.1 si assume che ogni kWh di energia elettrica prodotto da biogas ed immesso in rete consenta in media un risparmio di emissioni di CO₂ pari a 0,52 kg di CO₂-equivalente.

Più difficile risulta invece una stima realistica degli effetti derivanti dalla valorizzazione del calore prodotto in cogenerazione. Infatti, pur avendo ipotizzato di riuscire ad immettere in reti di teleriscaldamento il 20% del calore recuperato dalle unità di cogenerazione, non è pienamente giustificato pensare che tale calore dia effettivamente luogo ad un risparmio di combustibile fossile e quindi ad una diminuzione delle emissioni di CO₂.

Infatti, come accennato al paragrafo 6.2.1, il 95% del calore immesso nelle reti di teleriscaldamento esistenti deriva da risorse rinnovabili (soprattutto biomassa legnosa).

Quindi in uno scenario realistico, si potrebbero verificare 2 situazioni:

- qualora i futuri impianti biogas venissero allacciati a reti di teleriscaldamento esistenti, il calore immesso consentirebbe un risparmio di una fonte energetica che è già rinnovabile (la legna attualmente impiegata per la produzione dell'energia termica). Da questo punto di vista l'intervento non darebbe luogo ad una reale riduzione delle emissioni di CO₂ su scala provinciale, a meno di non voler confrontarsi con la situazione preesistente la realizzazione della rete di teleriscaldamento.
- In alternativa, si può ipotizzare che il calore reso disponibile dalla realizzazione di nuovi impianti biogas giustifichi l'ampliamento delle reti di teleriscaldamento esistenti o la costruzione di nuove. Tuttavia, in questo caso si entrerebbe in scenari alquanto delicati, specialmente per il complesso quadro economico che caratterizza la realizzazione di nuove reti di teleriscaldamento.

In definitiva, per mantenere l'analisi in un'ottica cautelativa si è deciso di conteggiare in maniera separata il contributo alla riduzione della CO₂ proveniente dalla possibile valorizzazione del calore recuperabile in cogenerazione. Per ogni kWh immesso in rete di teleriscaldamento è stato ipotizzato un risparmio di 0,28 kg di CO₂ equivalente, pari alle emissioni generate dalla produzione di 1 kWh termico mediante combustibile fossile (GPL).

In conclusione, la produzione di energia elettrica e termica ottenibile dallo sfruttamento energetico della biomassa proveniente dai diversi comparti analizzati nel corso dello studio contentirebbe un risparmio complessivo di oltre 37.000 tonnellate di CO₂-eq/a.

Tabella 66: Stima delle emissioni di „CO₂ equivalente“ evitabili attraverso la produzione di energia elettrica e termica mediante digestione anaerobica del potenziale di biomassa sfruttabile.

Comparto	Energia elettrica		Energia termica	
	Produzione [kWh/a]	Emissioni evitate [t CO ₂ -eq/a]	Produzione [kWh/a]	Emissioni evitate [t CO ₂ -eq/a]
Produzioni agricole	9.411.151	4.988	2.323.728	651
Reflui zootecnici	40.549.467	21.491	10.012.214	2.803
Scarti agro-industriali	9.204.207	4.878	2.272.644	636
Rifiuti urbani da raccolta differenziata	3.095.447	1.641	764.308	214
Totale	62.260.272	32.998	15.372.894	4.304

7 Conclusioni

Il presente documento illustra i risultati di uno studio condotto dal TIS innovation park di Bolzano, su commissione dalla Ripartizione Agricoltura della Provincia Autonoma di Bolzano, realizzato al fine di caratterizzare il settore del biogas in Alto Adige. In particolare gli obiettivi dello studio sono stati:

- eseguire un censimento ed una caratterizzazione degli impianti a biogas presenti sul territorio;
- determinare la quantità e la tipologia di biomassa di scarto disponibile a livello provinciale ed idonea per la produzione di biogas;
- identificare uno scenario di possibile crescita del settore biogas;
- determinare i benefici energetici ed ambientali connessi allo scenario di crescita delineato.

La quantificazione del potenziale di biomassa disponibile è stata svolta prendendo in considerazione le seguenti biomasse di scarto:

- produzioni agricole;
- reflui zootecnici;
- reflui agro-industriali;
- frazione organica dei rifiuti solidi urbani.

Il censimento di tali quantitativi è stato condotto a livello provinciale e comunale, seppure i risultati ottenuti a livello di singolo comune siano da considerarsi di carattere indicativo. L'analisi ha preso in considerazione le produzioni di scarti riferite agli anni 2007 e 2008.

I quantitativi di biogas attualmente prodotti in Alto Adige ammontano ad oltre 16 milioni di m³ (anno di riferimento 2008) e provengono dalla digestione anaerobica di una grande varietà di substrati. Quasi la metà di tali quantitativi viene prodotta in 30 impianti agricoli, che valorizzano effluenti provenienti dagli allevamenti bovini e, in misura pari al 10% in peso della biomassa trattata, scarti provenienti dal comparto agro-industriale. Solo 5 di tali impianti valorizzano il calore prodotto in cogenerazione cedendolo ad una rete di teleriscaldamento.

Circa il 40% del biogas attualmente prodotto proviene dalla linea anaerobica dei fanghi in 16 impianti di depurazione. La restante quota, circa l'8%, è prodotta presso l'impianto a biogas di Lana, dove viene trattata la frazione organica dei rifiuti solidi urbani.

Complessivamente l'attuale produzione provinciale di biogas consente di immettere in rete oltre 25.000 MWh di energia elettrica, pari a poco meno dell'1% del fabbisogno elettrico della provincia. La potenza elettrica nominale complessivamente installata ammonta circa 9 MW.

Rispetto alla situazione attuale, lo studio ha evidenziato interessanti possibilità di sviluppo del settore della digestione anaerobica in Provincia di Bolzano.

Nel corso del censimento è stata operata una distinzione tra la biomassa effettivamente avviabile ad impianti a biogas e la biomassa che, pur avendo caratteristiche idonee alla digestione anaerobica, non è pensabile recuperare per la produzione di biogas a seguito di vincoli legati ad aspetti di mercato, logistici, normativi, ecc. (potenziale teorico non sfruttabile). Sulla base del potenziale di biomassa effettivo da sfruttare è stato quindi delineato lo scenario di sviluppo del settore.

Complessivamente si stima che il potenziale di biomassa, ancora avviabile a digestione anaerobica, consentirebbe di produrre circa 35 milioni di m³ di biogas, corrispondente a più del doppio della produzione relativa al 2008.

In particolare, il settore in grado di fornire il maggior contributo (65% del biogas ancora producibile) rimane quello dell'allevamento, con un potenziale di biomassa ancora da sfruttare pari ad 8 volte i quantitativi attualmente avviati a digestione anaerobica.

Il secondo contributo proviene a pari merito dai comparti dell'agro-industria e delle produzioni agricole, in grado di fornire ciascuno circa il 15% del potenziale di biogas ancora sfruttabile.

Si deve tuttavia osservare che il contributo dato dalle produzioni agricole appare di non immediata valorizzazione poiché costituito essenzialmente dalla biomassa ricavabile dallo sfalcio dell'erba che cresce tra i filari di frutteti e vigneti. Di contro, il potenziale presente nel comparto agro-industriale risulta molto interessante, poiché costituito da una grande varietà di biomasse di scarto, risultanti dai processi di lavorazione delle materie prime, che non sempre trovano validi canali di valorizzazione e che in molti casi sarebbero particolarmente idonee per il processo di digestione anaerobica (ad esempio, gli scarti della lavorazione dei cereali).

Infine, il previsto ampliamento dell'impianto di biogas da FORSU (frazione organica dei rifiuti solidi urbani) di Lana consentirà di raddoppiare i quantitativi di rifiuti organici valorizzabili in digestione anaerobica e di produrre il restante 5% di quei 35 milioni di m³ di biogas potenzialmente ancora ottenibile a livello provinciale.

Per quanto riguarda invece lo sfruttamento dei fanghi di depurazione, non vi sono margini tecnici per un ulteriore aumento nella produzione di biogas, dal momento che il 93% dei fanghi complessivamente prodotti a livello provinciale viene già oggi valorizzato in linee fanghi di tipo anaerobico, realizzate presso i maggiori impianti di depurazione della provincia.

L'effettiva possibilità di valorizzare mediante digestione anaerobica il potenziale di biomassa individuato in questo studio dipenderà in primo luogo dalla possibilità di incrementare la biomassa trattata negli impianti a biogas già presenti in Provincia e, più in generale, dalle strategie di sviluppo del settore che verranno intraprese sul territorio. A questo riguardo, l'analisi condotta ha fornito alcune indicazioni preliminari in merito all'individuazione di aree caratterizzate da interessanti potenziali di biomassa di scarto e attualmente poco fornite o del tutto prive di impianti biogas (ad esempio il comprensorio Salto Sciliar).

Dal punto di vista energetico, secondo lo scenario di crescita individuato, lo sfruttamento dei quantitativi di biogas potenzialmente ricavabili dalla digestione della biomassa di scarto richiederebbe l'installazione di quasi 11 MW di potenza elettrica. L'energia elettrica producibile ammonterebbe ad oltre 60.000 MWh all'anno, pari a quasi 2 volte la produzione elettrica annua degli impianti fotovoltaici complessivamente installati in Provincia di Bolzano a fine 2009. Tale incremento di produzione elettrica consentirebbe di coprire altri 2 punti percentuali del fabbisogno elettrico provinciale e renderebbe il biogas la seconda fonte elettrica rinnovabile dell'Alto Adige. Dal punto di vista ambientale, ciò darebbe luogo ad un risparmio nelle emissioni di gas ad effetto serra, stimabile in 37.000 tonnellate di CO₂ equivalente all'anno.

8 Allegati

8.1 Impianti di trattamento della biomassa di scarto in Provincia di Bolzano

8.1.1 Impianti di digestione anaerobica

8.1.1.1 Impianti agricoli

Tabella 67: Dati caratteristici degli impianti a biogas alimentati da effluenti da allevamento operanti in Provincia di Bolzano (anno 2008).

	Comune	Anno entrata in esercizio	Unità Bovine Adulte	Produzione biogas [m ³]	Potenza elettrica [kW]	Potenza termica [kW]	Energia elettrica [kWh]		Energia termica [kWh]		Allacc. telerisc.
							consumata	utile	consumata	utile	
1	Renon	1980	42	18.000	0,0	30	5.000	0	32.400	20.000	
2	Valle di Casies	1992	33	58.000	14,0	28	5.000	60.000	104.400	60.000	
3	Valle di Casies	1994	35	33.000	0,0	15	8.000	0	60.000	79.000	
4	Valle di Casies	1994	43	27.000	20,0	40	7.000	29.000	48.600	30.000	
5	Valle di Casies	1995	39	29.000	15,0	30	5.000	27.000	52.200	28.000	
6	Campo di Trens	1996	190	200.000	50,0	100	32.000	400.000	360.000	380.000	
7	Fiè allo Sciliar	1999	35	35.000	20,0	40	4.000	50.000	63.000	55.000	
8	Dobbiaco	1999	27	30.000	22,0	44	5.000	50.000	54.000	55.000	
9	Campo Tures	1999	42	40.000	18,5	37	5.000	45.000	72.000	50.000	
10	Rodengo	1999	85	80.000	30,0	60	11.000	160.000	144.000	170.000	
11	Valle di Casies	2000	110	90.000	30,0	60	11.000	150.000	162.000	160.000	
12	Badia	2000	90	120.000	65,0	130	20.000	300.000	216.000	320.000	si
13	Brunico	2000	45	29.000	0,0	10	4.000	29.000	52.200	30.000	
14	Sarentino	2000	100	700.000	180,0	360	92.000	1.300.000	1.260.000	700.000	
15	Valle Aurina	2002	28	35.000	0,0	10	6.500	0	63.000	84.000	
16	Terento	2002	80	70.000	37,0	74	9.000	140.000	126.000	150.000	
17	Malles Venosta	2002	35	32.000	0,0	15	8.000	0	60.000	79.000	
18	Prato allo Stelvio	2002	700	555.000	250,0	500	85.000	700.000	999.000	1.500.000	si
19	Terento	2003	100	250.000	50,0	100	34.000	398.000	300.000	300.000	
20	Verano	2003	24	34.450	10,0	20	2.550	50.000	62.010	45.000	
21	Valle di Casies	2003	25	16.000	0,0	10	5.000	0	29.000	38.000	
22	Campo Tures	2003	1.365	2.000.000	960,0	1.920	456.290	5.360.400	3.600.000	0	
23	S.Candido	2004	35	29.000	0,0	27	6.000	0	52.000	70.000	
24	Aldino	2005	400	300.000	160,0	320	44.000	600.000	540.000	0	
25	Terento	2006	770	380,0	380,0	760	201.360	1.330.410	1.443.950	1.083.450	si
26	Senales	2007	20	32.000	40,0	80	5.000	50.000	57.600	60.000	
27	Dobbiaco	2008	200	180.000	110,0	100	48.000	302.000	200.000	80.000	
28	Sluderno	2008	1.300	1.672.727	700,0	1.300	160.000	2.600.000	3.010.909	1.000.000	si
29	Malles Venosta	2008	320	169.697	65,0	80	20.000	260.000	305.455	280.000	si
30	Marebbe	2008	60	187.879	50,0	80	10.000	300.000	338.182	100.000	
Totale				6.378	7.981.098	3.277	1.314.700	14.690.810	13.867.905	7.006.450	

Tabella 68: Biomassa trattata in impianti a biogas alimentati da effluenti da allevamento operanti in Provincia di Bolzano, suddivisa per codice CER (anno 2008).

	Comune	Codice CER										Totale
		020103	020106	020299	020301	020304	020501	020601	200108	200125	Totale	
		[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]
1	Renon	0,0	788,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	788,4
2	Valle di Casies	0,0	763,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	763,9
3	Valle di Casies	0,0	802,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	804,3
4	Valle di Casies	0,0	744,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	745,0
5	Valle di Casies	0,0	551,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	551,5
6	Campo di Trens	0,0	4.100,0	0,0	0,0	0,0	600,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4.700,0
7	Fiè allo Sciliar	15,0	238,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	253,0
8	Dobbiaco	10,0	720,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	736,3
9	Campo Tures	12,0	904,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	941,9
10	Rodengo	0,0	1.785,0	0,0	0,0	0,0	180,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1.965,1
11	Valle di Casies	0,0	2.946,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,6	2.949,3
12	Badia	2,5	1.855,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	570,0	18,0	2.445,5
13	Brunico	0,0	838,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	839,3
16	Sarentino	15,0	316,0	0,0	0,0	0,0	0,0	440,0	0,0	0,0	6,0	777,0
14	Valle Aurina	2,0	810,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	813,3
15	Terento	4,0	1.598,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1.602,5
20	Malles Venosta	0,0	1.303,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.303,0
21	Prato allo Stelvio	0,0	13.540,0	0,0	1.400,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	14.970,0
17	Terento	0,0	1.095,0	0,0	792,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.887,0
18	Verano	0,0	540,0	0,0	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	604,5
19	Valle di Casies	0,0	382,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	382,3
22	Campo Tures	6,0	24.480,0	0,0	3.050,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27.548,4
25	S.Candido	0,0	812,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	812,1
23	Aldino	0,0	7.730,0	0,0	1.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8.820,0
24	Terento	360,0	13.680,0	0,0	0,0	0,0	627,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14.667,0
26	Senales	0,0	488,0	0,0	0,0	0,0	55,0	0,0	0,0	0,0	5,6	548,6
27	Dobbiaco	0,0	3.360,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	350,0	9,9	3.719,9
28	Sluderno	0,0	28.105,0	0,0	3.750,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31.855,0
29	Malles Venosta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	N.D.
30	Marebbe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	N.D.
	Totale	426	115.274	5	10.072	102	1.462	440	926	86		128.794

Tabella 69: Dati caratteristici degli impianti a biogas alimentati da effluenti da allevamento operanti in Provincia di Bolzano (anno 2007).

	Comune	Anno entrata in esercizio	Unità Bovine Adulte	Produzione biogas [m ³]	Potenza elettrica [kW]	Potenza termica [kW]	Energia elettrica [kWh]		Energia termica [kWh]		Allacc. telerisc.
							consumata	utile	consumata	utile	
1	Renon	1980	42	18.000	0,0	30	5.000	0	32.400	34.500	
2	Valle di Casies	1992	33	21.450	0,0	28	5.000	60.000	38.610	42.400	
3	Valle di Casies	1994	35	33.000	0,0	15	8.000	0	60.000	42.400	
4	Valle di Casies	1994	43	27.000	20,0	40	7.000	29.000	48.600	40.000	
5	Valle di Casies	1995	39	29.000	15,0	30	5.000	27.000	52.200	28.000	
6	Campo di Trens	1996	190	200.000	50,0	100	32.000	400.000	360.000	380.000	
7	Fiè allo Sciliar	1999	35	35.000	20,0	40	4.000	50.000	63.000	70.000	
8	Dobbiaco	1999	27	30.000	22,0	44	5.000	50.000	54.000	45.000	
9	Campo Tures	1999	42	40.000	18,5	37	5.000	45.000	72.000	70.000	
10	Rodengo	1999	85	80.000	30,0	60	11.000	160.000	144.000	80.000	
11	Valle di Casies	2000	110	90.000	30,0	60	11.000	150.000	162.000	90.000	
12	Badia	2000	90	120.000	65,0	130	20.000	300.000	216.000	300.000	si
13	Brunico	2000	45	29.000	0,0	10	4.000	29.000	52.200	40.000	
14	Sarentino	2000	100	700.000	180,0	360	92.000	1.300.000	1.260.000	700.000	
15	Valle Aurina	2002	28	35.000	0,0	10	6.500	0	63.000	70.000	
16	Terento	2002	80	70.000	37,0	74	9.000	140.000	126.000	65.000	
17	Malles Venosta	2002	35	32.000	0,0	15	8.000	0	60.000	45.000	
18	Prato allo Stelvio	2002	700	555.000	250,0	500	85.000	1.100.000	999.000	1.500.000	si
19	Terento	2003	100	250.000	50,0	100	34.000	490.000	450.000	200.000	
20	Verano	2003	25	20.000	10,0	20	5.000	40.000	36.000	22.000	
21	Valle di Casies	2003	25	16.000	0,0	10	5.000	0	29.000	30.000	
22	Campo Tures	2003	1.250	2.000.000	960,0	1.920	460.000	6.000.000	3.600.000	0	
23	S.Candido	2004	35	29.000	0,0	27	6.000	0	52.000	40.000	
24	Aldino	2005	400	300.000	160,0	320	44.000	600.000	540.000	0	
25	Terento	2006	750	700.000	380,0	760	185.000	2.600.000	1.260.000	2.300.000	si
26	Senales	2007	20	32.000	40,0	80	5.000	50.000	57.600	37.000	
Totale			4.364	5.491.450	2.338	4.820	1.066.500	13.620.000	9.887.610	6.271.300	

Tabella 70: Biomassa trattata in impianti a biogas alimentati da effluenti da allevamento operanti in Provincia di Bolzano, suddivisa per codice CER (anno 2007).

	Comune	Codice CER										Totale	
		020103	020106	020299	020301	020304	020501	020601	200108	200125	Totale		
		[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]
1	Renon	0,0	788,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	788,4
2	Valle di Casies	0,0	763,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	763,7
3	Valle di Casies	0,0	802,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	804,3
4	Valle di Casies	0,0	744,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	745,0
5	Valle di Casies	0,0	551,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	551,3
6	Campo di Trens	0,0	4.100,0	0,0	0,0	0,0	500,0	0,0	1,6	1,8	0,0	0,0	4.603,4
7	Fiè allo Sciliar	15,0	238,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	253,0
8	Dobbiaco	10,0	720,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	756,3
9	Campo Tures	12,0	904,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	941,5
10	Rodengo	0,0	1.785,0	0,0	0,0	0,0	180,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1.965,1
11	Valle di Casies	0,0	2.946,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,6	2.949,3
12	Badia	2,5	1.855,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	550,0	18,0	2.425,5
13	Brunico	0,0	838,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	839,3
16	Sarentino	25,7	299,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	440,0	0,0	0,0	6,0	770,7
14	Valle Aurina	2,0	810,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,6	813,3
15	Terento	4,0	1.598,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1.602,5
20	Malles Venosta	0,0	1.303,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.303,0
21	Prato allo Stelvio	0,0	13.500,0	0,0	1.360,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	14.910,0
17	Terento	0,0	1.095,0	0,0	1.095,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	2.240,0
18	Verano	0,0	540,0	0,0	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	604,5
19	Valle di Casies	0,0	382,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	382,0
22	Campo Tures	6,0	24.480,0	0,0	4.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28.486,0
25	S.Candido	0,0	812,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	812,1
23	Aldino	0,0	7.612,5	0,0	1.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8.702,5
24	Terento	360,0	13.680,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14.040,0
26	Senales	0,0	488,0	0,0	0,0	0,0	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	548,6
	Totale	437	83.635	25	7.535	90	735	490	557	98	548,6	93.601	

8.1.1.2 Impianti autorizzati al trattamento di rifiuti

Tabella 71: Quantitativi di rifiuti trattati presso impianti di digestione anaerobica situati in provincia di Bolzano (dati Ufficio Gestione Rifiuti, anno 2008).

Comune	Potenzialità autorizzata (t/a)	Quantità totale di rifiuto trattato (t/a)	CER 200108 (t)	CER 020304 (t)	CER 020301 (t)	CER 020501 (t)	CER 200125 (t)	Apfeltrester buccette di mele (t)
Campo Tures	4.150	3.079	0,0	0,0	0,0	22,0	7,0	0,0
Sarentino	150	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Verano	36	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prato allo Stelvio	90	7	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0
Badia	600	580	580,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lana	15.000	11.522	11.522,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dobbiaco	357	244	240,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aldino	1.032	691	0,0	0,0	0,0	691,5	0,0	0,0
Campo di Trens	600	690	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	690,0
Rodengo	150	150	0,0	0,0	0,0	150,0	0,0	0,0
Totale	22.165	16.972	12.342,5	0,0	0,0	870,5	7,0	690,0

Tabella 72: Quantitativi di rifiuti trattati presso impianti di digestione anaerobica situati in provincia di Bolzano (dati Ufficio Gestione Rifiuti, anno 2007).

Comune	Potenzialità autorizzata (t/a)	Quantità totale trattata (t/a)	CER 200108 (t/a)	CER 200201 (t/a)	CER 020304 (t/a)	CER 020301 (t/a)	CER 020501 (t/a)	CER 200125 (t/a)	CER 190805 (t/a)
Campo Tures	4.150	5.045	0,0	0,0	0,0	5.044,7	0,0	0,0	0,0
Sarentino	150	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0
Verano	36	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0
Prato allo Stelvio	370	5	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Badia	600	562	561,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lana	17.000	11.238	9.224,1	720,8	0,0	302,9	0,0	0,0	990,0
Dobbiaco	750	560	0,0	0,0	0,0	0,0	560,0	0,0	0,0
Aldino	1.032		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Campo di Trens	600	540	0,0	0,0	0,0	0,0	540,0	0,0	0,0
Rodengo	150	140	0,0	0,0	140,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale	24.838	18.100	9.785,9	720,8	144,9	5.347,6	1.100,0	10,3	990,0

8.1.2 Impianti di compostaggio

Tabella 73: Impianti di compostaggio di rifiuti selezionati (compost di qualità), anno 2008.

Comune	Indirizzo	Potenzialità totale autorizzata (t/a)	Rifiuto trattato (t/a)	Tipologia di rifiuto trattato (t/a)		
				FORSU (20 01 08)	Verde (20 02 01)	Altro
Brunico	Teodone	4.000	4.579	3.367	1.211	
Campo Tures	Zona sportiva	1.500	1.408	746	661	
Appiano	Katzental	3.000	2.682	890	1.485	306
Naturno	Hilbertal	3.500	3.010	2.813	172	25
Aldino	Winkl	7.500	5.837	128	2.256	3.452
Egna	San Floriano	2.000	4.068	972	2.878	217
Natz-Sciaves	Sciaves	3.500	5.327	2.252	3.075	
Silandro	Talair	2.500	1.216	755	460	
Tires	Gemäuer	350	0	0	0	
TOTALE			28.131	11.926	12.202	4.002

Tabella 74: Impianti di compostaggio di rifiuti selezionati (compost di qualità), anno 2007.

Comune	Indirizzo	Potenzialità totale autorizzata (t/a)	Rifiuto trattato (t/a)	Tipologia di rifiuto trattato (t/a)		
				FORSU (20 01 08)	Verde (20 02 01)	Altro
Brunico	Teodone	4.000	5.296	4.204	259	832
Campo Tures	Zona sportiva	1.500	1.305	662	642	
Appiano	Katzental	2.500	2.444	817	1.340	286
Naturno	Hilbertal	2.000	2.987	2.633	198	155
Aldino	Winkl	7.500	7.844	682	3.798	3.363
Egna	San Floriano	2.000	2.455	852	1.237	366
Natz-Sciaves	Sciaves	3.500	3.872	2.228	1.643	
Silandro	Talair	2.500	2.398	908	1.394	95
Tires	Gemäuer	350	46	46		
TOTALE			28.649	13.035	10.515	5.098

8.1.3 Impianti di depurazione in Provincia di Bolzano

Tabella 75: Impianti di depurazione dotati di linea per la digestione anaerobica.

ID	Nome depuratore (ITA)	Fango trattato [t/a]	Percentuale di Solidi Sospesi [%]	Destinazione fango	Biogas prodotto [m ³]	Potenza elettrica installata [kW]	Energia elettrica acquistata ¹ [KWh/a]	Energia elettrica autoprodotta ¹ [KWh/a]
1	Bolzano	11.701	18	Incenerimento	1.802.241	3 x 280	5.812.920	2.401.690
2	Merano	8.331	23	Incenerimento Germania	1.296.011	3 x 280	8.113.970	995.900
3	Tobl	6.413	23	Incenerimento	N.D.	N.D.	4.360.668	1.509.901
4	Bronzolo	5.216	15	Incenerimento Germania	489.111	3 x 180	2.146.160	904.570
5	Termeno	3.603	22	Compostaggio	329.014	3 x 138	1.528.670	476.560
6	Bressanone	2.834	22	Compostaggio	N.D.	N.D.	497.560	1.086.960
7	Wipptal	2.187	18	Incenerimento	N.D.	N.D.	655.408	593.235
8	Pontives	1.489	19	Compostaggio	N.D.	N.D.	1.062.895	355.002
9	Sompunt	1.281	22	Compostaggio	N.D.	N.D.	872.690	203.690
10	Bassa Pusteria	1.266	20	Incenerimento	N.D.	N.D.	705.615	341.503
11	Media Val Venosta	1.171	30	Compostaggio	N.D.	N.D.	703.019	383.183
12	Bassa Valle Isarco	1.118	22	Incenerimento	N.D.	N.D.	252.000	435.888
13	Wasserfeld	937	27	Incenerimento	N.D.	N.D.	694.356	384.164
14	Lana	766	17	Compostaggio	154.009	3 x 30	244.710	208.310
15	Glorenza	606	24	Discarica	N.D.	N.D.	323.219	214.772
16	Passiria	510	18	Agricoltura	48.417	2 x 20	301.840	98.520
	Totale	59.582					33.908.048	10.593.848

¹ anno di riferimento: 2008

8.2 Disponibilità di biomassa di scarto in Provincia di Bolzano

Tabella 76: Potenziale teorico di biomassa di scarto prodotta in alto Adige, suddivisa per codice CER e per comprensorio di provenienza (anno medio).

Comprensorio	Potenziale teorico [t/a]												
	020103	020106	020203	020301	020304	020501	020601	150103	200108	200125	200137	200138	200201
Alta Val d'Isarco - Wipptal	125.823	216.547	98	0	0	14.737	20	0	394	57	0	38	1.007
Bolzano- Bozen	4.755	2.650	182	0	184	65.905	94	0	5.973	135	0	1.484	3.982
Bugraviato - Burgrafenamt	210.894	321.645	628	45.168	3.324	18.044	306	17	5.901	191	0	1.227	3.716
Olttradige Bassa Atesina - Überetsch Unterland	95.496	61.583	335	28.262	0	0	819	60	1.989	121	5	839	3.522
Salto Sciliar - Salten Schlern	324.282	504.554	349	28	0	0	576	0	1.584	50	0	237	945
Val d'Isarco - Eisacktal	211.755	334.106	237	57	0	14.737	45	2	1.858	134	0	583	1.308
Val Pusteria - Pustertal	544.201	808.044	405	484	8.898	6.615	145	5	8.363	261	0	1.197	667
Val Venosta - Vinschgau	191.630	306.578	265	0	994	2.450	95	0	1.742	82	0	255	764
Totale	1.708.835	2.555.708	2.500	74.000	13.400	122.488	2.100	85	27.804	1.031	5	5.860	15.912

Comprensorio	Potenziale teorico [t/a]									
	020701	020702	150103	200108	200125	200137	200138	200201		
Alta Val d'Isarco - Wipptal	0	0	0	394	57	0	38	1.007		
Bolzano- Bozen	1.235	191	0	5.973	135	0	1.484	3.982		
Bugraviato - Burgrafenamt	765	30.341	17	5.901	191	0	1.227	3.716		
Olttradige Bassa Atesina - Überetsch Unterland	6.860	11.652	60	1.989	121	5	839	3.522		
Salto Sciliar - Salten Schlern	19	151	0	1.584	50	0	237	945		
Val d'Isarco - Eisacktal	404	232	2	1.858	134	0	583	1.308		
Val Pusteria - Pustertal	0	332	5	8.363	261	0	1.197	667		
Val Venosta - Vinschgau	11	201	0	1.742	82	0	255	764		
Totale	9.294	43.100	85	27.804	1.031	5	5.860	15.912		

Tabella 77: Potenziale effettivo da sfruttare di biomassa di scarto prodotta in alto Adige, suddivisa per codice CER e per comprensorio di provenienza (anno medio).

Comprensorio	Potenziale effettivo da sfruttare [t/a]						
	020103	020106	020203	020301	020304	020501	
Alta Val d'Isarco - Wipptal	125.823	216.547	98	0	0	14.737	
Bolzano- Bozen	4.755	2.650	182	0	184	65.905	
Bugraviato - Burgrafenamt	210.894	321.645	628	45.168	3.324	18.044	
Oltradige Bassa Atesina - Überetsch Unterland	95.496	61.583	335	28.262	0	0	
Salto Sciliar - Salten Schlern	324.282	504.554	349	28	0	0	
Val d'Isarco - Eisacktal	211.755	334.106	237	57	0	14.737	
Val Pusteria - Pustertal	544.201	808.044	405	484	8.898	6.615	
Val Venosta - Vinschgau	191.630	306.578	265	0	994	2.450	
Totale	1.708.835	2.555.708	2.500	74.000	13.400	122.488	

Comprensorio	Potenziale effettivo da sfruttare [t/a]						
	020601	020701	020702	200108	200125	200201	
Alta Val d'Isarco - Wipptal	20	0	0	0	394	57	
Bolzano- Bozen	94	1.235	191	0	5.973	135	
Bugraviato - Burgrafenamt	306	765	30.341	17	5.901	191	
Oltradige Bassa Atesina - Überetsch Unterland	819	6.860	11.652	60	1.989	121	
Salto Sciliar - Salten Schlern	576	19	151	0	1.584	50	
Val d'Isarco - Eisacktal	45	404	232	2	1.858	134	
Val Pusteria - Pustertal	145	0	332	5	8.363	261	
Val Venosta - Vinschgau	95	11	201	0	1.742	82	
Totale	2.100	9.294	43.100	85	27.804	1.031	

8.3 Definizione dei codici CER oggetto del censimento

Tabella 78: Descrizione dei codici CER analizzati nel corso dello studio.

CODICE	DESCRIZIONE RIFIUTO
02	RIFIUTI PRODOTTI DA AGRICOLTURA, ORTICOLTURA, ACQUACOLTURA, SELVICOLTURA, CACCIA E PESCA, TRATTAMENTO E PREPARAZIONE DI ALIMENTI
02 01	<i>rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca</i>
02 01 01	fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia
02 01 02	scarti di tessuti animali
02 01 03	scarti di tessuti vegetali
02 01 06	feci animali, urine e letame (comprese le lettiere usate), effluenti, raccolti separatamente e trattati fuori sito
02 01 07	rifiuti della silvicoltura
02 01 99	rifiuti non specificati altrimenti
02 02	<i>rifiuti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri alimenti di origine animale</i>
02 02 01	fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia
02 02 02	scarti di tessuti animali
02 02 03	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 02 04	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
02 02 99	rifiuti non specificati altrimenti
02 03	<i>rifiuti dalla preparazione e dal trattamento di frutta, verdura, cereali, oli, alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco; della produzione di conserve alimentari; della produzione di lievito ed estratto di lievito, della preparazione e fermentazione di melassa</i>
02 03 01	fanghi prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura, centrifugazione e separazione di componenti
02 03 04	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 03 05	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
02 03 99	rifiuti non specificati altrimenti
02 05	<i>rifiuti dell'industria lattiero-casearia</i>
02 05 01	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 05 02	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
02 05 99	rifiuti non specificati altrimenti
02 06	<i>rifiuti dell'industria dolciaria e della panificazione</i>
02 06 01	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 06 02	rifiuti legati all'impiego di conservanti
02 06 03	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
02 06 99	rifiuti non specificati altrimenti
02 07	<i>rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao)</i>
02 07 01	rifiuti prodotti dalle operazioni di lavaggio, pulizia e macinazione della materia prima
02 07 02	rifiuti prodotti dalla distillazione di bevande alcoliche
02 07 04	scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
02 07 05	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
02 07 99	rifiuti non specificati altrimenti

03	RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO E DELLA PRODUZIONE DI PANNELLI, MOBILI, POLPA , CARTA E CARTONE
03 01	<i>rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili</i>
03 01 01	scarti di corteccia e sughero
03 01 04	* segatura, trucioli, residui di taglio, legno, pannelli di truciolare e piallacci contenenti sostanze pericolose
03 01 05	segatura, trucioli, residui di taglio, legno, pannelli di truciolare e piallacci diversi da quelli di cui alla voce 03 01 04
03 01 99	rifiuti non specificati altrimenti
15	RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)
15 01	<i>imballaggi (compresi i rifiuti urbani di imballaggio oggetto di raccolta differenziata)</i>
15 01 01	imballaggi in carta e cartone
15 01 03	imballaggi in legno
17	RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)
17 02	<i>legno, vetro e plastica</i>
17 02 01	legno
19	RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÈ DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE
19 05	<i>rifiuti prodotti dal trattamento aerobico di rifiuti solidi</i>
19 05 01	parte di rifiuti urbani e simili non compostata
19 05 02	parte di rifiuti animali e vegetali non compostata
19 05 03	composti fuori specifica
19 05 99	rifiuti non specificati altrimenti
19 06	<i>rifiuti prodotti dal trattamento anaerobico dei rifiuti</i>
19 06 03	liquidi prodotti dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani
19 06 04	digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani
19 06 05	liquidi prodotti dal trattamento anaerobico di rifiuti di origine animale o vegetale
19 06 06	digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti di origine animale o vegetale
19 06 99	rifiuti non specificati altrimenti
19 12	<i>rifiuti prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti (ad esempio selezione, triturazione, compattazione, riduzione in pellet) non specificati altrimenti</i>
19 12 01	carta e cartone
19 12 06	* legno contenente sostanze pericolose
19 12 07	legno diverso da quello di cui alla voce 19 12 06
20	RIFIUTI URBANI (RIFIUTI DOMESTICI E ASSIMILABILI PRODOTTI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E INDUSTRIALI NONCHÈ DALLE ISTITUZIONI) INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA
20 01	<i>frazioni oggetto di raccolta differenziata (tranne 15 01)</i>
20 01 01	carta e cartone
20 01 08	rifiuti biodegradabili di cucine e mense
20 01 25	oli e grassi alimentari
20 01 36	apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso, diverse da quelle di cui ai punti 20 01 21, 20 01 23 e 20 01 35
20 01 37	* legno, contenente sostanze pericolose
20 01 38	legno, diverso da quello di cui alla voce 20 01 37

20 02	<i>rifiuti prodotti da giardini e parchi (inclusi i rifiuti provenienti da cimiteri)</i>
20 02 01	rifiuti biodegradabili
20 03	<i>altri rifiuti urbani</i>

9 Elenco abbreviazioni

Abbreviazione	Spiegazione
a	anno
D.Lgs	Decreto Legislativo
FORSU	Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani
ha	ettaro (1 ha = 10.000 m ²)
km ²	Kilometro quadrato
kW	Kilowatt, unità di misura della potenza
kWh	Kilowattora, unità di misura dell'energia
kWh/a	Kilowattora all'anno
MW	Megawatt (1MW = 1.000 kW)
MWp	Megawatt peak, unità di misura per la potenza fotovoltaica
MWh	Megawattora (1MWh = 1.000 kWh)
m ³	metri cubi
N.D.	non definito
PCI	Potere Calorifico Inferiore
SOA	Sottoprodotti di Origine Animale
ST	Solidi Totali
SV	Solidi Volatili
t/a	tonnellate all'anno
t CO ₂ -eq/a	tonnellate di CO ₂ equivalente all'anno
UBA	Unità Bovina Adulta

10 Riferimenti bibliografici

- [1] AA. VV., *Dati di gestione degli impianti di depurazione dell'Alto Adige. Anno 2007 e confronto con anni precedenti*, Agenzia provinciale per l'Ambiente, maggio 2008.
- [2] A. M. Losacco, M. Faccia, et al., *Scenari e prospettive per la valorizzazione dei reflui caseari*, Programma di iniziativa comunitaria INTERREG III A Grecia - Italia 2000-2006.
- [3] H. Mitterleitner, *Inputmaterialien für die Biogaserzeugung*, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan, Freising.
- [4] H. G. Böchzelt, N. Graf, et al., *Möglichkeiten der Wertschöpfungssteigerung durch Abfallvermeidung (biogener Reststoffe) und Nebenproduktnutzung – Feasibilitystudy*. Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie und des Landes Steiermark. 2002.
- [5] J. Bärnthaler, et al., *Technologie, Logistik und Wirtschaftlichkeit von Biogas-Großanlagen auf Basis industrieller biogener Abfälle*. Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie und des Landes Österreichs. 2008.
- [6] E. Ansaloni, D. Zanichelli, *Recupero e valorizzazione energetica (biogas) e di materie (fertilizzanti e mangimi) degli scarti organici dell'industria di trasformazione delle produzioni vegetali e animali*, LITCAR – laboratorio Integrato Tecnologie e Controllo Ambientale nel ciclo di vita dei Rifiuti.
- [7] Consorzio delle cantine produttori altoatesine (<http://www.kellereiverband.it/>)
- [8] Regione Piemonte, Direzione 11 Agricoltura, *Piano operativo per l'utilizzo alternativo alla distillazione dei sottoprodotti della vinificazione, annata 2009 2010*.
- [9] Regione Veneto, *Disposizioni applicative del DM 27 novembre 2008, n. 5396, in materia di utilizzi alternativi dei sottoprodotti dei processi di vinificazione delle uve dei produttori vitivinicoli*.
- [10] S. Failla, A. Restuccia, *Impiego delle vinacce per scopi energetici: prime valutazioni con un impianto da laboratorio*, Dipartimento di Ingegneria Agraria, Sezione Meccanica, Università degli Studi di Catania, settembre 2009.
- [11] M. Bekker, *Charakterisierung der anaeroben Abbaubarkeit von spezifischen organischen Stoffen*, Universität Karlsruhe (TH), 2007.
- [12] G. Ruol, *Mappatura biomassa e organizzazione data-base*, Regione Veneto – Progetto Interregionale PROBIO “Biogas” sede di Vicenza.
- [13] N. Colonna, V. Alfano, M. Gaeta, *La stima del potenziale di biogas da biomassa di scarto del settore zootecnico in Italia*, ENEA, giugno 2009.
- [14] AA.VV., *Tagungsband „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“*, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).
- [15] AA.VV., *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press
- [16] AA.VV., *Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland*, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

- [17] AA.VV., *Treibhausgasemissionen der Energieproduktion aus Biogas*, Arbeitsgruppe V (Betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung) im „Biogas Forum Bayern“.
- [18] K. Jäkel, S. Mau, U. Wanka, E. Albert, *Grundlagen der Biogasproduktion*, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.