

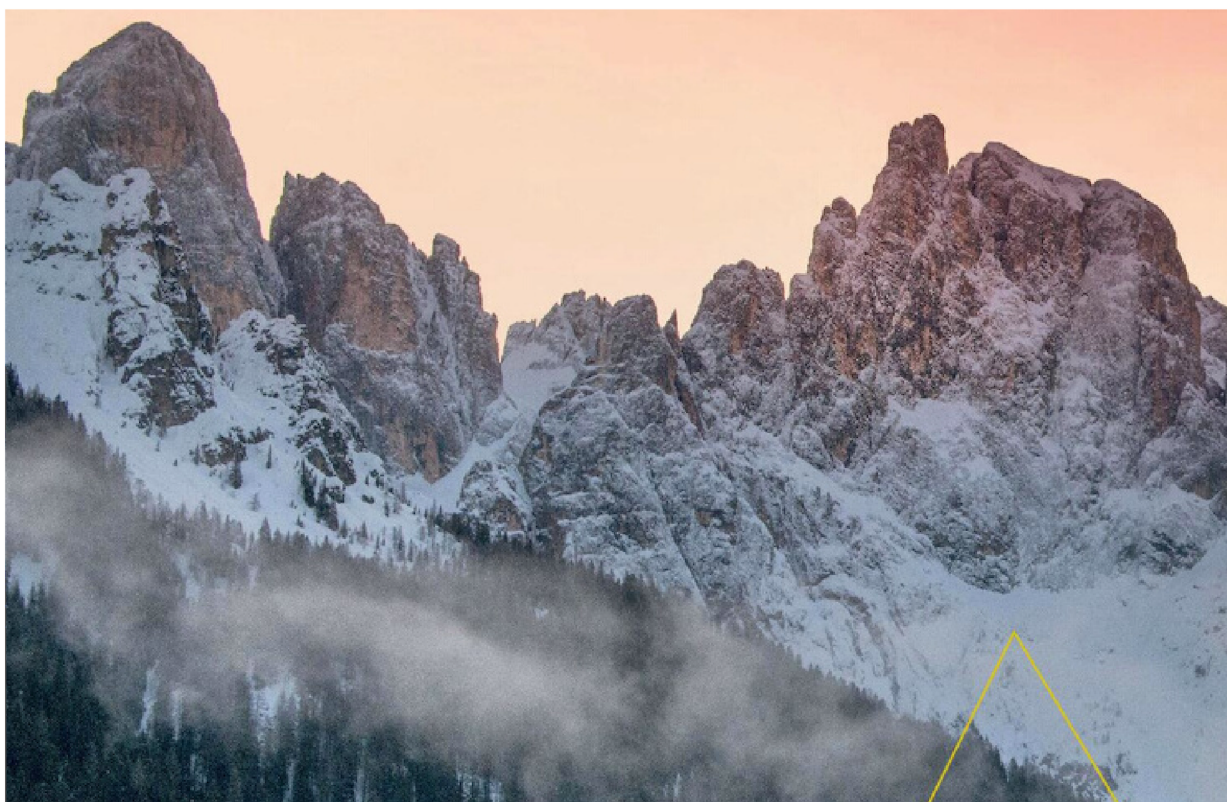


PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



RAPPORTO TECNICO

PIANO ENERGETICO AMBIENTALE PROVINCIALE 2021-2030



02

AGGIORNAMENTO SCENARI DI VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL POTENZIALE DI BIOGAS

APRILE 2023

redatto con il contributo della



FONDAZIONE
EDMUND
MACH



AGENZIA PROVINCIALE PER LE RISORSE IDRICHE E L'ENERGIA
ufficio studi e pianificazione delle risorse energetiche

Sede: Piazza Fiera, 3 - 38122 a Trento
Telefono: 0461.497310 Fax: 0461.497301
www.energia.provincia.tn.it

Email: aprie@provincia.tn.it (PEC) : aprie@pec.provincia.tn.it

Agenzia Provinciale per le Risorse Idriche e l'Energia

Dirigente generale

dott.ssa Laura Boschini

Coordinamento

ing. Sara Verones

Ufficio Studi e Pianificazione delle Risorse Energetiche

Autori

ing. Andrea Mariotti

Ufficio Studi e Pianificazione delle Risorse Energetiche

Con il contributo di:

dott.ssa Silvia Silvestri, ing. Luca Tomasi, per. agr. Andrea Cristoforetti, dott.ssa Daniela Bona, per. agr. Luca Grandi

FONDAZIONE EDMUND MACH - Centro Ricerca e Innovazione - Unità Bioeconomia

INDICE

PREMESSA	1
Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN) e nuova delibera “effluenti”	2
REPORT	3
Valutazione degli scarti delle filiere agroindustriali e stima dei potenziali teorici	3
Analisi dei risultati e possibili scenari di valorizzazione	4
Contributo alla decarbonizzazione	6
ZVN e delocalizzazione del digestato	7
Aggiornamento dati PEAP 2021-2030	7
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	11
ALLEGATO	13

PREMESSA

La Giunta provinciale con deliberazione n. 952 dell'11 giugno 2021 ha approvato il Piano Energetico Ambientale Provinciale (PEAP) 2021-2030, documento di programmazione provinciale degli interventi in materia di energia, previsto dall'art. 2 della Legge provinciale 4 ottobre 2012, n. 20. Il PEAP traccia una traiettoria che attraverso 12 linee strategiche trasversali accompagna la transizione energetica ed ambientale del Trentino. L'obiettivo è quello di arrivare al 2030 avendo ridotto del 55% le emissioni climalteranti rispetto al 1990 per arrivare, nel 2050, ad una provincia autonoma dal punto di vista energetico.

Per raggiungere questo ambizioso obiettivo non basta agire in un solo settore, è necessario porre in atto linee strategiche che vadano ad incidere in tutti gli ambiti, per ridurre i consumi, efficientare i processi e massimizzare la produzione di energia rinnovabile. Per questo, partendo dal bilancio dei consumi energetici 2014-2016, sono stati delineati quelli che saranno gli scenari al 2030, tenendo conto delle previsioni legate al cambiamento climatico in termini di temperatura, precipitazioni e qualità dell'aria.

Da un lato si è lavorato ad individuare gli scenari di riduzione dei consumi nel comparto edilizio privato e pubblico (responsabile del 40% delle emissioni), nel settore industriale, e nella mobilità sostenibile, per consumare meno efficientando il patrimonio esistente e con la transizione verso nuove abitudini. Parallelamente sono state indagate le modalità di implementazione delle fonti di energia rinnovabile: la valorizzazione della biomassa legnosa, la produzione di biogas, la produzione dell'energia idroelettrica, la nascita di comunità energetiche e l'estensione della distribuzione del gas naturale. Infine sono state tracciate le azioni di pianificazione territoriale per facilitare l'applicazione di queste misure con una visione di pianificazione a lungo termine.

Per quanto riguarda l'implementazione della fonti di energia rinnovabile da biogas, nell'ambito di aggiornamento del PEAP ed in collaborazione con la Fondazione Edmund Mach è stato realizzato un approfondimento specifico dedicato al potenziale di produzione di metano da processi di digestione anaerobica, sia come contributo alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, sia come possibile fonte di biometano per l'immissione nella rete del gas naturale. L'approfondimento ha voluto identificare i quantitativi di scarti organici disponibili a livello provinciale e gli scenari di valorizzazione degli stessi, arrivando a stimare il contributo alla decarbonizzazione relativo alle ipotesi di implementazione. Gli scarti organici sono stati suddivisi in: reflui zootecnici, fanghi generati dagli impianti di depurazione acque reflue urbane, rifiuti e scarti organici generati dai processi di trasformazione agroindustriale.

A partire dai dati raccolti, è stato analizzato il potenziale teorico di biometano che il territorio trentino, con una suddivisione per Comunità di Valle, potrebbe esprimere. Con alcune assunzioni e presupposti necessari (si rimanda al PEAP ed al relativo Allegato tecnico 8 per eventuali approfondimenti), sono stati in seguito sviluppati due scenari di sfruttamento, uno più cautelativo ed uno più spinto. L'indagine ha permesso di ricavare un primo quadro del potenziale teorico esprimibile dai territori trentini con alcuni limiti che ne hanno condizionato il grado di dettaglio. Una difficoltà evidenziata nell'approfondimento è stata quella legata alla valutazione dei quantitativi della tipologia di scarto generata dai processi di trasformazione agroindustriale.

Per migliorare ciò, anche visto l'Accordo di Programma sottoscritto nel 2020 tra Provincia Autonoma di Trento (con APPA e Servizio Agricoltura), FEM-CTT, APOT, Consorzio Vini del Trentino e Federazione Provinciale Allevatori che ha istituito il Tavolo di lavoro 'Gestione sostenibile degli effluenti zootecnici', nel corso dell'anno 2022 si è voluto approfondire quanto contenuto nel PEAP in particolare per quanto riguarda la valutazione quantitativa degli scarti delle filiere agroindustriali trentine e l'installazione di impianti di produzione energetica in due tipologie di zone: zone vulnerabili ai nitrati e zone potenzialmente critiche per quanto riguarda l'elenco dei relativi corpi idrici a rischio eutrofizzazione.

Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN) e nuova delibera "effluenti"

Il giorno 11 novembre 2022, con la Deliberazione della Giunta Provinciale n. 2017, sono stati approvati le disposizioni, i criteri e le norme tecniche per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e del digestato ed il Programma d'azione provinciale, unitamente al relativo Rapporto ambientale, per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola ai sensi della Direttiva Nitrati 91/676/CEE e del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

In particolare la stessa deliberazione, ai sensi dell'articolo 19 bis del Testo unico provinciale sulla tutela dell'ambiente dagli inquinamenti, dispone le norme di recepimento provinciale e detta la disciplina integrativa con quanto disposto dal D.M. 25 febbraio 2016, n. 5046 con riferimento alle attività di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e del digestato provenienti da aziende agricole e zootecniche e imprese agroalimentari, così come definiti nel citato D.M., adeguandola alle caratteristiche del territorio e alla dimensione degli allevamenti presenti. Detta inoltre la disciplina attuativa dell'art.114 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15 in materia di impianti di biogas nelle aree destinate all'agricoltura dagli strumenti di pianificazione territoriale. Per quanto non contemplato dalla stessa deliberazione, si richiama l'obbligo del rispetto delle norme legislative e regolamentari dello Stato e della Provincia vigenti in materia.

REPORT

In considerazione di ciò che è stato descritto in premessa, si elencano di seguito quelli che sono stati definiti come gli obiettivi dello studio realizzato dall'Unità di Bioeconomia del Centro Ricerca e Innovazione della FEM allegato al presente documento:

- individuare le realtà produttive più significative che residuano sottoprodotti idonei all'impiego in eventuali impianti agroindustriali e quantificazione delle matrici prodotte e loro stagionalità;
- analizzare le soluzioni tecnologiche maggiormente idonee, sulla base dei risultati dell'indagine e dei sottoprodotti contemplati dalla normativa applicabile per gli impianti agroindustriali;
- effettuare un'analisi critica delle soluzioni e degli scenari considerati, identificando i principali vantaggi e criticità (anche dal punto di vista normativo);
- stimare la potenzialità energetica a regime dei contesti impiantistici ipotizzati;
- quantificare il contributo alla decarbonizzazione legato alle eventuali iniziative realizzative.

Valutazione degli scarti delle filiere agroindustriali e stima dei potenziali teorici

L'analisi è stata condotta per mezzo della somministrazione di un questionario alle realtà della filiera agroindustriale trentina selezionate secondo i parametri descritti nel report. Le principali tipologie di matrici intercettate dall'indagine derivano dalle seguenti filiere:

- agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca;
- preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri;
- preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli;
- industria lattiero-casearia;
- industria dolciaria e della panificazione;
- produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao);
- altri casi specifici.

I quantitativi, divisi per Comunità di Valle e per settore produttivo, sono riportati nella tabella 1 del report allegato; di seguito se ne propone una rielaborazione a scala provinciale.

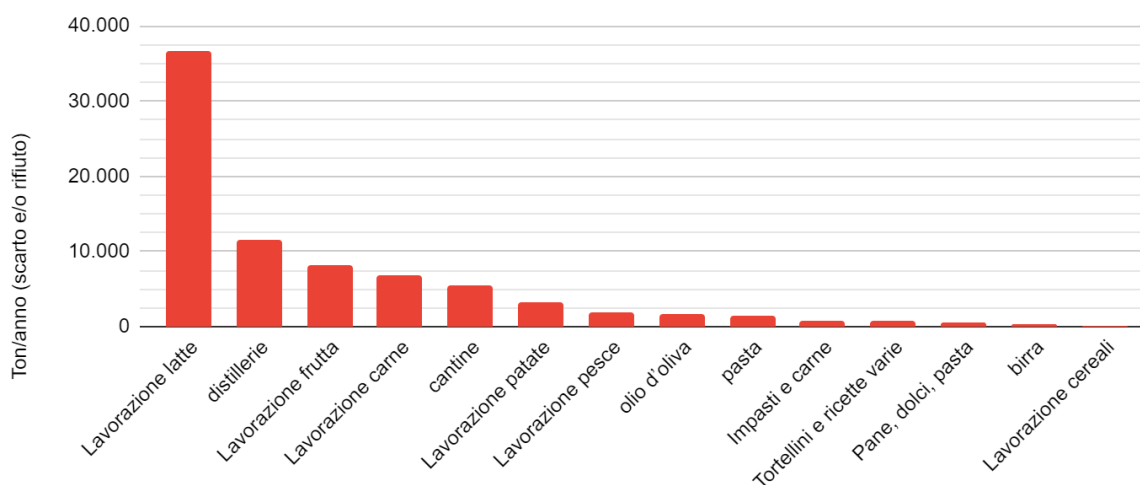


immagine n. 1: quantitativi a livello provinciale delle matrici di scarto agroalimentare ricavati dall'indagine condotta

Si richiama la necessità di una attenta lettura delle assunzioni e dei presupposti alla base della realizzazione dell'indagine, per una corretta interpretazione del grafico sopra riportato.

Analisi dei risultati e possibili scenari di valorizzazione

A partire dalle quantità e dalle tipologie delle matrici risultato dell'indagine è stata effettuata la stima della produzione potenziale teorica di biogas e biometano utilizzando fattori di conversione esplicitati nell'appendice dello studio allegato. Per alcune matrici sono state effettuate assunzioni specifiche a seconda delle proprie caratteristiche, come per le vinacce, gli scarti dei pastifici, gli scarti di lavorazione della carne e del pesce e gli scarti della lavorazione del latte. Nel report i risultati sono esplicitati per tipologia di scarto e divisi per Comunità di Valle, di seguito se ne riporta una elaborazione in termini di produzione teorica annua per matrice a livello provinciale.

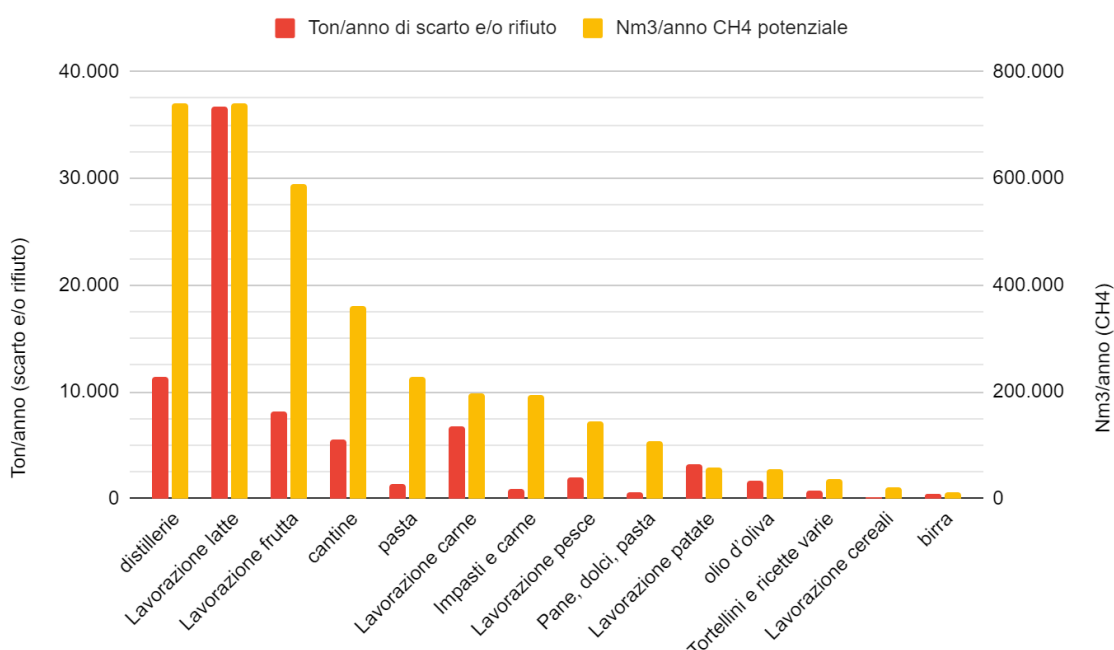


immagine n. 2: quantitativi a livello provinciale dei potenziali teorici di biometano esprimibili dalle matrici agroalimentari individuate attraverso l'indagine

Nell'ambito dell'indagine è stato possibile realizzare inoltre un approfondimento specifico sui reflui zootecnici generati in due delle zone vulnerabili ai nitrati (ZVN), individuate dalla Deliberazione della Giunta provinciale n. 1015/2021: Valsugana e Lago della Serrai. L'approfondimento è stato eseguito anch'esso tramite un'indagine, svolta tramite la somministrazione di un questionario e l'effettuazione di sopralluoghi, che ha portato ad individuare e contattare una selezione di aziende che presentassero un numero significativo di capi (> 10) ed una superficie minima ricadente in ZVN (> 5%).

Questo specifico approfondimento ha reso possibile l'elaborazione di scenari di valorizzazione calati sui territori menzionati, nei quali oltre alla disponibilità di matrici generate dalle filiere agroindustriali rimane di primaria importanza la disponibilità di reflui zootecnici ai fini della sostenibilità economica e biologica del processo.

Di seguito si riportano i risultati principali delle simulazioni effettuate, per le relative assunzioni ed ipotesi nonché per i dettagli relativi ad ognuna si rimanda al testo integrale del report.

Valsugana

La simulazione è stata effettuata tenendo conto dei quantitativi di refluo zootecnico emersi dall'indagine svolta presso le aziende selezionate con i parametri sopra descritti mentre, per quanto riguarda gli scarti delle filiere agroindustriali, l'elaborazione ha considerato i quantitativi prodotti lungo tutta l'estensione della vallata in ambito provinciale e non solo quelli prodotti in ZVN, nell'ottica di un'ottimizzazione delle risorse disponibili.

La sola valorizzazione dei reflui zootecnici permetterebbe la realizzazione di un impianto dalla potenza nominale di circa 400 kWel, oppure – con finalità di ottimizzazione logistica – di due impianti localizzati in maniera vantaggiosa: uno da 300 kWel ed uno da 100. Nell'ipotesi di produzione di biometano, la scala impiantistica potrebbe avvicinarsi a 100 Nm³/h di CH₄.

L'integrazione in questo quadro degli scarti provenienti in particolare da alcune delle filiere indagate (SOA 3, scarti di pane, scarti di impasto crudo e pasta in un caso, siero del latte in un altro e scarti di panificazione / produzione di dolci nonché di trasformazione della frutta) porterebbe ad aumentare le taglie degli impianti individuati. L'impianto più piccolo potrebbe essere incrementato alla taglia di 150 o 200 kWel a seconda dei casi, oppure nel caso di produzione di biometano la relativa dimensione impiantistica potrebbe raggiungere i 130-140 Nm³/h

Serraia

Data la realtà indagata, l'ipotesi ideale proposta sarebbe quella di realizzare un unico impianto di digestione anaerobica a liquido destinato a trattare tutte le risorse identificate con una potenza nominale di poco superiore a 60 kWel. Tale potenza andrebbe diminuita a circa 40 kWel nel caso in cui venga portata avanti l'iniziativa individuale della maggiore realtà della zona. Da escludere la soluzione di produrre biometano, visti i problemi di scala.

Fiavé

La zona di Fiavé non rientra tra le ZVN così come individuate dalla D.G.p. n. 1015/2021 citata in premessa ma presenta una certa criticità ambientale da approfondire.

Per quanto riguarda la valorizzazione delle matrici zootecniche note (secondo dati non aggiornati come per le ZVN della Valsugana e della Serraia) e delle filiere agroindustriali, viene ipotizzata una soluzione impiantistica della taglia di circa 500 kWel. Nel caso di produzione di biometano, la taglia teorica raggiungibile sarebbe 140 Nm³/h di CH₄.

Si sottolinea come, al netto della possibilità di valorizzazione descritta, per le criticità ambientali di cui l'area di Fiavé è nota, viene ritenuto opportuno valutare l'ipotesi di una soluzione territoriale volta all'ottimizzazione della gestione dei reflui zootecnici generati nel territorio in questione.

Altre zone

Oltre alle zone descritte con maggior dettaglio sono stati identificati alcuni "distretti" all'interno dei quali, al netto delle eventuali disponibilità di reflui zootecnici non ancora censiti nel dettaglio, risulta disponibile un certo quantitativo di matrici generate dall'agroindustria e che si elencano di seguito. Per gli approfondimenti e le ipotesi relativi ad ognuno di essi si rimanda ai contenuti del report.

- Zona Rendena-Giudicarie: il potenziale teorico attribuibile agli scarti potenzialmente disponibili (scarti di lavorazione della carne, scarti di lavorazione del pesce e trebbie da attività brassicola) arriva a circa 170.000 Nm3 di biogas annui, corrispondenti a circa 110.000 Nm3 di biometano ed il relativo scenario ipotizzabile prevede una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino.
- Zona Valle dei Laghi: il potenziale teorico attribuibile agli scarti potenzialmente disponibili (scarti di produzione di pane e prodotti dolciari, scarti di lavorazione della carne, trebbie da attività brassicola, scarti da attività vinicola e distillazione) arriva a superare i 460.000 Nm3 di biogas annui, corrispondenti a più di 260.000 Nm3 di biometano ed il relativo scenario ipotizzabile prevede una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino.
- Zona Vallagarina: il potenziale teorico attribuibile agli scarti potenzialmente disponibili (scarti di produzione di tortellini e ricette varie, scarti di lavorazione della carne, trebbie da attività brassicola e scarti da attività vinicola e distillazione) arriva a superare 800.000 Nm3 di biogas annui, corrispondenti a più di 440.000 Nm3 di biometano, ed il relativo scenario ipotizzabile prevede una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino.
- Zona Val di Fiemme: il potenziale teorico attribuibile agli scarti potenzialmente disponibili (dalla produzione della pasta, dalla lavorazione della carne e da distilleria) arriva a superare 600.000 Nm3 di biogas annui, corrispondenti a più di 250.000 Nm3 di biometano, ed il relativo scenario ipotizzabile prevede di avviare in co-digestione presso l'impianto zootecnico già esistente gli scarti del pastificio.
- Zona Val d'Adige - Rotaliana: il potenziale teorico attribuibile agli scarti potenzialmente disponibili (in questa zona si possono identificare quasi tutte le tipologie di matrici di scarto emerse dallo studio, in quanto sono presenti realtà produttive di tutte le filiere agroalimentari) supera 1 mln di Nm3 di biogas annui, corrispondenti a più di 600.000 Nm3 di biometano ed il relativo scenario ipotizzabile prevede una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino.
- Zona Val di Non: il potenziale teorico attribuibile agli scarti potenzialmente disponibili (scarti di produzione di bevande della frutta, trebbie da attività brassicola e scarti da produzione di pane e dolci) arriva a superare 170.000 Nm3 di biogas annui, corrispondenti a circa 97.000 Nm3 di biometano ed il relativo scenario ipotizzabile prevede una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino.

Si sottolinea nuovamente che le previsioni sopra riportate risultano essere indicative delle realtà indagate e si rimanda alle assunzioni ed alle ipotesi alla base di ogni singola simulazione.

Contributo alla decarbonizzazione

Per le tre zone indagate con maggior dettaglio è stato stimato, sulla base di alcune assunzioni e presupposti indicati nel report, il contributo alla decarbonizzazione legato alla valorizzazione energetica del biometano secondo gli scenari proposti. Per la zona della Valsugana e di Fivè, con riferimento agli scenari già presentati, i risultati parlano di circa 300-370 tCO₂eq/anno per ogni mln di Nm³ di bioCH₄ se sfruttato negli impianti a biogas mentre si stima l'aumento di tale quantità a circa 2.000-2.400 tCO₂eq/anno nel caso di upgrading ed immissione in rete. Per la zona della Serraia, potendo contare su un quantitativo inferiore di materiale valorizzabile, il contributo alla decarbonizzazione porterebbe alla mancata emissione di 44 tCO₂eq/anno nel caso di completo sfruttamento

tramite cogenerazione del biometano, stimato in massimo 120.000 Nm³/anno. Si rimanda al report allegato per maggiori dettagli del calcolo.

ZVN e delocalizzazione del digestato

Con riferimento alle ZVN così come definite dalla Deliberazione della Giunta provinciale n. 1015/2021 ed in particolare per integrare le analisi effettuate in riferimento alle zone della Valsugana e Lago della Serraia, il report allegato evidenzia l'opportunità che parte del digestato prodotto dagli impianti di digestione anaerobica possa essere delocalizzato. Per perseguire tale obiettivo evitando al contempo l'insorgenza di problemi legati al trasporto del digestato tal quale vengono proposti una serie di trattamenti da tenere in considerazione e che di seguito si elencano solamente, rimandando alla lettura del documento allegato per i dettagli opportuni. I trattamenti proposti sono: trattamento aerobico, pellettizzazione e strippaggio dell'ammoniaca.

Aggiornamento dati PEAP 2021-2030

Con i risultati dell'indagine effettuata presso le aziende delle filiere agro-industriali è possibile aggiornare i dati precedentemente inseriti nella tabella riepilogativa della produzione teorica potenziale di CH₄ pubblicata al capitolo 9 "scenario di valorizzazione energetica del potenziale di biogas" della sezione 2 del PEAP 2021-2030.

I quantitativi individuati nel Piano citato avevano portato ad una quantificazione totale di biometano potenzialmente producibile di 3.795.800 Nm³/anno tra rifiuti e scarti agroalimentari non stagionali e scarti delle distillerie (matrici stagionali). Nell'ambito della valutazione del potenziale di produzione di biogas per il PEAP 2021-2030 la quantificazione delle matrici citate era stata effettuata secondo diverse modalità; per quanto riguarda i rifiuti organici tramite l'analisi di un'estrazione aggregata dei dati relativi ai MUD 2018 (Modelli Unici di Dichiarazione Ambientale) fornita da APPA mentre per gli scarti del settore vitivinicolo e delle aziende di trasformazione agroalimentare tramite un'indagine condotta tra le aziende più rappresentative individuate in Provincia.

Dall'indagine condotta da FEM oggetto della presente relazione il totale del biometano potenzialmente producibile a partire dagli scarti delle filiere selezionate è stato quantificato in 3.471.180 Nm³/anno. Di questi, 2.198.270 Nm³/anno sono riconducibili a rifiuti e scarti agroalimentari non stagionali, 258.210 Nm³/anno a rifiuti e scarti agroalimentari stagionali e 1.014.700 Nm³/anno a scarti di cantine e distillerie (stagionali).

L'indagine condotta ha quindi affinato la prima valutazione fatta in sede di redazione del PEAP 2021-2030, in particolare per quanto riguarda la categorizzazione fatta per rifiuti e scarti agroalimentari non stagionali e scarti delle distillerie (matrici stagionali). I valori relativi alla potenziale valorizzazione dei fanghi da depurazione delle acque e dei reflui zootecnici non vengono aggiornati in quanto solamente per questi ultimi si avrebbe un dato aggiornato ma in maniera parziale rispetto alla Comunità di Valle di riferimento. L'analisi effettuata in relazione alle ZVN indicate nel precedente paragrafo non è stata estesa infatti sull'intero territorio della rispettiva Comunità ma si riferisce solo ad aziende con un numero di capi superiore a 10 e con una percentuale di superficie aziendale ricadente in ZVN superiore al 5%.

Di seguito si riportano la tabella di produzione teorica potenziale di CH₄ aggiornata e un grafico esplicativo delle stesse quantificazioni relative ad ognuna delle Comunità di Valle..

Comunità di Valle	Produzione teorica potenziale di CH ₄ (Nm ³ /anno)				
	reflui zootecnici	Fanghi da depurazione acque	Rifiuti e scarti agroalimentari non stagionali	Rifiuti e scarti agroalimentari stagionali	Scarti cantine e distillerie (stagionali)
Comun General de Fascia	436.000	9.000	-	-	-
Alta Valsugana Bersntol	2.220.000	14.450	29.500	3.700	-
Comunità Alto Garda e Ledro	611.000	19.880	71.900	55.500	8.800
Comunità del Primiero	477.000	3.630	-	680	-
Comunità della Paganella	85.000	2.940	2.800	-	-
Comunità della Vallagarina	3.020.000 (c.a 50% bovini + 50% avicoli)	33.460 (da decurtare del potenziale già valorizzato dall'impianto di Rovereto)	41.200	80	420.000
Valle dei Laghi	460.500	3.510	28.850	800	160.000
Comunità Valle di Cembra	97.600	1.710	-	-	-
Comunità Valle di Sole	988.600*	7.290	220	320	-
Comunità delle Giudicarie	2.945.000*	13.090	126.400	34.100	-
Comunità Rotaliana-Königsberg	369.000	10.650	488.000	16.000	394.000
Comunità territoriale della Val di Fiemme	1.144.000*	9.600	229.600	-	25.500
Val di Non	1.550.000*	12.530	91.300	2.900	-
Comunità Valsugana e Tesino	2.713.800* (di cui oltre 2 mln da avicoli)	7.040	1.020.000	1.530	2.300
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	217.000	2.150	1.300	-	-
Territorio Val d'Adige	145.600	38.120	67.200	142.600	4.100

immagine n. 3: produzione teorica potenziale aggiornata di CH₄ (Nm³/anno)

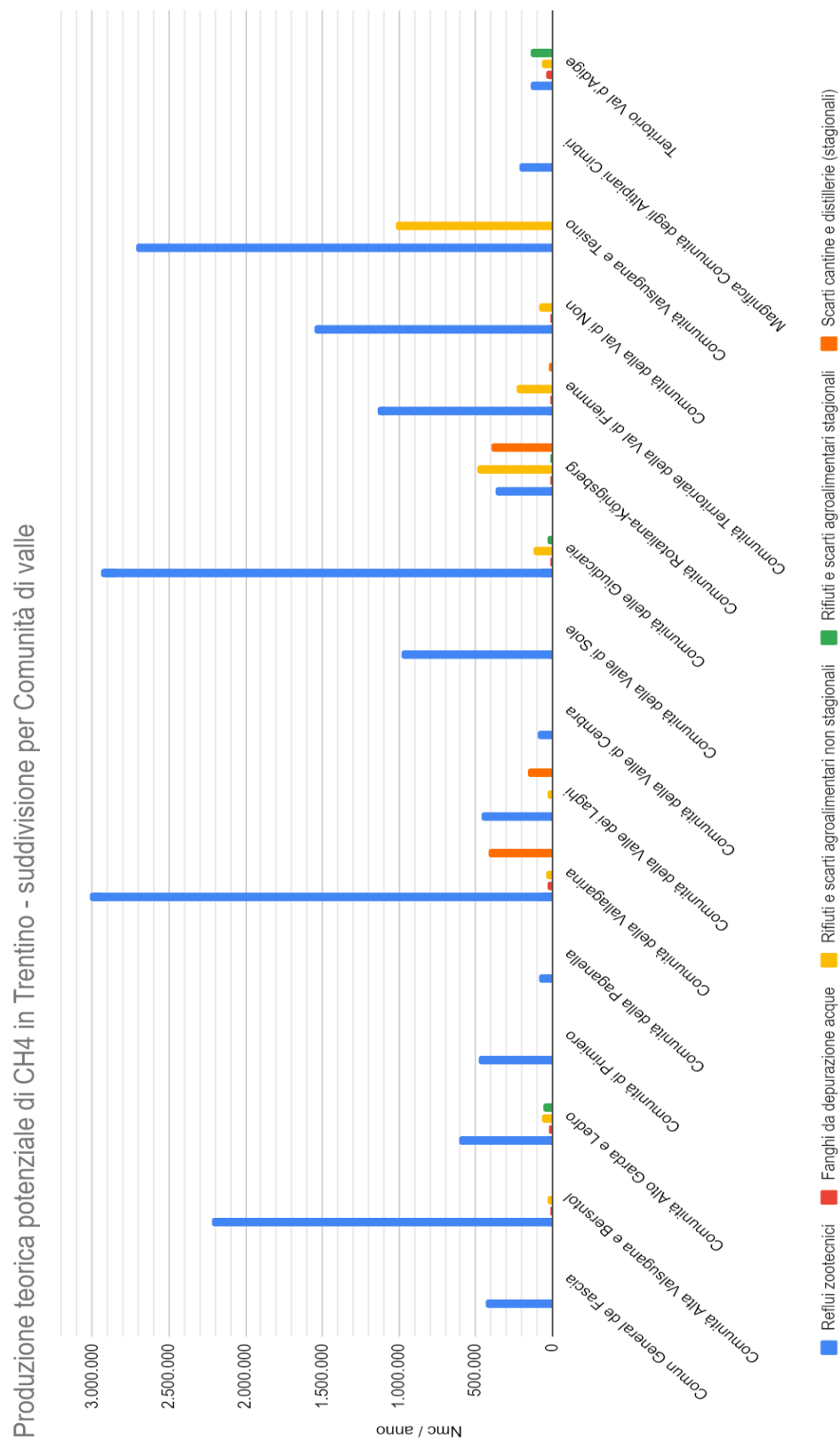


immagine n. 4: produzione teorica potenziale aggiornata di CH4 (Nm3/anno)

Si propone infine una rappresentazione della quantificazione totale delle quantità di CH₄ producibile in linea teorica e potenziale a partire da tutte le diverse matrici considerate in fase di valutazione del potenziale di produzione di biogas per il PEAP 2021-2030 ovvero da refluo zootecnico e fanghi di depurazione delle acque (si ricorda che tali dati sono quelli del PEAP 2021-2030) e da rifiuto o scarto delle filiere agroindustriali (dato aggiornato e suddiviso secondo la stagionalità e l'eventuale provenienza da cantine e distillerie).

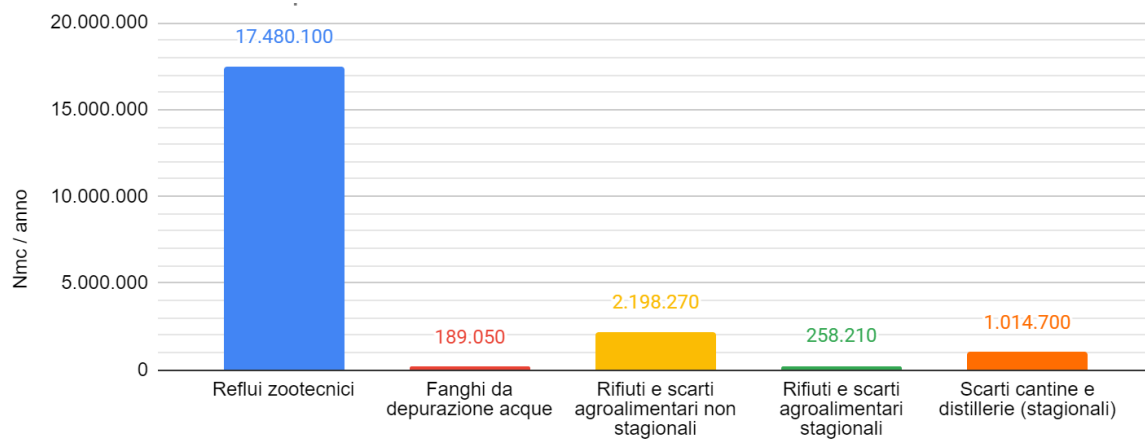


immagine n. 5: produzione teorica potenziale dell'intero territorio provinciale suddivisa per tipologia di fonte di CH₄

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In continuità con l'approfondimento effettuato in occasione della redazione del PEAP 2021-2030 e con gli obiettivi posti in campo dalla PAT, con l'indagine svolta da FEM e oggetto del presente documento si è potuto ottenere un quadro piuttosto particolareggiato degli scarti generati dal settore agroindustriale provinciale. Lo stato dell'arte che viene descritto, con le ipotesi e le finalità descritte nel report allegato, può considerarsi sufficientemente rappresentativo della realtà trentina.

Le filiere agroindustriali indagate e che presentano le maggiori quantità di matrice di scarto valorizzabile energeticamente tramite un processo di digestione anaerobica sono quelle legate alle cantine e distillerie, alla lavorazione del latte, della frutta, alla produzione di pasta, pane e dolci, nonché alla lavorazione di carne, pesce e patate. In totale si tratta di un quantitativo in peso pari a poco meno di 80 kton/anno di scarti valorizzabili energeticamente per quasi 3,5 milioni di Nm³/anno di biometano potenzialmente producibile. Il dato riveste una certa importanza se paragonato al potenziale derivante dai reflui zootecnici, che nel PEAP 2021-2030 era stato quantificato in circa 17,5 milioni di Nm³/anno di biometano.

Relativamente ai dati dei reflui zootecnici, è stato svolto un approfondimento sulle aree relazionate alle ZVN della Valsugana e del Lago di Serraiia rispetto alle quali si può avere ora un quadro sufficientemente chiaro anche per quanto riguarda la matrice di origine zootecnica.

Delineato il quadro che emerge dall'indagine condotta presso le imprese della filiera agroalimentare coinvolte, sono stati individuati degli scenari di valorizzazione delle matrici organiche. Si è trattato di individuare delle zone di territorio ove ipotizzare la realizzazione di uno o più impianti di digestione anaerobica, ove il biogas possa essere valorizzato tramite cogenerazione oppure trattato per l'immissione in rete come biometano. Le zone più interessanti sono in particolare quelle della Valsugana e di Fivè, dove la valorizzazione energetica del refluo zootecnico e degli scarti delle filiere indagate porterebbe ricadute positive sul territorio anche per quanto riguarda gli aspetti ambientali (problema legato ai nitrati).

Pare infine utile richiamare il fatto che l'indagine si è concentrata sulla quantificazione delle matrici descritte tralasciando quelli che sono i rilievi normativi dei processi di alimentazione degli impianti con i materiali individuati e dei processi di riutilizzo, ad esempio in ambito agricolo, del digestato degli impianti stessi. Rimane inoltre aperta la questione legata all'individuazione dei mix più interessanti dal punto di vista energetico degli scarti agroalimentari con i reflui zootecnici per l'alimentazione dei digestori.

ALLEGATO

**Scenari impianti a biogas agro-zootecnico e agro-industriale - Relazione finale e
Appendice**

Scenari impianti a biogas agro-zootecnico e agro-industriale

STRUTTURA PROVINCIALE RICHIEDENTE:

Agenzia per le Risorse Idriche e l'Energia



ESECUTORE:

FONDAZIONE EDMUND MACH

Centro Ricerca e Innovazione

Via E. Mach 1, 38098 San Michele all'Adige – Trento



FONDAZIONE
EDMUND
MACH

COORDINAMENTO:

Unità Bioeconomia

Responsabile: Dott.ssa Silvia Silvestri

Tel. 0461 615315

A cura di: ing. Luca Tomasi

Hanno collaborato: Andrea Cristoforetti, Daniela Bona, Luca Grandi

RELAZIONE FINALE
dicembre 2022



Centro Ricerca e Innovazione
Unità Bioeconomia

INDICE

INDICE	3
1 Premessa	5
2 Finalità dello studio	5
3 Campagna di reperimento dati	6
3.1 Metodo	6
3.2 Origini dei dati	6
3.2.1 Rifiuti organici e scarti da aziende di trasformazione agroalimentare	6
3.2.2 Scarti dal settore vitivinicolo e della distillazione	8
3.2.3 Reflui zootecnici	9
3.2.4 Impianti a biogas esistenti	9
4 Elementi condizionanti l'elaborazione del potenziale teorico e delle ipotesi di scenari	11
5 Quantificazione delle matrici	12
6 Stima dei potenziali teorici	14
7 Analisi dei risultati e considerazioni relative a possibili scenari di valorizzazione	17
7.1 Valsugana	22
7.2 Serraia	25
7.3 Fiavè	25
7.4 Altre zone	27
8 Contributo alla decarbonizzazione	31
9 ZVN e delocalizzazione del digestato: approfondimenti	32
9.1 Trattamento aerobico	33
9.2 Pellettizzazione	33
9.3 Strippaggio dell'ammoniaca	34
10 Aggiornamento dati PEAP 2021-2030	34
11 Considerazioni finali	36
12 Bibliografia	36



Centro Ricerca e Innovazione
Unità Bioeconomia

1 Premessa

Lo scorso giugno 2021 è stato approvato il Piano Energetico Ambientale della Provincia di Trento 2021-2030, che individua opportunità di valorizzazione energetica - principalmente attraverso la produzione di biogas/biometano - derivanti dalle potenziali biomasse di scarto generate dalle filiere agroalimentari trentine.

L'Accordo di Programma sottoscritto nel 2020 ha istituito il Tavolo di lavoro 'Gestione sostenibile degli effluenti zootecnici', con lo scopo specifico di individuare delle azioni per il miglioramento della qualità delle acque da attuare attraverso una gestione sostenibile degli effluenti zootecnici.

Il grado di dettaglio raggiunto nell'ambito delle indagini precedenti sugli scarti organici generati sul territorio trentino può essere incrementato attraverso un reperimento "sul posto" delle informazioni quali-quantitative che non erano ottenibili con le risorse impiegabili in occasione dei precedenti studi. In tal modo la stima del potenziale per formulare ipotesi di installazione di impianti di produzione energetica può divenire maggiormente realistica.

Due sono ritenute le tipologie di zone di maggiore interesse:

- zone vulnerabili ai nitrati, come da Deliberazione della Giunta provinciale n.1015/2021, nelle quali verificare l'opportunità della realizzazione di impianti compatibili con gli obiettivi di tutela ambientale;
- altre zone comunque ritenute potenzialmente critiche o caratterizzate da potenziali particolarmente favorevoli in termini di biomasse di scarto disponibili e pertanto opportunamente sfruttabili.

2 Finalità dello studio

In coordinamento con quanto di competenza del Tavolo di lavoro 'Gestione sostenibile degli effluenti zootecnici', lo studio si prefigge i seguenti obiettivi:

- individuare le realtà produttive più significative che residuano sottoprodotti idonei all'impiego in eventuali impianti agroindustriali e quantificazione delle matrici prodotte e loro stagionalità;
- analizzare le soluzioni tecnologiche maggiormente idonee, sulla base dei risultati dell'indagine e dei sottoprodotti contemplati dalla normativa applicabile per gli impianti agroindustriali;
- effettuare un'analisi critica delle soluzioni e degli scenari considerati, identificando i principali vantaggi e criticità (anche dal punto di vista normativo);
- stimare la potenzialità energetica a regime dei contesti impiantistici ipotizzati;
- quantificare il contributo alla decarbonizzazione legato alle eventuali iniziative realizzative.

3 Campagna di reperimento dati

3.1 Metodo

Punto di partenza per la stima del potenziale energetico ottenibile in Provincia di Trento è la determinazione dei quantitativi di matrici organiche di scarto generate mediamente sul territorio e teoricamente valorizzabili attraverso processi di digestione anaerobica principalmente capaci di produrre biogas (e quindi biometano). Il grado di dettaglio geografico ricercato è stato quello del singolo Comune.

3.2 Origini dei dati

3.2.1 Rifiuti organici e scarti da aziende di trasformazione agroalimentare

In occasione dell'indagine condotta per la redazione del PEAP 2021-2030, era stata utilizzata un'estrazione aggregata fornita dall'APPA dei dati relativi ai MUD 2018 (Modelli Unici di Dichiarazione Ambientale), ossia le comunicazioni che enti ed imprese presentano ogni anno, indicando quanti e quali rifiuti hanno prodotto e/o gestito durante il corso dell'anno precedente. Il grado di dettaglio si limitava alla Comunità di Valle. Inoltre, i tentativi di ottenere informazioni sugli scarti non catalogati formalmente come rifiuti attraverso specifici questionari trasmessi via e-mail grazie alla collaborazione delle associazioni di categoria non aveva portato a risultati soddisfacenti, in quanto il numero delle restituzioni era stato prossimo allo zero. Pertanto, si è ritenuto che le risorse impiegate per il presente studio avrebbero dovuto intercettare le singole aziende anche mediante sopralluoghi dedicati, rendendosi disponibili a fornire supporto nella compilazione del format di raccolta dati (allegato alla presente relazione) e fornendo informazioni capaci di sensibilizzare i produttori sull'argomento della circolarità.

La selezione delle Aziende è partita dall'elenco fornito dalla C.C.I.A.A. di Trento, risultato di un'estrazione di sedi ed unità locali che hanno dichiarato come prevalenti o secondarie attività economiche rientranti nelle classificazioni Ateco di seguito riportate:

- industria delle carni (e macellazione) 10.1 - 10.2
- industria della frutta (e ortaggi) 10.3
- industria dei cereali 10.6
- industria del pane e dei prodotti dolciari 10.7
- industria della birra 11.05

L'elenco riporta, oltre ai dati anagrafici disponibili delle imprese (sedi o UL), anche il numero degli addetti (utile per isolare imprese più grandi) e le attività dichiarate (oltre alle codifiche ATECO). Su suggerimento della struttura "Studi e Ricerche" della C.C.I.A.A., per attribuire un filtro che permettesse di escludere le realtà produttive meno significative si è scelto di non considerare il capitale sociale (non sempre proporzionale alla produzione) ma il numero degli addetti. Si è scelto di intercettare le aziende con un numero di dipendenti maggiore-uguale a 20. Inoltre, al fine di intercettare anche realtà che sfuggivano ai codici ATECO di cui sopra, sono state selezionate anche le imprese:

- superiori ai 10 addetti aventi un codice ATECO ricadente nelle attività di coltivazione agricola (01.*);
- aventi la parola "lavorazione" o la parola "trasformazione" nell'attività dichiarata;
- altre (es: realtà sfuggite dall'estrazione ma note o conosciute);
- birrifici: tutte le aziende;
- panifici/produzione di pasta e dolci/pasticcerie: tutte le aziende.

Sono state selezionate più di 120 realtà produttive, di cui quelle con cui è stato possibile stabilire un contatto telefonico o via e-mail si sono ridotte a circa 100. Di esse, circa l'80% ha restituito il questionario compilato (il cui format è allegato alla presente relazione), mentre una decina di aziende si è rifiutata di collaborare.

Le principali tipologie di matrici intercettate dall'indagine sono:

- scarti/rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca;
- scarti/rifiuti prodotti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri;
- scarti/rifiuti prodotti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli;
- scarti/rifiuti prodotti dall'industria lattiero-casearia;
- scarti/rifiuti prodotti dall'industria dolciaria e della panificazione;
- scarti/rifiuti prodotti dalla produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao);
- altri casi specifici.

Il settore dei piccoli frutti era stato oggetto di indagine in occasione della redazione del PEAP 2021-2030, attraverso interviste rivolte ai principali player presenti sul territorio provinciale. Lo scarto in fase di raccolta risultava non superare mediamente il 2% della produzione, pertanto, visti i limitati quantitativi assoluti di prodotto generati dalla filiera in oggetto (nonché lo scarto quasi nullo prodotto in fase di lavorazione e confezionamento), tali matrici non erano state considerate nello sviluppo di scenari. I principali produttori sono stati comunque ricontattati e, salvo limitati aumenti rispetto ai valori di produzione precedentemente segnalati, confermano che i quantitativi sono estremamente ridotti e soprattutto sarebbe impensabile un'analisi costi/benefici favorevole per giustificare l'introduzione di un processo di raccolta e conferimento alla sede di lavorazione delle esigue quantità che nella prassi in vigore vengono lasciate in campo. Ciò vale per i materiali fermentescibili, mentre l'interesse per le torbe esauste si sta focalizzando più che altro sull'individuazione di soluzioni alternative ambientalmente più sostenibili (seppure di pari efficacia agronomica), più che sulla possibilità di valorizzarle energeticamente attraverso trattamenti termochimici.

In relazione alla filiera lattiero-casearia, rispetto a quanto evidenziato in occasione dell'elaborazione dell'attuale PEAP, il destino degli scarti è pressoché invariato; pertanto, il siero – ossia la matrice prevalente - proveniente dai consorziati CONCAST (che rappresentano circa l'80% della produzione provinciale) viene trasformato in un semilavorato successivamente venduto ai mangimifici. Obiettivo del Consorzio a medio termine consiste nella realizzazione di un biodigestore presso la sede di Trento finalizzato a trattare latticello, fanghi del flottatore, siero tal quale non conforme alle specifiche richieste, siero in polvere scartato, nonché i residui di spazzolatura forme prodotti in sede Trentingrana. Le ultime tre voci rappresentano un contributo

molto limitato per la produzione dell'impianto di digestione anaerobica. Il Consorzio si è dichiarato interessato alla prospettiva di accettare matrici provenienti da altre realtà produttive limitrofe della stessa filiera (ve n'è una in particolare poco distante), oltre che scarti provenienti da altre filiere in grado di incrementare la potenzialità energetica ricavabile dal processo di valorizzazione. A tal fine nell'ambito di una proposta di progetto sottomessa su bando di filiera ministeriale (fondi PNRR) è stata inserita un'attività sperimentale sulle possibili combinazioni di matrici avviabili al contesto in oggetto.

Al di fuori dei consorziati CONCAST, la realtà più grande è sita in bassa Valsugana e conferisce anch'essa a Trento il proprio siero affinché venga processato. Si sono mostrati interessati a valutare soluzioni alternative per la valorizzazione di tale matrice.

Per quanto riguarda gli scarti del settore di produzione della pasta, in Provincia di Trento esiste un distretto produttivo di dimensione significativa in val di Fiemme. In tale contesto si è affermato l'interesse a valutare la possibilità di avviare gli scarti dell'attività produttiva all'impianto di digestione anaerobica esistente in zona attualmente alimentato a reflui zootecnici. Parallelamente dell'indagine di cui al presente studio si stanno conducendo da parte dell'Unità Bioeconomia FEM test di digestione anaerobica in scala di laboratorio sulla combinazione di reflui con gli scarti del pastificio di cui sopra, al fine di quantificare il potere metanigeno reale di tali matrici. Gli scenari che saranno ipotizzati nei capitoli successivi sfruttano tali informazioni.

3.2.2 Scarti dal settore vitivinicolo e della distillazione

Il presente studio può avvalersi dell'indagine commissionata all'Unità Bioeconomia dall'Istituto Tutela Grappa e dal Consorzio Vini del Trentino, ultimato nel corso del 2021. Tale lavoro, finalizzato all'identificazione delle soluzioni tecniche e tecnologiche maggiormente idonee per la gestione e la valorizzazione degli scarti organici che residuano sul territorio trentino dalle cantine che effettuano la trasformazione dell'uva e dalle distillerie che lavorano le vinacce, ha permesso in via preliminare di quantificare (e parzialmente caratterizzare) gli scarti generati dalla produzione di vino e grappe in Provincia, in particolare quelli fermentescibili potenzialmente anche destinabili a digestione anaerobica:

- vinaccia fresca,
- vinaccia esausta,
- feccia,
- borlanda.

Come è noto, le principali matrici di scarto dell'attività di vinificazione in Provincia di Trento alimentano in gran parte l'attività di distillazione, costituendone materia prima in ingresso. Avendo identificato le destinazioni attuali di tali matrici, si rende possibile la stima del potenziale offerto dalla quota parte di scarti di cantina non destinati alla distillazione in Provincia. Le realtà indagate hanno permesso di coprire circa l'80% della produzione provinciale.

3.2.3 Reflui zootecnici

Data la tipologia maggiormente diffusa delle aziende agroalimentari trentine, per la maggior parte di piccole dimensioni e piuttosto frammentate su tutto il territorio (ad eccezione di alcuni distretti come il capoluogo e pochi altri), gli scarti generati sono per la maggior parte quantitativi limitati, che da soli non possono costituire il sostentamento di una realtà impiantistica. Oltretutto la stagionalità della produzione è un elemento tipico del settore e per sua natura limitante ai fini di ipotizzare una soluzione di valorizzazione energetica sostenibile economicamente ma anche in termini di processo biologico da mantenere. Per questo motivo è ritenuta di importanza rilevante la disponibilità di reflui zootecnici, che costituiscono una matrice costantemente disponibile in molte aree e che pertanto può costituire – seppur fornendo un apporto energetico limitato – una base garantita per le diete della maggior parte degli ipotetici impianti che potrebbero sorgere in Provincia di Trento. Per certe zone critiche, inoltre, la digestione anaerobica viene a rappresentare una possibile soluzione per una gestione degli effluenti meno impattante dal punto di vista ambientale.

Nell'ambito del presente studio, orientato sugli scarti agroalimentari, le risorse disponibili hanno permesso – in accordo con la Struttura Organizzativa PAT richiedente - di realizzare comunque un'indagine specifica sui reflui zootecnici generati in due delle zone vulnerabili ai nitrati (ZVN), individuate come da Deliberazione della Giunta provinciale n. 1015/2021: Valsugana e Lago della Serrai. FEM è coinvolta anche nelle fasi pre-realizzative delle iniziative impiantistiche dell'Alta Val di Non (la terza ZVN provinciale), dove tuttavia deve essere confermata l'intenzione da parte dei principali attori di considerare la possibilità di un apporto di altre eventuali matrici provenienti dalle filiere agroalimentari.

Per l'indagine sono state selezionate, dall'elenco delle aziende zootecniche fornito dal Servizio Agricoltura PAT, le realtà che soddisfano i due seguenti requisiti:

- numero di capi > 10;
- percentuale di superficie aziendale ricadente in ZVN > 5%.

La selezione ha portato ad individuare e contattare 51 aziende in Valsugana e 6 in zona Serrai. Per tutte si è reso necessario il sopralluogo, al fine di fornire supporto nella compilazione del questionario. Il format utilizzato per l'ottenimento dei dati aziendali è allegato alla presente relazione.

Le aziende che hanno compilato il questionario sono 40 per la Valsugana e 5 per la zona Serrai. Dati i requisiti stabiliti per la selezione delle aziende (in particolare sup. ZVN > 5%), si può ritenere che il potenziale teorico ottenibile dalla zootecnia possa essere considerato una stima cautelativa, in quanto non tutte le realtà produttive sono state intercettate.

3.2.4 Impianti a biogas esistenti

La formulazione di ipotesi impiantistiche per una valorizzazione ottimizzata degli scarti agroalimentari non può prescindere dalla conoscenza delle realtà già esistenti sul territorio trentino. Nel corso degli ultimi anni, in particolare, sono stati realizzati alcuni reattori dedicati al trattamento di reflui zootecnici, e tuttora tali iniziative si stanno moltiplicando. Le tipologie di impianti sono le seguenti:

- Alimentati a rifiuti: in Provincia esistono un impianto di digestione anaerobica dedicato per la FORSU (c/o Cadino) e due impianti di digestione anaerobica dei fanghi di depurazione delle acque, di cui uno in codigestione con FORSU (c/o Rovereto).
- Alimentati a reflui zootecnici: trattasi di impianti agricoli e, come tali, soggetti a regole e limitazioni come da normativa specifica. Non tutti gli impianti sono di immediata identificazione, specie se di piccola dimensione, magari appartenenti ad un singolo allevatore e non richiedenti un contributo pubblico alla realizzazione: grazie alla rete di contatti di cui dispone FEM – ed all’eventuale coinvolgimento nelle fasi preliminari della realizzazione (studi di pre-fattibilità e/o specifiche consulenze) - vi è un’alta possibilità che gli impianti di cui si ha conoscenza siano quelli realmente esistenti o pianificati, pur tuttavia non può essere escluso che alcune iniziative possano essere sfuggite.

Ad oggi, gli impianti a biogas da reflui zootecnici presenti in provincia risultano essere presenti nelle seguenti località:

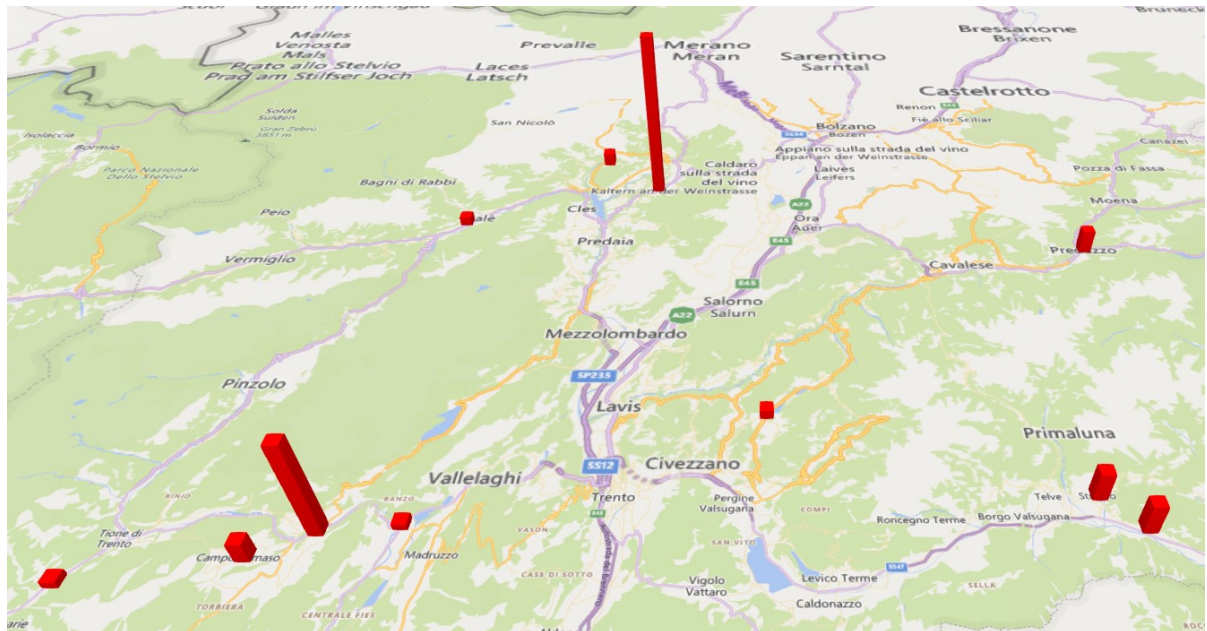


Fig. 1: posizione degli impianti a biogas zootecnici esistenti in Trentino (l’altezza degli istogrammi è proporzionale alla potenza installata)

- Malè: impianto aziendale (bovini da latte) da 50 kW_{el} di potenza installata;
- Pejo: impianto aziendale (bovini da latte) da 50 kW_{el} di potenza installata;
- Ospedaletto: impianto aziendale (suini) da 150 kW_{el} di potenza installata;
- Comano Terme: due impianti aziendali da 250 kW_{el} di potenza installata, entrambi realizzati negli anni 2011-2012;
- Bleggio Superiore: impianto aziendale (conigli) da 100 kW_{el} di potenza installata;
- Castel Ivano: impianto aziendale (bovini da latte) da 150 kW_{el} di potenza installata;
- Predazzo: impianto consortile (bovini da latte) da 125 kW_{el} di potenza installata;
- Sarche: impianto aziendale (bovini) da 11 + 22 kW_{el} di potenza installata;
- Breguzzo: impianto aziendale (bovini) da 11 + 11 kW_{el} di potenza installata, tuttavia attualmente i cogeneratori funzionano alternativamente;
- Bondo: impianto aziendale (bovini) da 11 kW_{el} di potenza installata;

- Romeno: impianto cooperativo (bovini da latte) in fase realizzativa, da 300 kW_{el} di potenza installata; si affiancherà all'impianto già esistente di analoga taglia;
- Tregiovo: piccolo impianto consortile (bovini) in fase di studio di fattibilità, di taglia probabilmente inferiore a 100 kW_{el};
- Pinè: impianto aziendale (bovini), in fase realizzativa; si attende di poter visionare la realtà.

Nota: gli impianti pianificati o in fase di progettazione/studio di fattibilità sono iniziative nate senza la considerazione dei possibili apporti di matrici aggiuntive, e non si conosce – ad oggi – l'eventuale disponibilità a ritirarle da parte del titolare.

- Alimentati a scarti di processi agroindustriali: non si ravvisano particolari variazioni rispetto alle precedenti indagini condotte in occasione di BAP e PEAP.

4 Elementi condizionanti l'elaborazione del potenziale teorico e delle ipotesi di scenari

Il presente studio, come auspicato in fase di ideazione, si è potuto avvalere di un livello di dettaglio di dati maggiore rispetto alle indagini precedentemente condotte (vedasi PEAP). La formulazione di scenari impiantistici prevederà comunque l'adozione di approssimazioni ed ipotesi assunte alla base delle elaborazioni e considerazioni effettuate.

Tali presupposti si rendono necessari per l'elaborazione dei dati e la formulazione degli ipotetici scenari, in quanto generalmente solo uno specifico studio di fattibilità o progettazione per il circoscritto contesto analizzato sarebbero capaci di dirimere le fisiologiche incertezze che contraddistinguono tale ambito.

Principalmente gli elementi di incertezza di cui sopra sono i seguenti:

- concreto interesse dei fornitori delle matrici di scarto: nell'ambito della presente indagine solo alcune realtà si sono dichiarate interessate ad essere coinvolte in un'ipotetica futura iniziativa; in assenza di informazioni di natura logistica ed economica (in questa fase non è dato a sapere se verrebbe riconosciuto un compenso per le matrici fornite, né se verrebbero ritirate o andrebbero conferite all'impianto), qualsiasi manifestazione di interesse è di difficile ottenimento;
- grado di accettazione della comunità locale nell'ipotesi di un'iniziativa realizzativa;
- esistenza di un sito disponibile e compatibile per la realizzazione dell'ipotetico impianto e sua posizione, per la valutazione delle effettive distanze di percorrenza (che incidono anche sulla sostenibilità economica dell'iniziativa);
- possibilità di conservazione delle matrici stagionali per estendere il più possibile il periodo di alimentazione del reattore, al fine di garantire una produttività più uniforme possibile nel corso dell'anno e ridurre al minimo le variazioni della dieta: in certi casi esistono soluzioni infrastrutturali per conservare le matrici in condizioni accettabili, ma esse sono da valutarsi caso per caso e dipendono dal tipo di matrice, dal budget, nonché dagli spazi disponibili in azienda o nei pressi del sito che ospiterebbe l'impianto;

- specifica analisi economica: costi realizzativi/gestionali e payback time, nonché il benchmark con la eventuale remunerazione delle attuali destinazioni delle matrici;
- nell'ipotesi di una produzione di biometano per l'iniezione in rete, tale soluzione deve essere in linea con le politiche locali in merito all'eventuale estensione della rete di distribuzione del gas naturale;
- collocazione dell'impianto agro-zootecnico in area agricola o meno: tale discriminante determina - al netto di eventuali limitazioni legate a fattori biologici della dieta - la percentuale di co-fermentanti permessa (max 30% di matrici diverse da effluenti zootecnici nel caso di collocazione in area agricola).

Vista l'impossibilità di un tale grado di approfondimento, le considerazioni sono state effettuate sulla base della conoscenza ed esperienza presenti in FEM, maturate specialmente nell'elaborazione di studi di fattibilità per impianti agricoli e nell'attività di monitoraggio degli stessi.

5 Quantificazione delle matrici

I dati sono stati forniti dalle aziende agroalimentari in diverse forme:

- peso del tal quale nel caso di rifiuto smaltito con codice CER: dato pressoché affidabile in quanto registrato per obblighi normativi;
- peso del tal quale nel caso di scarto avviato a destinazioni alternative allo smaltimento: tale dato risultava accurato nel caso di aziende strutturate, mentre per le piccole aziende a conduzione familiare (non obbligate alla registrazione degli scarti in uscita, ad esempio nei casi di cessione ad aziende zootecniche limitrofe per alimentazione di animali) non sempre è risultata essere un'informazione di facile ottenimento; nel caso in cui il dato fosse fornito in forma di volume approssimativo, è stato convertito in peso adottando valori di densità ipotetici.

Le aziende zootecniche - fornendo il numero di capi distinti per età, la durata del periodo di alpeggio ed il quantitativo di paglia utilizzata per la lettiera - hanno reso possibile, tramite opportuni fattori di conversione (vedasi specifica appendice allegata alla presente relazione), la stima dei reflui generati dai capi presenti, distinti fra liquame e letame. Tale distinzione, verificabile in forma definitiva unicamente con un campionamento rappresentativo del materiale, costituisce comunque un primo grado di approfondimento per quantificare il potenziale metanigeno con un grado di affidabilità maggiormente aderente alla realtà rispetto ai precedenti studi, inoltre permette di evitare errori grossolani nella proposta di scenari incompatibili con i contesti considerati (es: prevedere digestori a liquido nel caso in cui la matrice principale della dieta fosse letame)

Le cantine e le distillerie, vista la variabilità annuale delle produzioni, hanno fornito i dati di tre annate produttive consecutive, in modo da potersi riferire al valore medio.

La seguente tabella riporta, per Comunità di Valle e per settore produttivo, i quantitativi espressi in ton/anno (riferito al t.q.) delle matrici di scarto agroalimentare¹ ricavati dall'indagine condotta.

Comunità di Valle	Settore produttivo	Ton/anno di scarto e/o rifiuto
Comun General de Fascia	-	-
Alta Valsugana Bersntol	Pane, dolci, pasta	104
Alto Garda e Ledro	Lavorazione carne	1.552
	olio d'oliva	1.628
	birra	16
	pane	0,5
	cantine	117
Primiero	birra	32
Paganella	Pane, dolci	9
Vallagarina	Tortellini e ricette varie	706
	birra	21
	Lavorazione carne	18
	cantine	1.906
	distillerie ²	4.870
Valle dei Laghi	Pane, dolci	305
	birra	48
	cantine	372
	distillerie	2.190
Valle di Cembra	-	-
Valle di Sole	birra	7
	Pane, dolci	2
Giudicarie	Lavorazione carne	2.405
	Lavorazione pesce	187
	pane	2
	Lavorazione cereali	80
	Lavorazione patate	180
	birra	39
Rotaliana-Königsberg	birra	32
	Pane, dolci	43
	Lavorazione carne	2.579
	Lavorazione pesce	1.759
	Lavorazione frutta	2.728
	Lavorazione patate	2.970
	Cantine	1.898
	distillerie	3.770
Com. territoriale della Val di Fiemme	pasta	1.430
	Lavorazione carne	19
	distillerie	428

¹ Per le vinacce di cantina ci si riferisce unicamente alla quota parte trasportata fuori Provincia, per non alterare l'attuale equilibrio fra le filiere vino e distillati.

² Per la borlanda, i cui quantitativi sono dichiarati in litri, si assume densità pari a 1.

Val di Non	birra	60
	Lavorazione della frutta	1.430
	Pane, dolci	34
Valsugana e Tesino	birra	77
	Lavorazione frutta	1.679
	Lavorazione carne	15
	Lavorazione latte	36.674
	Impasti e carne	845
	distillerie	33
Magnifica Comunità Altipiani Cimbri	birra	9
	pane	4
Territorio Val d'Adige	birra	29
	Lavorazione carne	240
	Lavorazione frutta	2.292
	distillerie	171
	Pane, dolci	82
	cantine	1.294

tab. 1: quantitativi delle matrici di scarto agroalimentare ricavati dall'indagine condotta, espressi per Comunità di Valle

6 Stima dei potenziali teorici

Il dato di partenza relativo alla quantità delle matrici tal quali dichiarate dai produttori permette la stima della produzione potenziale teorica di biogas e biometano. I fattori di conversione sono stati assunti da archivi interni FEM, da dati di letteratura, nonché dalla rete di contatti con enti affermati che si occupano del settore (es: CRPA, Laboratorio Biomasse dell'Università delle Marche, TIS BZ, ...). L'appendice alla presente relazione riporta i riferimenti utilizzati per il calcolo teorico. Per tutte le matrici i potenziali si riferiscono a Nm³ di biogas/biometano su tonnellata di solidi volatili; pertanto, per ciascuna matrice è stato necessario ricondurre il peso del tal quale ad una percentuale di solidi totali, a sua volta ricondotta ad una percentuale di solidi volatili sui solidi totali.

Il questionario restituito dalle aziende di trasformazione ha permesso anche di distinguere la destinazione attuale degli scarti, distinguendo in tal modo fra rifiuto e sottoprodotto. All'atto dei calcoli di quantificazione del potenziale ricavabile è stata mantenuta tale distinzione, pur tuttavia le considerazioni sulla possibile ottimizzazione nell'ambito di scenari impiantistici sono state effettuate senza alcuna distinzione, in quanto tutto il materiale prenderebbe un'unica via di valorizzazione.

Di seguito si riportano alcune indicazioni relative a specifiche matrici per le quali, al fine della stima del potenziale biogas/biometano, sono state effettuate alcune assunzioni:

- **Vinacce:** la matrice di scarto generata in maggiore quantità dalla filiera vitivinicola presenta un potere metanigeno teorico che si discosta (in eccesso) dalla effettiva capacità di un impianto reale di trattare con massima efficacia questo tipo di materiale, a causa delle caratteristiche chimico/fisiche di tale substrato. Di ciò si deve tenere conto nella formulazione di ipotesi impiantistiche (vedasi capitolo successivo). Si tiene conto, inoltre, di un comportamento medio fra la vinaccia di uva rossa e quella di uva bianca.

- Scarti dei pastifici: come indicato in precedenza, l'Unità Bioeconomia è stata coinvolta nelle fasi di valutazione sulla possibilità di integrare scarti di pastificio nell'esistente impianto zootecnico presente in val di Fiemme. Le due tipologie di scarto che genera il processo di produzione sono il cosiddetto "pastazzo" (principalmente un mix umido di acqua e farina) e la pasta essiccata non vendibile. I test di biometanazione sui campioni prelevati, in abbinamento con il digestato dell'impianto reale che funga anche da inoculo, hanno permesso di stimare la produzione di biogas/biometano di entrambe le matrici. I valori sono indicati in appendice.
- Scarti di lavorazione della carne e del pesce: I sottoprodotti di origine animale (SOA) presentano produzioni specifiche elevate di biogas, ma ancora oggi sono oggetto di sperimentazione per definirne con maggiore precisione la resa. L'articolo 3 del Regolamento 1069/2009 illustra il significato di "sottoprodotti di origine animale", definendoli come "I corpi interi o parti di animali, prodotti di origine animale o altri prodotti ottenuti da animali, non destinati al consumo umano, ivi compresi gli ovociti, gli embrioni e lo sperma". Definisce, inoltre, la categorizzazione dei sottoprodotti di origine animale, in base al rischio sanitario:
 - categoria 1 (ad es. animali abbattuti nel contesto delle misure di eradicazione delle TSE - encefalopatie spongiformi trasmissibili);
 - categoria 2 (ad es. letame, animali morti per cause diverse dalla macellazione);
 - categoria 3 (scarti di macellazione e dell'industria alimentare).

Secondo il Reg. CE n. 1069/09 e n. 142/2011 sono trattabili in digestione anaerobica:

- Stallatico (anche se i reflui zootecnici prendono formalmente un'altra via senza essere catalogati quali SOA) e contenuto del tubo digerente (cat. 2).
- Materiali di categoria 2 **pretrattati** e di categoria 3.

I requisiti di un impianto di pretrattamento per i materiali di categoria 2 sono, molto sinteticamente, i seguenti:

- unità di PASTORIZZAZIONE (70°C per 1 ora, con pezzatura massima di 12 mm). Può pertanto essere necessaria anche una triturazione a monte del processo;
- sistema controllo TEMPERATURA e registrazione continua;
- sistema di sicurezza che assicuri sempre i 70°C.

Gli scarti della lavorazione della carne possono presentare caratteristiche molto variabili, a seconda della tipologia di carni che li originano. I valori di potenziale biogas ricavabile sono stati scelti ipotizzando valori medi pubblicati da enti di ricerca che hanno condotto test specifici e/o un'analisi di letteratura dedicata. In un caso reale, qualora la percentuale in un eventuale mix di alimentazione fosse significativa, al netto degli eventuali pretrattamenti richiesti dalla normativa cogente sarebbe necessario caratterizzare la matrice per evitare problematiche al processo anaerobico.

- Scarti di lavorazione del latte: come indicato in precedenza, la co-digestione di scarti generati da questa filiera potrebbe essere oggetto di specifici test condotti nell'ambito di un futuro progetto di ricerca. I valori di resa delle matrici disponibili sono pertanto assunti da dati di letteratura. Vi è tuttavia un particolare tipo di scarto per il quale è impossibile

individuare riferimenti bibliografici: i residui dalla toelettatura delle forme di formaggio. Tale matrice, seppure di interesse da parte delle realtà produttive nell'ottica di una sua valorizzazione in co-digestione, dovrà essere trascurata nell'ambito del presente studio a causa della mancanza di dati per stimarne la resa metanigena. Si suppone, tuttavia, che i quantitativi generati non siano talmente elevati da influenzare gli scenari di sfruttamento delle altre matrici.

Nella successiva tabella vengono riportati sinteticamente i potenziali teorici di biogas e biometano esprimibili dalle matrici agroalimentari individuate attraverso l'indagine condotta (vedasi tab. 1), espressi per Comunità di Valle e calcolati secondo le assunzioni sopra esposte.

Comunità di Valle	Settore produttivo	Nm ³ /anno biogas teorico	Nm ³ /anno CH ₄ teorico
Comun General de Fascia	-		
Alta Vals. Bersntol	Pane, dolci, pasta	62.922	33.254
Alto Garda e Ledro	Lavorazione carne	122.656	76.470
	olio d'oliva	86.742	54.984
	birra	886	465
	pane	650	341
	cantine	14.491	8.839
Primiero	birra	1.299	682
Paganella	Pane, dolci	5.348	2.807
Vallagarina	Tortellini e ricette varie	64.523	35.488
	birra	1.211	636
	Lavorazione carne	2.268	1.406
	cantine	219.454	123.689
	distillerie	535.659	295.328
Valle dei Laghi	Pane, dolci	54.439	28.161
	birra	2.835	1.488
	cantine	42.568	23.823
	distillerie	242.888	133.898
Valle di Cembra	-		
Valle di Sole	birra	413	217
	Pane, dolci	609	325
Giudicarie	Lavorazione carne	156.128	89.867
	Lavorazione pesce	23.142	14.330
	pane	899	476
	Lavorazione cereali	38.039	21.302
	Lavorazione patate	5.534	2.822
	birra	2.327	1.222
Rotaliana-Königsberg	birra	1.890	992
	Pane, dolci	19.500	10.335
	Lavorazione carne	25.671	16.320
	Lavorazione pesce	209.685	129.476
	Lavorazione frutta	462.085	265.795
	Lavorazione patate	108.954	55.567
	Cantine	211.766	114.833
	distillerie	507.717	279.256

Com. territoriale della Val di Fiemme	pasta	559.410	228.078
	Lavorazione carne	2.444	1.516
	distillerie	46.293	25.529
Val di Non	birra	3.544	1.860
	Lavorazione frutta	120.775	69.606
	Pane, dolci	7.763	4.092
Valsugana e Tesino	birra	4.571	2.400
	Lavorazione frutta	145.419	83.821
	Lavorazione carne	-	³
	Lavorazione latte	1.478.251	739.987
	Impasti e carne	383.741	195.281
	distillerie	4.150	2.284
Magnifica Comunità Altipiani Cimbri	birra	508	267
	pane	1.957	1.037
Territorio Val d'Adige	birra	1.713	899
	Lavorazione carne	21.849	13.177
	Lavorazione frutta	292.513	169.658
	distillerie	7.322	4.119
	Pane, dolci	49.212	26.082
	cantine	164.148	90.645

tab. 2: potenziali teorici di biogas e biometano esprimibili dalle matrici agroalimentari individuate attraverso l'indagine condotta (vedasi tab. 1), espressi per Comunità di Valle

7 Analisi dei risultati e considerazioni relative a possibili scenari di valorizzazione

Come indicato in precedenza, l'attenzione è stata riposta con priorità ai territori che ospitano le due ZVN - ossia Valsugana e lago della Serrai - per poi azzardare considerazioni più generali su altre zone, che - seppur prive di un'indagine dedicata al comparto zootecnico - risultano caratterizzate da specifiche problematiche presenti sul territorio (vedasi la pressione ambientale in zona Fiavè) o presentano particolari opportunità di valorizzazione legata ad un'interessante disponibilità di matrici.

Al momento della formulazione di ipotetici scenari impiantistici non si dispone ancora del tanto atteso decreto che regolerà i prossimi meccanismi incentivanti (il cosiddetto "FER2"). Si ritiene, tuttavia, che la taglia maggiormente indicata per il contesto trentino potrebbe essere quella dei 300 kW di potenza elettrica nel caso di cogenerazione, corrispondenti a circa 600.000 Nm³ di biometano prodotto dal reattore anaerobico. Per la produzione di metano si ritiene che la più piccola taglia impiantistica tecnologicamente affidabile e commercialmente diffusa a sufficienza sia pari ai 50 Nm³/h di biometano prodotto, che per circa 8.000 h/anno di funzionamento (ipotesi cautelativa) consiste nella disponibilità annua di circa 400.000 Nm³ di CH₄. Seppure la tecnologia dell'upgrading del biogas si stia rapidamente evolvendo e diffondendo, tale soluzione impiantistica presenta dei costi realizzativi ancora nettamente superiori rispetto al semplice assetto

³ Gli scarti prodotti sono ossa (che non sono di interesse) e grassi (che per i motivi sopra esposti non vengono inclusi nel potenziale quantificato)

cogenerativo. Pertanto si ritiene che per tale scelta impiantistica sia da suggerire la massima taglia ottenibile in un determinato territorio, al fine di favorire le economie di scala.

Sulla base delle considerazioni di cui sopra è possibile elaborare ipotesi di contesti territoriali ottimizzati.

Alcune assunzioni devono essere formulate in merito alle soluzioni di abbinamento di matrici di varia natura nella dieta degli impianti. Come indicato in precedenza, infatti, l'ipotesi di un'alimentazione in mix renderebbe necessaria l'esecuzione preventiva di una serie di test di digestione anaerobica per stabilire la migliore combinazione percentuale dei materiali disponibili, al fine di ottimizzare la resa ma, soprattutto, di evitare che il processo biologico possa andare in sofferenza. In assenza di tali test, pertanto, le proposte di abbinamento di matrici formulate nell'ambito delle presenti considerazioni si avvalgono di competenze dell'Unità Bioeconomia FEM, maturate attraverso la conoscenza di eventuali casi reali o - quando si è reso possibile - attraverso una specifica ricerca bibliografica in merito.

Gli impianti gestiti prevalentemente a reflui zootecnici possono contare su un certo potere tampone intrinseco di tale matrice, in grado di limitare gli eventuali effetti negativi che l'introduzione in mix di materiali organici di altra natura potrebbe comportare (tendenzialmente l'aumento dell'acidità nel reattore con conseguente inibizione dell'attività dei batteri anaerobici). Pertanto, eventuali diete basate su mix caratterizzati da basse percentuali di co-fermentanti rispetto ad una base a liquame/letame hanno minori probabilità di comportare problemi legati al processo.

Sulla base delle principali matrici di scarto agroindustriali individuate grazie all'indagine condotta nell'ambito del presente studio, sono state ricavate alcune prime informazioni che forniscono indicazioni sulla possibile abbinabilità dei co-fermentanti in un ipotetico contesto impiantistico:

- **Siero del latte:** gli scarti della lavorazione del latte sono caratterizzati da un'elevata domanda biologica e chimica di ossigeno (BOD e COD). I composti maggiormente responsabili del carico organico di queste biomasse sono carboidrati (principalmente lattosio), proteine, grassi (soprattutto trigliceridi) e nutrienti (Traversi et al., 2013). L'utilizzo di siero in digestione anaerobica può essere molto vantaggioso, ma le produzioni in termini di biogas e biometano dipendono dal contenuto di acqua, sostanza organica, alcalinità e tendenza all'acidificazione del substrato, ma anche dalla tipologia di refluo utilizzata in co-digestione (in riferimento alla capacità tampone del mezzo, dal ricircolo dell'effluente e dalla produzione specifica sia del substrato che dell'effluente utilizzato in co-digestione, che solitamente trattasi di refluo zootecnico (Escalante et al., 2018). Alcuni studi hanno mostrato come il BMP (Biomethane Potential) del siero si attesti nel range compreso tra 0,32 e 0,85 litri di CH₄/g di solidi volatili (Labatut et al., 2011, Dreschke et al., 2015). La principale problematica è dovuta alla produzione di elevate quantità di AGV (acidi grassi volatili) (acido acetico, butirrico, propionico, valerico, lattico, formico) ed etanolo durante la fermentazione del lattosio; tale accumulo determina un irreversibile decremento del pH con una proliferazione di batteri acetogeni a fronte di una inibizione dei metanogeni (Yang et al., 2003). Inoltre, anche la bassa alcalinità può determinare danni consistenti al processo biologico e per questo motivo la gestione del processo può diventare molto delicata e prevedere

quindi un controllo serrato dell'alcalinità del mezzo di reazione, o aumentando i tempi di ritenzione o addirittura diluendo il mix in ingresso, o aggiungendo prodotti/reattivi specifici (Bezerra et al., 2007).

Il lattosio è il carboidrato più rappresentativo e facilmente disponibile per i batteri anaerobici. Inoltre, anche il contenuto in proteine (caseina) è interessante ed in condizioni ottimali di processo la degradazione avviene molto velocemente (Perle et al., 1995). Kavacik et al. (2005) hanno mostrato come la codigestione in continuo di siero e letame, con HRT (tempo di ritenzione idraulica) di 5 giorni ed un contenuto di sostanza secca dell'8% può produrre 0,969 m³ di biogas per ogni m³ di carico organico. Nel corso degli anni sono state raccolte e documentate diverse esperienze di co-digestione di questo refluo con altre matrici. Traversi et al. (2017) riportano un'interessante lista delle diverse possibilità di miscelazione che ben rendono l'idea delle diverse possibilità di miscelazione che derivano da questo sottoprodotto.

In base a quanto suggerito da CRPA (che ha effettuato test di biometanazione anche in combinazione con reflui zootecnici), in linea generale circa il 10% in peso dell'alimentazione con siero non comporta problemi particolari e la tendenza di acidificazione può essere tamponata dal refluo. Tale criterio troverebbe applicazione nel contesto della Valsugana (vedasi paragrafo successivo), dove un grosso caseificio di Grigno ne produce un'ingente quantità.

- **Trebbie da attività brassicola:** la matrice è ritenuta poco idonea ad alimentare un impianto anaerobico, in quanto tende ad abbassare il pH, inoltre è povera di zuccheri a favore di una componente proteica, quindi un rapporto C/N non favorevole alla produzione di biogas. L'abbinabilità con altre matrici in un digestore a liquido, pertanto, pur dovendo essere verificata caso per caso al fine di individuare un'eventuale percentuale compatibile (e stabilirne i benefici in termini di produzione specifica), potrebbe risultare una buona soluzione per sfruttare questa tipologia di matrice. In tale modalità di sfruttamento, tuttavia, diversi studi hanno evidenziato come dei pretrattamenti a monte di fatto garantiscono una maggior degradabilità e una miglior gestione, soprattutto nella condizione di co-digestione con altre matrici, come ad esempio i reflui zootecnici. Per quanto riguarda la scarsa degradabilità della componente lignocellulosica, esistono esperienze (es: progetto THERCHEM) di pretrattamento per aumentare la produzione, ma ad oggi non risulta essere prassi diffusa. La composizione degli scarti della produzione della birra dipende sia dalle materie prime utilizzate nel processo produttivo sia dalle diverse condizioni operative di produzione. Sono costituiti principalmente da fibra lignocellulosica, ricca di proteine e fibre (16,8% - 25,4% di cellulosa, 21,8% - 28,4% di emicellulosa e 11,9% - 27,8% di lignina) e rappresentano pertanto una biomassa potenzialmente adatta al trattamento biologico in D.A. (Panjicko et al., 2015). Inoltre, questa tipologia di biomassa presenta spesso caratteristiche costanti nel tempo, dovute alla necessità di garantire proprietà organolettiche precise al prodotto (birra), aspetto molto vantaggioso per il trattamento in digestione anaerobica. Come tutte le matrici lignocellulosiche, specifici pretrattamenti consentono di raggiungere percentuali di degradabilità maggiori; i pretrattamenti possono essere di diversa natura, chimica, chimico-fisica e biologica e

valutati in relazione alla miscela che si intende allestire (Naran et al., 2016; Maciel-Silva et al., 2019).

- **Vinacce:** Le matrici umide generate dalle due filiere (vino e distillati) ben si presterebbero a soluzioni in mix con altri scarti generati da filiere agroalimentari. In realtà, la co-digestione sarebbe consigliata:
 - per far fronte alla concentrazione stagionale della produzione (circa 4 mesi) e, adottando opportuni metodi di stoccaggio, “spalmare” temporalmente i quantitativi al fine di ottenere una dieta più omogenea nel corso dell’anno. La scelta del sistema di stoccaggio/conservazione delle matrici stagionali deve essere effettuata caso per caso e fa parte della progettazione dell’impianto;
 - per ovviare a talune caratteristiche che rendono le vinacce meno adatte al processo anaerobico a umido, in primis la presenza di lignina (difficilmente digeribile) e la tendenza delle stesse a costituire una crosta sul pelo libero del materiale all’interno del digestore. Il mix con altre matrici ridurrebbe drasticamente tale effetto, sebbene esistano già alcune soluzioni tecnologiche di pretrattamento - quali la *cavitazione idrodinamica controllata*⁴- in grado di rendere il materiale omogeneo, più miscelabile e digeribile, aumentando la quantità di solido rispetto al liquido nel reattore e di conseguenza la sua resa in biogas e diminuendo i consumi dell’impianto. Nella stima dei potenziali teorici si è scelto di assumere, cautelativamente, dati di letteratura consolidati senza tenere conto delle possibilità offerte da un eventuale pretrattamento. L’Unità Bioeconomia sarà a breve coinvolta in un progetto di ricerca che, fra le varie attività, prevede l’esecuzione di test di pretrattamento a mezzo di cavitazione idrodinamica sia per testare gli effettivi benefici energetici sia l’incremento della capacità estrattiva di molecole dall’alto valore aggiunto contenute nelle vinacce (antiossidanti).

La co-digestione determina un comportamento del processo biologico all’interno del reattore anaerobico che non può essere predeterminato senza l’esecuzione di test anaerobici dedicati. La produzione non può essere ricavata dalla semplice somma algebrica delle rese per ciascuna matrice introdotta proporzionalmente ai quantitativi presenti nel mix, pertanto tale semplificazione viene adottata unicamente per considerazioni embrionali sulla disponibilità di un certo potenziale in una determinata zona.

L’uso della vinaccia tal quale in digestione anaerobica può causare vari problemi (produttivi, cinetici, idraulici), a causa della natura chimico-fisica del substrato; inoltre, il contenuto di lignina non consente la valorizzazione energetica della maggior parte della sostanza organica contenuta nella vinaccia. Per quanto riguarda la prima problematica, un dosaggio adeguato in mix (a probabile discapito del pieno sfruttamento dell’intero quantitativo disponibile) può scongiurare gran parte delle controindicazioni citate. CRPA ha condotto prove di digestione anaerobica su vinaccia pretrattata con il processo di cavitazione idrodinamica sopra menzionato, che consiste nella formazione e successivo violento e improvviso collasso di bolle nel liquido trattato, generando condizioni di alte temperature ed alte pressioni, che portano a

⁴ Progetto CaVin – Cavitazione vinacce per valorizzazione a fini energetici

trasformazioni chimico/fisiche (una sorta di disgregazione del materiale tal quale). Tale pretrattamento ha portato, in test condotti in mix con refluo zootecnico (Vinaccia + Liquame bovino in proporzione di 86/14 in % di solidi volatili), a risolvere i problemi di tipo chimico/fisico che generano i potenziali problemi gestionali dell'impianto (sedimentazione, accumulo e stratificazione del materiale all'interno dei reattori anaerobici), oltre che incrementare del 47% la resa di biogas rispetto al mix non pretrattato. In contesti di scala adeguata si ritiene pertanto che una sezione di pretrattamento sia giustificabile e conveniente, dati i vantaggi sopra menzionati.

- **Grassi e oli esausti:** la soluzione tecnologicamente più semplice per la valorizzazione energetica di tali matrici è rappresentata dalla combustione. Tuttavia, anche la digestione anaerobica presenta casi reali di alimentazione con oli e grassi esausti. In tal caso, tuttavia, alcune accortezze sono necessarie in fase di progettazione (oltre che i test di digestione anaerobica con gli effettivi mix che andrebbero a costituire la dieta). E' infatti suggerita la soluzione di co-fermentazione con altre matrici con un dosaggio molto oculato per evitare problemi impiantistici come la formazione di schiume o il fatto che i lipidi siano più lenti a degradare (seppur presentino un buon potere metanigeno) rispetto ad altri legami molecolari tipici di altre matrici. Esiste la possibilità di progettare impianti ad hoc dotati di un design particolare per la digestione anaerobica esclusiva di oli e grassi esausti, che a tal fine presentano una conformazione impiantistica specifica che si discosta dalla più classica tipologia a liquido e sconsiglia le problematiche sopra menzionate.
- **Pane e scarti della pasta:** l'Unità Bioeconomia di FEM ha condotto recentemente test di digestione anaerobica appositamente finalizzati a comprendere il potenziale ottenibile dall'addizione degli stessi in un impianto funzionante a reflui zootecnici. Le prove sono state eseguite attraverso reattori di laboratorio in abbinamento con digestato di un impianto zootecnico esistente.
- **Scarti di lavorazione delle patate:** la realtà produttiva che in zona Lavis lavora le patate per ottenerne snacks fritti confezionati si è dichiarata interessata a valorizzare i propri scarti. In mancanza di una caratterizzazione delle matrici generate, al fine di ipotizzare il potenziale biogas ottenibile dagli scarti del processo di frittura delle patate (distinto dagli oli e grassi esausti, che vengono separati dal resto) si è assunto approssimativamente che la resa degli scarti di lavorazione delle patate (vedasi appendice) possa risultare incrementata del 50%, per tenere conto del potere metanigeno dei complementi alimentari di cui potrebbero essere intrise o ricoperte.
- **Scarti di lavorazione della carne:** le condizioni che permettono l'avvio dei SOA in un digestore anaerobico possono essere piuttosto gravose in termini di complessità gestionale e costi realizzativi e di esercizio. Di conseguenza l'ipotesi di intraprendere la strada della valorizzazione energetica deve essere ponderata caso per caso. Le valutazioni effettuate nell'ambito del presente studio non tengono in considerazione la potenziale influenza di un pretrattamento quale la pastorizzazione sulla resa delle matrici ad essa sottoposte. Secondo test effettuati da CRPA, viene confermato come le matrici più grasse tendano a presentare una lunga fase di latenza che evidenzia una fase di idrolisi tipica di una matrice con elevato contenuto lipidico, che influisce sul tempo di ritenzione nel dimensionamento corretto di un impianto progettato per la co-

digestione. Di questo deve essere tenuto conto in fase di progettazione o studio di fattibilità. La pastorizzazione sembra avere conseguenze trascurabili osservando il comportamento medio delle varie matrici, che tuttavia presentano reazioni diversificate: alcune incrementano la resa metanigena in seguito al pretrattamento (materiali a maggior contenuto di solidi volatili), mentre altre non sembrano esserne influenzate (contenuto ruminale e sangue).

- **Scarti della panificazione:** questa tipologia di scarti contiene una percentuale variabile tra 50 – 60% di carboidrati, di cui circa il 5% sono composti di zuccheri semplici e disaccaridi; le proteine variano tra il 4 e il 10%, mentre i grassi tra l'1 e il 5%. La produzione specifica è molto alta: indicativamente tra 0,6 e 0,8 Nm³ di CH₄ per kg di solidi volatili. La produzione di biogas è molto veloce e l'HRT medio è di circa 16 gg (Kontrol et al., 2018). Molto interessante è la prospettiva di un loro utilizzo in co-digestione ed, analogamente a quanto considerato per le altre biomasse facilmente fermentescibili, ciò richiede un'oculata gestione del processo che tenga sotto controllo l'eventuale acidificazione del mezzo di reazione, potendo intervenire attraverso una modulazione dei tempi di ritenzione e del carico organico. Un altro aspetto da considerare è l'incremento nella produzione registrato in alcuni lavori.

7.1 Valsugana

I comuni della Valsugana (comprendendo tutta la sua estensione - oltre alla sola ZVN - nell'ottica di un'ottimizzazione delle risorse disponibili) presentano un potenziale teorico di biogas piuttosto consistente, dato dal contributo fornito dalle aziende zootecniche presenti in valle e da alcune realtà di trasformazione agroindustriale, che per la maggior parte non presentano problemi di stagionalità. Nella fattispecie, di seguito si riportano alcune indicazioni quali/quantitative:

- Le aziende zootecniche che hanno risposto al questionario (al netto di quelle che già conferiscono i propri reflui presso gli impianti esistenti) sono 30. Il potenziale biogas da esse ricavabile corrisponde a circa 1,5 mln di Nm³ annui, pari a circa 870.000 Nm³ di biometano.
- Il maggiore potenziale proveniente dall'agroindustria deriva dagli scarti di produzione di un'azienda con sede produttiva a Borgo Valsugana, specializzata nella produzione di alimenti "gluten-free". Il potenziale biogas da esse ricavabile corrisponde a più di 380.000 Nm³ annui, pari a circa 195.000 Nm³ di biometano.
- Un altro potenziale degno di nota è rappresentato dal siero generato da un Caseificio presso Grigno, che attualmente viene trasportato presso lo stabilimento CONCAST di Trento e trasformato in un semilavorato. Il potenziale biogas da essa ricavabile corrisponde a quasi 1,5 mln di Nm³ annui, pari a circa 740.000 Nm³ di biometano.
- Un potenziale di un certo spessore è rappresentato da scarti di processo della lavorazione della frutta, generati a Novaledo (dove già una parte di essi viene valorizzata presso un digestore anaerobico aziendale). Il potenziale biogas da essa ricavabile corrisponde a quasi 80.000 Nm³ annui, pari a circa 47.000 Nm³ di biometano.

- In ultimo, una grossa realtà di panificazione e produzione di dolci nella zona di Pergine potrebbe contribuire con i propri scarti, che corrispondono ad una produzione teorica di oltre 50.000 Nm³ annui di biogas, pari a circa 27.000 Nm³ di biometano.

Nella seguente rappresentazione grafica sono visionabili le località che generano gli scarti in Valsugana, secondo i risultati dell'indagine. In particolare, gli istogrammi verdastri rappresentano i reflui zootecnici, quelli dal colore blu scuro il siero del latte, mentre gli istogrammi non verdi posizionati su Borgo Valsugana rappresentano gli scarti dell'azienda che produce alimenti gluten-free.



Fig. 2: posizione dei principali potenziali teorici di biogas/biometano individuati in Valsugana (l'altezza degli istogrammi è proporzionale al potenziale espresso in Nm³ / anno)

Sulla base delle possibili combinazioni delle matrici individuate nel contesto territoriale in oggetto (e con le dovute approssimazioni parzialmente illustrate in precedenza), si ritiene di poter azzardare le seguenti considerazioni di possibile valorizzazione:

- La sola valorizzazione dei reflui zootecnici permetterebbe la realizzazione di un impianto dalla potenza nominale di circa 400 kW_{el}, oppure – con finalità di ottimizzazione logistica – di due impianti localizzati in maniera vantaggiosa: uno da 300 kW_{el} ed uno da 100. Nell'ipotesi di produzione di biometano, la scala impiantistica potrebbe avvicinarsi a 100 Nm³/h di CH₄.
- L'integrazione degli scarti di lavorazione dell'azienda "gluten-free" di Borgo Valsugana (SOA 3, scarti di pane, scarti di impasto crudo e pasta) permetterebbe di aumentare la taglia del secondo impianto ipotizzato nel punto precedente, raggiungendo una taglia di 200 kW_{el} se non leggermente superiore. La presenza di una notevole varietà di matrici rende obbligatoria una loro caratterizzazione per verificare l'assenza di problematiche in digestione anaerobica, oltre che l'eventuale obbligo di pretrattamento dei SOA (che da soli, sulla base di dati di letteratura del tutto generici, potrebbero contribuire anche per circa 10.000 Nm³ di

biometano all'anno). In questo scenario di sfruttamento la dimensione di un impianto di biometano potrebbe raggiungere i 130-140 Nm³/h.

- L'interessante quantitativo di siero del latte generato presso Grigno, come indicato in precedenza, può essere integrato prudenzialmente fino ad un 10% in peso nel digestore. L'indagine condotta in Valsugana ha individuato un quantitativo teorico di reflui pari a circa 51.000 ton/anno, mentre la quantità di siero generata annualmente è pari a circa 36.000 ton. Si ritiene plausibile, pertanto, un'aggiunta di circa 5 ton/anno di siero, pari a circa il 14% del quantitativo totale prodotto. In tale ipotesi, si potrebbe ottenere un incremento di ulteriori 100.000 Nm³ di biometano all'anno rispetto alla sola valorizzazione dei reflui zootecnici in valle, portando a prevedere che l'impianto più piccolo (dei due ipotizzati nel caso di sfruttamento dei soli reflui zootecnici) possa aumentare alla taglia di 150 kW_{el}. Anche in questo caso, nell'ipotesi di produzione di biometano, la scala impiantistica potrebbe comunque attestarsi attorno a 100 Nm³/h di CH₄, con un possibile lieve incremento dovuto al contributo del co-fermentante.⁵
- Gli scarti di panificazione/produzione di dolci generati in zona Pergine e di trasformazione della frutta presso Novaledo (assimilati, in assenza di una specifica caratterizzazione, a fanghi di trattamento degli effluenti e scarti inutilizzabili per il processo produttivo) che non vengono già sfruttati nel digestore interno all'azienda costituiscono quantitativi estremamente ridotti - in termini di peso del tal quale - rispetto al totale di reflui zootecnici disponibili. Si ritiene di poter introdurre questi co-fermentanti senza problemi di sorta, portando un incremento teorico di circa il 14% alla resa degli impianti zootecnici di cui sopra. Anche in questo caso, nell'ipotesi di produzione di biometano, la scala impiantistica potrebbe comunque attestarsi attorno a 100 Nm³/h di CH₄, con un possibile lieve incremento dovuto al contributo del co-fermentante.

Ipotesi ed assunzioni:

- Come precedentemente indicato, seppur in assenza del decreto FER 2, si ritiene comunque che la taglia maggiormente adeguata alle zone maggiormente promettenti del territorio trentino sia quella dei 300 kW_{el};
- Potrebbero esservi margini di incremento della produzione dei due impianti zootecnici esistenti in Valsugana, attraverso un'eventuale introduzione nella loro dieta dei co-fermentanti individuati. In tale sede non è possibile indagare questa soluzione, che necessita di un monitoraggio specifico degli impianti in oggetto, nonché della caratterizzazione degli eventuali mix;
- Con percentuali di abbinamenti non eccessivamente azzardate, si ritiene di poter assumere che la produzione complessiva sia la somma delle produzioni teoriche delle singole matrici costituenti il mix;

⁵ In certi casi, presso il sito dell'impianto di upgradig può essere ritenuto conveniente dedicare una derivazione del biogas prodotto all'alimentazione di un piccolo cogeneratore per coprire (almeno parzialmente) gli autoconsumi termici ed elettrici. Queste sono valutazioni da effettuare caso per caso e non è possibile individuare una regola generale.

- Prudenzialmente si ipotizza una sola matrice (oltre al refluo) aggiunta in mix, per non scostarsi troppo da possibili comportamenti reali che sono verificabili unicamente mediante test dedicati;
- Si ipotizza che tutte le aziende individuate siano interessate e disponibili ad essere coinvolte in eventuali iniziative;
- Essendo la distanza di percorrenza un elemento essenziale in sede di progettazione/studio di fattibilità, nelle presenti considerazioni non si pone un limite alle distanze da percorrere per il distretto indagato (ergo: potenzialmente tutta la Valsugana, senza considerazioni sulla sostenibilità economica ed ambientale delle percorrenze);
- Non si pone nessun limite alla % di co-fermentanti autorizzabili, ossia si ipotizza, per le soluzioni impiantistiche considerate, una collocazione in zona non agricola.

7.2 Serraia

Le aziende zootecniche selezionate che, nel territorio limitrofo al lago della Serraia, presentano una superficie ricadente per almeno il 5% in ZVN sono 5. Di esse, stante le informazioni reperite, la realtà di dimensioni maggiori (circa 200 UBA) sta già realizzando un proprio impianto di digestione anaerobica. Le restanti aziende offrono un potenziale di biogas pari a circa 140.000 Nm³ annui, corrispondenti a circa 80.000 Nm³ di biometano.

Dalle altre filiere la disponibilità di scarti locale è limitata ed offre un potenziale di biogas pari a circa 3.700 Nm³ annui, corrispondenti a circa 1.900 Nm³ di biometano, principalmente generati dall'attività di produzione di pane/dolci e pasta presso i comuni di Baselga di Piné e Bedollo (dove la produzione si concentra in estate).

Il contesto sopra descritto costituisce il tipico caso, a nostro avviso, di un'iniziativa impiantistica che purtroppo sorge in autonomia, laddove sussisterebbero invece le condizioni per ottimizzare tutte le biomasse di scarto presenti. Un ipotetico sfruttamento di tutti gli scarti individuati raggiungerebbe un potenziale teorico di quasi 250.000 Nm³ annui di biogas, pari a circa 136.000 Nm³ annui di biometano. Il contributo legato all'introduzione dei residui di panificazione e di lavorazione della pasta sarebbe limitato, ma – visti i quantitativi in gioco – verosimilmente non sussistono controindicazioni di tipo biologico all'abbinamento delle matrici.

L'unica ipotesi impiantistica che ha senso proporre per un contesto talmente circoscritto sarebbe quella ideale di un unico impianto di digestione anaerobica a liquido destinato a trattare tutte le risorse identificate; in questo caso, comunque, non si raggiungerebbe la taglia di 300 kW_{el}, ma - più realisticamente – una potenza nominale di poco superiore a 60 kW_{el}. Da escludere la soluzione di produrre biometano, visti i problemi di scala.

Qualora fosse ormai da escludere l'allevatore che ha già avviato un'iniziativa individuale in zona, un secondo impianto anaerobico da circa 40 kW_{el} sarebbe comunque ipotizzabile.

7.3 Fivè

La zona di Fivè presenta una certa criticità ambientale, dovuta principalmente alla pressione dell'attività zootecnica presente. È ritenuto opportuno, pertanto, che per la zona venga indagata

l'ipotesi di una soluzione impiantistica che permetta di intercettare i reflui a valle di una loro valorizzazione, per poi poterli opportunamente delocalizzare al fine di diminuire la pressione sui corsi d'acqua locali. L'Unità Bioeconomia di FEM è già coinvolta nelle fasi preliminari di questa iniziativa, che vede come portatori di interesse non solo la Provincia e gli allevatori locali, ma anche il Consorzio Elettrico Industriale di Stenico (CEIS) ed ovviamente la cittadinanza locale.

I primi passi da compiere dovranno essere la dettagliata quantificazione dei reflui generati dalle aziende zootecniche locali, attraverso la somministrazione di questionari alla stregua di quanto già effettuato per Valsugana e zona Pinè, anche per identificare le caratteristiche gestionali ed infrastrutturali delle singole aziende. Basandosi sui vecchi dati zootecnici utilizzati per le elaborazioni del PEAP 2021-2030 (compiendo, pertanto, una notevole approssimazione), il potenziale ottenibile dai reflui zootecnici dai comuni di Bleggio Superiore, Comano Terme e Fivè si attesterebbe sul valore di circa 1,1 mln di Nm³ annui di CH₄, al netto di quanto si ritiene già generato presso gli impianti a biogas esistenti in zona.

E' opportuno anche tenere in considerazione la disponibilità di eventuali co-fermentanti generati da altre filiere, che potrebbero contribuire alla produzione di un impianto. Dall'indagine effettuata nell'ambito del presente studio possono essere identificati i seguenti possibili contributi:

- Nel territorio comunale di Fivè risulta una produzione di olii e grassi derivanti dal processo di frittura nella realizzazione di dolci, oltre che scarti di prodotto non conforme causati da intoppi del processo produttivo. Per questi ultimi il biogas potenziale ricavabile è pari a circa 46.000 Nm³ annui, pari a circa 24.000 Nm³ annui di biometano, ossia circa il 4% del biogas generato in un impianto da 300 kW di potenza elettrica nominale. Più difficoltosa è la stima del potenziale ottenibile da olii e grassi, per i motivi menzionati in precedenza, per cui – prudenzialmente - non se ne è tenuto conto.
- Nel territorio comunale di Comano Terme risulta una contenuta disponibilità di scarti da attività di lavorazione delle patate ed una minima quantità di pane vecchio avanzato da panifici, per un potenziale contributo teorico di circa 6.400 Nm³ annui di biogas, pari a circa 3.300 Nm³ annui di biometano. In uno scenario impiantistico funzionante prevalentemente a reflui zootecnici, non si ritiene problematica l'introduzione di queste due matrici per contribuire alla produzione; entrambe sono attività caratterizzate da stagionalità: agli scarti di pane prodotti prevalentemente nel periodo estivo, potrebbero subentrare gli scarti di patate che generalmente risultano disponibili da settembre ad aprile.

Azzardando l'approssimazione di considerare il potenziale da zootecnia ricavato dai vecchi dati di cui sopra ed abbinando le potenziali matrici co-fermentanti appena descritte, si ritiene che sarebbe plausibile una soluzione impiantistica della taglia di circa 500 kWel⁶. Nel caso di produzione di biometano, la taglia teorica raggiungibile sarebbe 140 Nm³/h di CH₄.

⁶ Vista la criticità ambientale della zona, l'ipotesi di un unico impianto di taglia maggiore permetterebbe un migliore sfruttamento delle risorse disponibili, oltre che un più agevole ammortamento delle spese per la realizzazione di una sezione di post-trattamento, finalizzata all'eventuale delocalizzazione del digestato.

Non si ritiene di estendere ulteriormente la zona di potenziale disponibilità di co-fermentanti, in quanto risultano confinanti altri distretti maggiormente omogenei per uno sfruttamento più ottimale (es. Valle dei Laghi).

7.4 Altre zone

La seguente rappresentazione grafica mostra un quadro qualitativo su tutto il territorio provinciale della disponibilità di biogas potenziale ottenibile dagli scarti e rifiuti organici

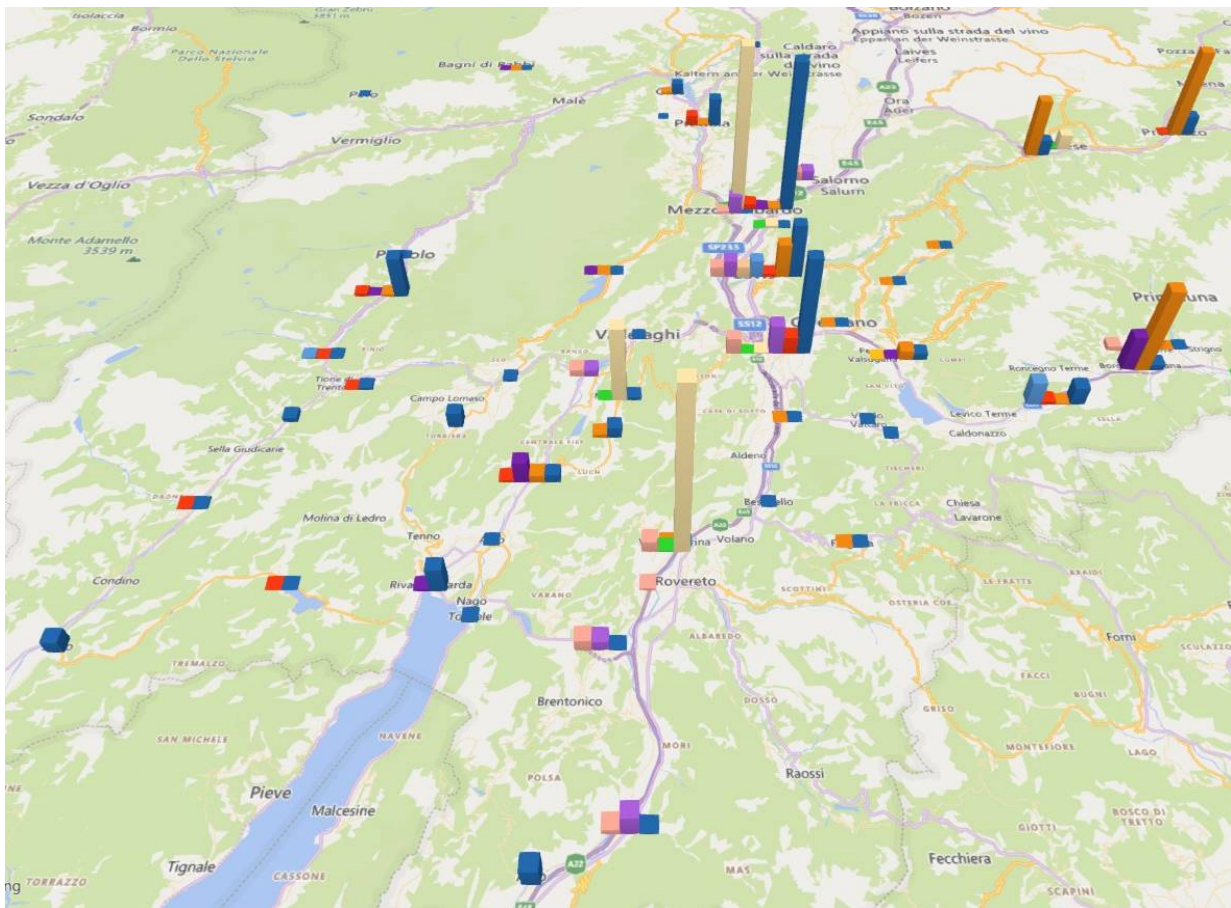


Fig. 3: posizione dei principali potenziali teorici di biogas/biometano individuati in Provincia (l'altezza degli istogrammi è proporzionale al potenziale espresso in Nm^3/anno)

Tralasciando le zone già esplorate, a cui sono stati dedicati i paragrafi precedenti, possono essere identificati alcuni “distretti” all’interno dei quali, al netto delle eventuali disponibilità di reflui zootecnici non ancora censiti nel dettaglio, risulta disponibile un certo quantitativo di matrici generate dall’agroindustria. La presenza di più istogrammi per singola località deriva dal fatto che l’indagine ha mantenuto distinte, per ogni realtà produttiva, le tipologie di scarto e/o rifiuto di cui sono stati comunicati i quantitativi; pertanto, il potenziale teorico è rappresentato dalla somma dei singoli contributi (in una località possono essere presenti più produttori) ed ogni istogramma non identifica per forza una sola tipologia di matrice.

Ad una prima analisi qualitativa, si potrebbero identificare alcuni “distretti” che sembrano offrire un potenziale non trascurabile:

- **Zona Rendena-Giudicarie:** nel tratto di circa 20 km tra Breguzzo e Pinzolo si possono identificare le seguenti matrici
 - scarti di lavorazione della carne;
 - scarti di lavorazione del pesce;
 - trebbie da attività brassicola.

Lo scenario ipotizzabile prevede – pur in assenza di un’indagine specifica sul comparto zootecnico della zona – una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino. Il potenziale teorico attribuibile agli apporti sopra elencati arriva a circa 170.000 Nm³ di biogas annui, corrispondenti a circa 110.000 Nm³ di biometano. Tuttavia, sono necessarie alcune precisazioni:

- il maggiore contributo potenziale teorico è offerto dagli scarti di carne e pesce; pertanto, deve essere considerata l’ipotesi di una sezione di pretrattamento per adempiere alla normativa cogente in campo SOA. Inoltre, la valorizzazione del grasso in un impianto anaerobico, come precisato in precedenza, necessita di valutazioni specifiche che comprendano caratterizzazione e - possibilmente - test di biometanazione per scongiurare problematiche all’impianto.
 - Il dosaggio delle trebbie deve essere oculato, possibilmente previa l’esecuzione di test in co-digestione.
- **Zona Valle dei Laghi:** nel tratto di circa 40 km tra Dro e Valledlaghi si possono identificare le seguenti matrici
 - scarti di produzione di pane e prodotti dolciari;
 - scarti di lavorazione della carne;
 - trebbie da attività brassicola;
 - scarti da attività vinicola e distillazione.

Lo scenario ipotizzabile prevede – pur in assenza di un’indagine specifica sul comparto zootecnico della zona – una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino. Il potenziale teorico attribuibile agli apporti sopra elencati arriva a superare 460.000 Nm³ di biogas annui, corrispondenti a più di 260.000 Nm³ di biometano.

Come sopra, sono necessarie alcune precisazioni:

- circa il 25% del contributo potenziale teorico è offerto dagli scarti di lavorazione della carne; pertanto, deve essere considerata l’ipotesi di una sezione di pretrattamento per adempiere alla normativa cogente in campo SOA. Inoltre, la valorizzazione del grasso in un impianto anaerobico, come precisato in precedenza, necessita di valutazioni specifiche che comprendano caratterizzazione e - possibilmente - test di biometanazione per scongiurare problematiche all’impianto.
- Circa il 60% del potenziale teorico è costituito da scarti di vinificazione e distillazione. La stagionalità in questo territorio, pertanto, rappresenta una caratteristica condizionante per le future scelte strategiche. A seconda del mix previsto e della disponibilità infrastrutturale delle aziende per lo stoccaggio delle matrici, sono necessarie valutazioni specifiche sulla piena sfruttabilità delle risorse considerate.

- **Zona Val Lagarina:** nel tratto di circa 25 km tra Avio e Rovereto si possono identificare le seguenti matrici
 - scarti di produzione di tortellini e ricette varie;
 - scarti di lavorazione della carne;
 - trebbie da attività brassicola;
 - scarti da attività vinicola e distillazione.

Lo scenario ipotizzabile prevede – pur in assenza di un’indagine specifica sul comparto zootecnico della zona – una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino. Il potenziale teorico attribuibile agli apporti sopra elencati arriva a superare 800.000 Nm³ di biogas annui, corrispondenti a più di 440.000 Nm³ di biometano.

Il principale aspetto da considerare è il fatto che circa il 90% del potenziale sia rappresentato da scarti di vinificazione e distillazione. La stagionalità in questo territorio, pertanto, rappresenta una caratteristica condizionante per le future scelte strategiche. A seconda del mix previsto e della disponibilità infrastrutturale delle aziende per lo stoccaggio delle matrici, sono necessarie valutazioni specifiche sulla piena sfruttabilità delle risorse considerate.

- **Zona Val di Fiemme:** presso Castello di Fiemme e Predazzo sono presenti due stabilimenti di produzione della pasta, oltre che una piccola realtà di lavorazione della carne ed una distilleria a Cavalese.

Lo scenario ipotizzabile prevede di avviare in co-digestione presso l’impianto zootecnico già esistente gli scarti del pastificio. Il potenziale teorico attribuibile agli apporti sopra elencati (comprensivi, pertanto, di tutti gli scarti individuati) arriva a superare 600.000 Nm³ di biogas annui, corrispondenti a più di 250.000 Nm³ di biometano.

I valori di resa metanigena sono stati ricavati da test di laboratorio appositamente condotti da FEM, che è coinvolta nell’iniziativa locale che mira principalmente ad estendere agli scarti del pastificio il mix di alimentazione del digestore zootecnico esistente. Ovviamente sono necessari ulteriori approfondimenti per definire nel dettaglio le dosi e conseguentemente l’aumento di resa previsto⁷.

- **Zona Val d’Adige - Rotaliana:** nel tratto di circa 27 km tra Trento e Roverè della Luna (comprensivo della Piana Rotaliana) si possono identificare quasi tutte le tipologie di matrici di scarto emerse nel presente studio, in quanto sono presenti realtà produttive di tutte le filiere agroalimentari

Lo scenario ipotizzabile prevede – pur in assenza di un’indagine specifica sul comparto zootecnico della zona – una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino, che è comunque presente. Il potenziale teorico attribuibile agli apporti sopra elencati supera 1 mln di Nm³ di biogas annui, corrispondenti a più di 600.000 Nm³ di biometano. Come sopra, sono necessarie alcune precisazioni:

⁷ Gli stessi fattori di resa potranno subire delle lievi modifiche, in quanto l’elaborazione delle prove effettuate è in corso di affinamento nei giorni in cui viene redatta la presente relazione

- Si ritiene che il fondovalle più produttivo della Provincia potrebbe accogliere una dimensione impiantistica maggiore rispetto alla taglia “ideale” ipotizzata per gli altri distretti.
- Il potenziale teorico è molto alto (anche considerando l’assenza del possibile contributo zootecnico), tuttavia una buona parte di esso corrisponde a produzioni caratterizzate da forte stagionalità, quali gli scarti di cantine/distillerie e di lavorazione della frutta. La proposta di scenari dettagliati sarebbe un azzardo fine a se stesso, in quanto è indispensabile almeno uno studio di pre-fattibilità dedicato.
- Per le potenziali problematiche gestionali in impianto (da valutare caso per caso), non è stato tenuto in considerazione il potenziale teorico fornibile da grassi e olii esausti di frittura, comunque presenti.
- Circa il 60% del potenziale teorico è costituito da scarti di vinificazione e distillazione. La stagionalità in questo territorio, pertanto, rappresenta una caratteristica condizionante per le future scelte strategiche. A seconda del mix previsto e della disponibilità infrastrutturale delle aziende per lo stoccaggio delle matrici, sono necessarie valutazioni specifiche sulla piena sfruttabilità delle risorse considerate.
- Presso Lavis è presente un’azienda di tostatura del caffè, che produce il tipico scarto chiamato “pellicola argentea” (coffeesilverskin). Il quantitativo (circa 16.800 lt) è generato principalmente in estate ed in inverno; pertanto, la produzione è contraddistinta da una certa stagionalità: è da verificare la possibilità di stoccaggio – senza un’eccessiva degradazione del materiale - per spalmare la disponibilità lungo tutto l’anno. Il dato quantitativo non è preciso per via dell’alta variabilità settimanale (il caffè viene tostato a seconda della richiesta e degli ordini). L’attuale destinazione è la raccolta differenziata (rifiuto assimilato a umido urbano). Da una rapida ricerca bibliografica risultano esistere esperienze di valorizzazione di questo materiale, ma più che altro orientate all’estrazione di sostanze e molecole di valore aggiunto. Non sembrano esistere particolari casi di best practice di valorizzazione energetica di tale materiale, che comunque si presenta piuttosto secco e pertanto difficilmente valorizzabile in digestione anaerobica.
- **Zona Val di Non:** nel tratto di circa 40 km tra Rabbi e Predaia (direzione sud) o Borgo d’Anania (direzione nord-est) si possono identificare le seguenti matrici
 - scarti di produzione di bevande della frutta;
 - trebbie da attività brassicola;
 - scarti da produzione di pane e dolci.

Lo scenario ipotizzabile prevede – pur in assenza di un’indagine specifica sul comparto zootecnico della zona al netto dei contesti impiantistici già esistenti o programmati – una soluzione valorizzativa in co-digestione con refluo bovino. Il potenziale teorico attribuibile agli apporti sopra elencati arriva a superare 170.000 Nm³ di biogas annui, corrispondenti a circa 97.000 Nm³ di biometano.

La stagionalità in questo territorio riguarda una contenuta parte del potenziale teorico di cui sopra, pertanto non è ritenuta un aspetto particolarmente condizionante. Esiste, invece, un

certo potenziale ottenibile da olii e grassi di frittura, di cui non è stato tenuto conto per le ragioni sopra menzionate.

Si ritiene opportuno, ovviamente, che - laddove siano già stati pianificati e/o in fase di progettazione nuove iniziative impiantistiche - venga tenuto in considerazione il potenziale offerto dalle matrici non zootecniche individuate in zona.

8 Contributo alla decarbonizzazione

Per le tre zone indagate con maggior dettaglio, la stima del contributo alla decarbonizzazione procurato dalle ipotesi di scenario si basa sui seguenti assunti:

- La stima è espressa in ton CO₂ evitate relativamente a:
 - Produzione di energia elettrica e termica in assetto cogenerativo da biogas rispetto ai medesimi quantitativi energetici ottenuti attraverso un mix energetico di riferimento, considerando l'approccio LCA del Patto dei Sindaci.
 - Utilizzo di biometano per il trasporto rispetto all'utilizzo di carburanti tradizionali (fattore di emissioni medio di diesel, benzina, GPL, GNC) per le medesime percorrenze, ipotizzando un veicolo di taglia media.
- Per tutti gli scenari si assume un completo sfruttamento del cascame termico
- Per l'utilizzo del biometano nei trasporti si assume che tutta la relativa percorrenza ottenibile sia esercitata unicamente sul territorio Provinciale.

I singoli valori utilizzati per i calcoli sono esplicitati in appendice.

Si ritiene che una completa stima del contributo alla decarbonizzazione su scala provinciale potrà essere azzardata, con un livello di affidabilità superiore a quanto elaborato per le considerazioni inserite nel PEAP 2021-2030, quando saranno disponibili i dati aggiornati riguardo al contributo del settore zootecnico, analogamente a quanto svolto per le due ZVN nell'ambito del presente studio.

	Nm ³ CH ₄ trattato da impianti a biogas o prodotto in upgrading*	CO _{2eq.} evitate nel caso di cogenerazione (ton/anno)	CO _{2eq.} evitate nel caso di upgrading (ton/anno)
Zona Valsugana	800.000 (solo reflui zootecnici ZVN>5%)	300	2.000
	1.000.000 (reflui + scarti azienda "gluten free")	370	2.400
	1.000.000 (reflui + siero o lavorazione frutta) ⁸	370	2.400
Zona Serraia	120.000 (massimo sfruttamento)	44	-

⁸ Si assume di poter arrotondare le previsioni, ipotizzando la stessa taglia per le soluzioni che sfruttano il siero e gli scarti di lavorazione della frutta.

	80.000 (al netto di impianto già pianificato)	30	-
Zona Fiaavè⁹	1.000.000	370	2.400

tab. 3: stima del contributo alla decarbonizzazione per le tre principali zone indagate

* secondo le assunzioni riportate al cap. 7 e trascurando le inefficienze del processo di purificazione.

9 ZVN e delocalizzazione del digestato: approfondimenti

Il digestato che residua dai processi anaerobici a carico di effluenti zootecnici può essere considerato un fertilizzante in virtù dell'elevato tenore di sostanza organica ed elementi nutritivi. In uscita dalla digestione il materiale è in forma liquida (s.s. attorno a 5%) ma spesso viene sottoposto a trattamento di separazione solido/liquido con la produzione di due frazioni, l'una solida con un tenore di s.s. attorno a 25% e l'altra liquida (o "chiarificata") con un contenuto di s.s. attorno a 5%. I nutrienti si concentrano nella frazione liquida, infatti nel solido residua non più del 15% dell'azoto totale.

Le aziende zootecniche ricadenti in ZVN possono trovarsi nella necessità di delocalizzare parte degli effluenti verso altri comparti agronomici al fine di limitare gli apporti azotati sulle superfici coltivate aziendali. Nei casi in cui tali aziende sottopongono gli effluenti a digestione anaerobica, è il digestato a dover essere delocalizzato, ma ben difficilmente in forma di tal quale si presta allo scopo a causa di problemi logistici di stoccaggio, trasporto e spandimento, ed idem dicasi per la eventuale frazione chiarificata, mentre la delocalizzazione della sola frazione solida non garantisce l'allontanamento di quantità rilevanti di azoto.

Diventa pertanto necessario individuare delle soluzioni idonee per il trattamento del digestato per trasformarlo in prodotti appetibili da settori come la frutticoltura e l'orticoltura. Come precedentemente riportato, l'Unità Bioeconomia FEM è già coinvolta in alcune iniziative provinciali corrispondenti a contesti territoriali che presentano la necessità della delocalizzazione dei reflui per diminuire la pressione ambientale sui corsi d'acqua locali. Nell'ambito di tali lavori sono stati effettuati degli approfondimenti tecnico-economici in relazione alle soluzioni impiantistiche attualmente disponibili ed affidabili per venire incontro a tali esigenze.

Ad oggi le tecniche disponibili non sono svariate e possono presentare delle criticità sia di ordine tecnico che economico; di seguito si descrivono in sintesi alcune soluzioni che potrebbero trovare applicazione nella realtà trentina e che in certi casi hanno già affrontato una fase di sperimentazione (con il coinvolgimento di FEM) sugli effettivi reflui locali in scala pilota.

⁹ Stime ricavate con dati zootecnici non aggiornati.

9.1 Trattamento aerobico

Utile per il trattamento del digestato tal quale o delle frazioni solida e liquida dopo separazione. La tecnica consta di corsie in muratura di larghezza e lunghezza variabili, che vengono riempite con materiale assorbente, solitamente paglia, sul quale viene poi sversato il digestato liquido (rapporto medio digestato/materiale assorbente 70 kg/t) mediante un carro ponte attrezzato allo scopo (quantità aspersa circa 19 l/giorno * mc). Lo stesso è munito di una coclea che movimentata e arieggia il materiale, supportando un processo biologico aerobico. La frazione assorbente può essere surrogata in parte anche con frazione solida separata e con matrici lignocellulosiche di scarto (es. cippato di scarsa qualità), non sempre facilmente reperibili e previa verifica della congruità normativa. Il ciclo produttivo è discontinuo (batch), ha una durata di circa 4 mesi trascorsi i quali le corsie vengono svuotate dal materiale giunto a fine maturazione. Il calo ponderale tra input ed output è notevole (circa 90%), così come quello di azoto, con emissioni di N molecolare secondo quanto appurato in diverse prove sperimentali condotte dall'Università di Udine. Le corsie vengono ospitate sotto tettoie non tamponate perimetralmente, visti l'assenza di emissioni odorogene importanti. Il prodotto ottenuto è un ammendante, molto simile ad un compost, che può essere utilizzato per la fertilizzazione agronomica in ambiti di filiera corta, al fine di limitare i costi di trasporto. Il costo orientativo di un impianto in grado di supportare un digestore anaerobico di media taglia si aggira sul milione di euro.



Fig. 4: esempio di trattamento aerobico del digestato

9.2 Pellettizzazione

Questo trattamento si articola in diverse sezioni tecnologiche nelle quali la frazione chiarificata del digestato viene fatta passare dapprima in un separatore elicoidale, poi in un vaglio vibrante e successivamente sottoposta ad osmosi inversa su membrane con la produzione di un concentrato e di un permeato (acqua scaricabile in acque superficiali). Il concentrato viene evaporato sottovuoto ed infine essiccato e pellettato. Il trattamento è piuttosto complesso, comporta degli investimenti importanti (qualche milione di euro) e costi di gestione elevati. L'accoppiamento ad un digestore anaerobico consente di ridurre tali costi impiegando parte dell'energia termica prodotta da quest'ultimo, tuttavia, la sostenibilità si raggiunge solamente commercializzando il pellet a valori di mercato analoghi a quelli dei fertilizzanti pellettati, che dopo la



Fig. 5: macchina pellettatrice

crisi energetica attuale hanno in certi casi anche raddoppiato il loro prezzo. Verifiche puntuali vanno previamente effettuate sul digestato per verificarne il tenore di azoto totale, al fine di ipotizzare con relativa precisione il tenore di azoto nel pellet finale: solo prodotti con azoto totale superiore a 4-5 % potranno garantire riscontri economici adeguati. Il vantaggio di questa soluzione è l'ottenimento di un prodotto stoccabile anche per lunghi periodi e trasportabile anche a distanze superiori a quelle possibili con prodotti sfusi palabili.

9.3 Strippaggio dell'ammoniaca

Questa tecnica è nota ed impiegata da tempo per il trattamento dei liquami zootecnici ma recentemente viene proposta anche per il trattamento del digestato. Il processo viene condotto in colonne verticali riempite con corpi di riempimento dove il digestato chiarificato viene introdotto dall'alto mentre dal basso viene insufflata aria in controcorrente. L'ammoniaca strippata viene recuperata per assorbimento in una seconda colonna con soluzione acida controcorrente, usualmente si impiega acido solforico, ed in tal modo si genera una soluzione ammoniacale liquida (solfato ammonico), che può essere utilizzata come fertilizzante. La quantità di azoto totale rimosso dal digestato può arrivare anche al 60% e oltre. Tra le soluzioni descritte è certamente la più economica, ma occorre capire le reali possibilità di impiego del fertilizzante ottenuto ed anche le modalità di stoccaggio, trasporto e distribuzione. Ad oggi non pare percorribile la via della cristallizzazione del solfato ammonico per ottenere un concime granulare, a causa dei costi elevati.



Fig. 6: colonna di strippaggio

10 Aggiornamento dati PEAP 2021-2030

Lo studio effettuato per l'elaborazione del PEAP 2021-2030 riportava la rappresentazione schematica delle disponibilità potenziali teoriche di biometano per ciascuna Comunità di Valle, seppur affette dalle incertezze ed approssimazioni causate da una disponibilità di dati solamente parziale. L'indagine condotta nell'ambito del presente studio permette di aggiornare tale tabella per quanto riguarda le informazioni legate al settore agroindustriale e le filiere vino e distillati, con la consapevolezza della necessità di un aggiornamento delle informazioni provenienti dal settore zootecnico e della depurazione delle acque. Di seguito si riporta, pertanto, il parziale aggiornamento della suddetta tabella riepilogativa, per quanto riguarda il biometano potenziale teorico esprimibile da ciascuna Comunità di Valle. In coerenza con le assunzioni indicate nei capitoli precedenti, si ribadisce come i valori riportati rappresentino una sovrastima rispetto a scenari realistici, per i quali gli svariati fattori limitanti che entrerebbero in gioco in fase di pianificazione e progettazione (effettiva adesione di tutti i produttori identificati, problemi legati alla stagionalità di talune matrici, vincoli sull'abbinabilità in mix, ecc.) ridurrebbero anche notevolmente i valori rappresentati.

Comunità di Valle	Produzione teorica potenziale di CH ₄ (Nm ³ /anno)				
	reflui zootecnici	Fanghi da depurazione acque	Rifiuti e scarti agroalimentari non stagionali	Rifiuti e scarti agroalimentari stagionali	Scarti cantine e distillerie (stagionali)
Comun General de Fascia	436.000	9.000	-	-	-
Alta Valsugana Bersntol	2.220.000	14.450	29.500	3.700	-
Comunità Alto Garda e Ledro	611.000	19.880	71.900	55.500	8.800
Comunità del Primiero	477.000	3.630	-	680	-
Comunità della Paganella	85.000	2.940	2.800	-	-
Comunità della Vallagarina	3.020.000 (c.a 50% bovini + 50% avicoli)	33.460 (da decurtare del potenziale già valorizzato dall'impianto di Rovereto)	41.200	80	420.000
Valle dei Laghi	460.500	3.510	28.850	800	160.000
Comunità Valle di Cembra	97.600	1.710	-	-	-
Comunità Valle di Sole	988.600*	7.290	220	320	-
Comunità delle Giudicarie	2.945.000*	13.090	126.400	34.100	-
Comunità Rotaliana-Königsberg	369.000	10.650	488.000	16.000	394.000
Comunità territoriale della Val di Fiemme	1.144.000*	9.600	229.600	-	25.500
Val di Non	1.550.000*	12.530	91.300	2.900	-
Comunità Valsugana e Tesino	2.713.800* (di cui oltre 2 mln da avicoli)	7.040	1.020.000	1.530	2.300

Comunità di Valle	Produzione teorica potenziale di CH ₄ (Nm ³ /anno)				
	reflui zootecnici	Fanghi da depurazione acque	Rifiuti e scarti agroalimentari non stagionali	Rifiuti e scarti agroalimentari stagionali	Scarti cantine e distillerie (stagionali)
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	217.000	2.150	1.300	-	-
Territorio Val d'Adige	145.600	38.120	67.200	142.600	4.100

tab. 4: aggiornamento parziale dati teorici PEAP 2021-2030

* valori decurtati della produzione potenziale di CH₄ di impianti esistenti

11 Considerazioni finali

L'indagine effettuata ha permesso di ottenere un quadro piuttosto particolareggiato, mai prima d'ora disponibile, degli scarti generati dal settore agroindustriale provinciale. Il filtro applicato all'atto della selezione delle aziende da intervistare, al netto delle realtà che non si sono rese disponibili o sono risultate irreperibili, ha intercettato un numero di produttori piuttosto rappresentativo dello stato dell'arte in relazione alle finalità dello studio. Quanto eseguito in maniera sufficientemente completa per le due aree "pilota", contenenti le ZVN, di Valsugana e Serrai, ha permesso di effettuare considerazioni e valutazioni di scenario maggiormente realistiche rispetto alle considerazioni teoriche dei precedenti studi. Nell'ipotesi di replicare lo stesso metodo, in futuro, anche per altre zone del territorio provinciale, la prospettiva di ottenere una rappresentazione sufficientemente completa ed affidabile per tutta la Provincia di Trento appare piuttosto realistica.

Si ritiene che un livello di dettaglio ulteriore sarebbe ottenibile unicamente con un approccio alla stregua di uno studio di fattibilità, pertanto individuando ed approfondendo singole zone circoscritte, introducendo anche parametri quali le distanze di percorrenza rispetto ad un sito individuato per la realizzazione dell'impianto, verificando la possibilità ed il metodo per ovviare ai problemi di stagionalità, nonché sperimentando in scala di laboratorio l'effettivo comportamento dei mix di matrici in un'eventuale ipotesi di codigestione.

12 Bibliografia

I riferimenti bibliografici relativi ai fattori di conversione utilizzati per il calcolo del potenziale teorico di biogas/biometano esprimibile dalle matrici indagate sono riportati nell'appendice allegata alla presente relazione.