



BIOMETANO

Potenzialità nella Città
metropolitana di Milano
e ruolo di Gruppo CAP



Città
metropolitana
di Milano

GRUPPO **CAP**

INDICE

Prefazione	8	4. Disponibilità e potenzialità delle biomasse residuali nella Città metropolitana di Milano	36
Executive Summary	10	4.1 Effluenti zootecnici	37
Introduzione	12	4.2 Residui agricoli e sottoprodotti agro-industriali	40
1. Il biometano: definizione e caratteristiche	16	4.2.1 Paglie	40
1.1 Le biomasse residuali	20	4.2.2 Lolla di riso e vinaccia	41
1.2 FORSU	21	4.2.3 Scarti di macellazione	41
2. Il biometano nella legislazione italiana	22	4.2.4 Altri scarti dell'industria agroalimentare	43
2.1 L'uso del biometano nei trasporti	27	4.3 Riepilogo delle disponibilità e della producibilità delle biomasse residuali nella Città metropolitana di Milano	43
3. Il biometano nella Città metropolitana di Milano	30	5. Disponibilità e potenzialità della Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU)	45
3.1 Il biometano nel Servizio Idrico Integrato	34	5.1 Produzione di rifiuti urbani e differenziati	46
3.2 Il biometano e le emissioni climalteranti	35	5.1.1 Europa	46
		5.1.2 Italia	47
		5.1.3 Regione Lombardia e Città metropolitana di Milano	50

5.2	La gestione dei rifiuti urbani	52	8. Il potenziale del biometano	84	Elenco Figure		
5.2.1	Europa	52	8.1	Frazione umida da FORSU	86	Figura 1. Stima GSE della quantità massima annua ritirabile per l'anno 2019.	27
5.2.2	Situazione impiantistica in Italia	55	8.2	Scarti agricoli	89	Figura 2. Estratto dal tool per la producibilità del biogas e del biometano – Risultati per gli effluenti zootecnici.	39
5.2.3	Capacità impiantistica della Regione Lombardia e della Città metropolitana di Milano	56	8.3	Stima parametrica costi di investimento	90	Figura 3. Potenziale dei residui agricoli per la provincia di Milano. (Fonte: A.I.D.A.)	40
5.3	Potenzialità della FORSU – scenario attuale	59	9. Potenzialità del biometano prodotto come carburante	92	Figura 4. Distribuzione regionale della produzione elettrica degli impianti alimentati da biogas nel 2017. (Fonte: GSE)	70	
5.4	Potenzialità della FORSU – scenario futuro 1	61	9.1	Upgrading del biogas	94	Figura 5. Distribuzione regionale dei consumi diretti di biogas e biometano nel 2017. (Fonte: GSE)	71
5.5	Potenzialità della FORSU – scenario futuro 2	62	9.2	Frazione umida da FORSU	95	Figura 6. Ubicazione territoriale dei sette impianti di Gruppo CAP del oggetto presente studio.	74
5.6	Confronto tra gli scenari	63	9.3	Scarti agricoli	95	Figura 7. Consumi medi auto a metano.	94
6. Stato dell'arte	64		9.4	Riepilogo dei risultati	95		
6.1	Biogas e biometano in Europa	65	9.5	Politiche di mobilità in Città Metropolitana di Milano – autovetture a metano.	96		
6.2	Biogas e biometano in Italia	66	9.6	Il biometano una opportunità non solo per la mobilità	103	Elenco Grafici	
7. Disponibilità degli impianti di Gruppo CAP	72					Grafico 1. Quota dei consumi finali lordi di energia coperta da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)	13
7.1	Impianto di Pero	75	Appendice 1	104	Grafico 2. Quota dei consumi finali lordi di energia nei trasporti coperta da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)	13	
7.2	Impianto di Bresso	77	Appendice 2	108	Grafico 3. Quota dei consumi finali lordi di energia nel settore elettrico da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)	14	
7.3	Impianto di Robecco sul Naviglio	78	Bibliografia	114	Grafico 4. Quota dei consumi finali lordi di energia nel settore termico coperta da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)	14	
7.4	Impianto di Sesto San Giovanni	79	Sitografia	115	Grafico 5. Riepilogo della disponibilità e della producibilità delle biomasse residuali nella Città metropolitana di Milano.	43	
7.5	Impianto di Peschiera Borromeo	80			Grafico 6. Andamento produzione rifiuti urbani in Italia per macroarea geografica – Anni 2013 – 2017. (Fonte: ISPRA)	47	
7.6	Impianto di Cassano D'Adda	81			Grafico 7. Andamento produzione pro capite rifiuti urbani in Italia per macroarea geografica – Anni 2013 – 2017. (Fonte: ISPRA)	48	
7.7	Impianto di Truccazzano	82			Grafico 8. Andamento della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani – Anni 2013 –2017. (Fonte: ISPRA)	49	
7.8	Riepilogo impianti	83			Grafico 9. Andamento della raccolta differenziata della frazione organica in Italia – anni 2010 – 2017. (Fonte: ISPRA)	50	
					Grafico 10. Percentuale di raccolta differenziata (% RD) nelle province della Lombardia e confronto con la media regionale.	51	
					Grafico 11. Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani negli Stati dell'UE – Anno 2016. (Fonte: ISPRA)	52	
					Grafico 12. Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani nell'UE – Anni 2015-2016. (Fonte: ISPRA)	53	
					Grafico 13. Trattamento della frazione organica da raccolta differenziata per tipologia di gestione – Anni 2015 – 2017. (Fonte: ISPRA)	56	
					Grafico 14. Confronto tra scenario attuale e scenario futuro 1 per la produzione della frazione umida.	61	
					Grafico 15. Confronto tra scenario attuale e futuro 2 per la produzione della frazione umida.	62	
					Grafico 16. Evoluzione impianti biogas in Europa – Anni 2009 – 2016. (Fonte: EBA)	65	
					Grafico 17. Evoluzione nella produzione di biometano in Europa [GWh] – Anni 2011 – 2016. (Fonte: EBA)	66	
					Grafico 18. Suddivisione degli impianti a biogas per numero, per potenza installata e per produzione.	67	
					Grafico 19. Contributo degli impianti di Gruppo CAP nel trattamento della FORSU secondo lo scenario futuro 2.	88	
					Grafico 20. Risultati dello studio per i due substrati e le quattro miscele in co-digestione.	89	

Elenco Tabelle

Tabella 1. Tabella riassuntiva incentivi e principali ricavi (Fonte: GSE)	25	Tabella 15. Impieghi di biogas e biometano nel settore termico.	70
Tabella 2. Mezzi a metano per tipologia – Anno 2017 (Fonte: ACI)	29	Tabella 16. Situazione esistente presso i sette impianti di Gruppo CAP.	83
Tabella 3. Consistenza capi bovini e bufalini nella provincia di Milano. (Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica)	38	Tabella 17. Capacità residua in Abitanti Equivalenti (A.E.) per i sette impianti di Gruppo CAP.	83
Tabella 4. Consistenza capi suini nella provincia di Milano. (Fonte: Anagrafe Nazionale Zootecnica)	38	Tabella 18. Riepilogo dei volumi disponibili presso gli impianti CAP.	85
Tabella 5. Parametri per il calcolo del potenziale di produzione di biometano da scarti di macellazione	42	Tabella 19. Estratto dal documento ENEA per il calcolo delle % TSV/TSS e %TSS/T tal quale.	86
Tabella 6. Produzione rifiuti urbani [kt] – Anni 2014–2016. (Fonte: ISPRA)	45	Tabella 20. Stima delle tonnellate/anno di frazione umida alimentabili in ciascun impianto di Gruppo CAP.	87
Tabella 7. Produzione pro capite dei rifiuti urbani [kg/abitante per anno] – Anni 2014 –2016. (Fonte: ISPRA)	46	Tabella 21. Substrati e diverse miscele considerate nello studio.	88
Tabella 8. Quantità di rifiuti urbani (RU) e di rifiuto differenziato (RD) raccolte nelle province lombarde nel 2017. (Fonte: ISPRA)	50	Tabella 22. Stima del biometano producibile presso l'impianto di Peschiera Borromeo.	90
Tabella 9. Valori pro capite relativi a produzione e gestione RU, ripartizione percentuale gestione RU nell'UE – Anno 2016. (Fonte: ISPRA)	54	Tabella 23. Riepilogo biometano complessivo producibile presso i sette impianti di Gruppo CAP.	91
Tabella 10. Dati sulla produzione dei rifiuti e sulla capacità di trattamento – Regione Lombardia e Città metropolitana di Milano – Dati 2017	58	Tabella 24. Riepilogo dei risultati dello studio.	93
Tabella 11. Confronto tra scenario attuale e scenari futuri per la produzione della frazione umida e necessità impiantistiche.	63	Tabella 25. Stima del biometano producibile presso l'impianto di Bresso a partire dagli scarti agricoli.	95
Tabella 12. Impianti a bioenergie in Italia (Fonte: GSE)	67	Tabella 26. Determinazione dei pesi di ciascun effluente.	105
Tabella 13. Impianti a bioenergie in Italia – dettaglio per Regioni.	68	Tabella 27. Rese specifiche in biogas delle diverse tipologie di effluenti.	106
Tabella 14. Dettaglio per Regioni e per tipologia di fonte della produzione da bioenergie.	69	Tabella 28. Stima del biometano producibile presso l'impianto di Robecco a partire dalle diverse matrici.	106

GLOSSARIO

Sigle e abbreviazioni

CIB: Consorzio Italiano Biogas

CIC: Certificati di immissione in consumo

CO₂: Anidride carbonica

CH₄: Metano

D.Lgs.: Decreto legislativo

EBA: European Biogas Association

FER: Fonti energetiche rinnovabili

FORSU: Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani

GNC: Gas naturale compresso

GNL: Gas naturale liquefatto

GSE: Gestore dei Servizi Energetici

ISPRA: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

NSM: Nuovi Stati Membri dell'Unione Europea (Slovenia, Ungheria, Malta, Repubblica Ceca, Slovacchia, Polonia, Lituania, Lettonia, Estonia, Cipro, Bulgaria, Romania e Croazia)

ORL: carico organico volumetrico

RD: rifiuti differenziati

RU: rifiuti urbani

SOA: Sottoprodotti di origine animale

TSS: quantità di sostanza solida secca

TSV: quantità di sostanza solida volatile

T tal quale: quantità di sostanza tal quale

UE: Unione Europea

PREFAZIONE

Una delle principali sfide odierne è quella di rendere lo sviluppo economico compatibile con la qualità dell'ambiente, bene da tutelare, valorizzare, risorsa per le generazioni future e leva fondamentale per progettare il nostro futuro. La Città metropolitana di Milano e Gruppo CAP hanno da tempo raccolto la sfida lanciata dall'economia circolare.

Il tema del biometano è stato l'occasione più matura in cui mettere in atto il sistema di governance attento e proattivo che Città metropolitana di Milano vuole mettere a disposizione del suo territorio e al contempo una delle sfide industriali che il gestore del servizio idrico Gruppo CAP ha lanciato, primo in Italia nel suo settore. Da un lato, infatti, grazie al supporto di del sistema accademico milanese, Città metropolitana di Milano si è dedicata a un approfondimento della complessa e controversa normativa, dandone un'interpretazione risolutiva e originale. Tale scelta non è passata inosservata: ha suscitato l'interesse positivo del Ministero dell'Ambiente e ottenuto il plauso del mondo produttivo, oltre che l'attenzione dei media nazionali. Dall'altro Gruppo CAP aveva avviato un percorso di valorizzazione dei propri asset cercando di fare proprio uno dei principi cardine dell'economia circolare: il riuso delle infrastrutture. Per quali ragioni lasciare inutilizzate capacità produttive esistenti se possono essere indirizzate ad altri business? È nato in questo modo il progetto che ha portato Gruppo CAP ad essere il primo gestore del Servizio Idrico Integrato a utilizzare i propri biodigestori per produrre biometano aprendoli anche alla valorizzazione di matrici organiche diverse dai fanghi di depurazione (ad es. la FORSU).

Ne è nato un protocollo d'intesa tra Città metropolitana di Milano e Gruppo Cap al fine di costruire una progettualità che non solo dalla sezione umida della forsu permetta di produrre biometano, ma che lo faccia integrando i processi depurativi già presenti, massimizzandone l'efficienza e limitando il consumo di suolo.

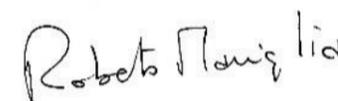
Questo documento, realizzato da Kyoto Club, punto di riferimento nazionale su questi temi, non solo ci descrive l'opportunità ecologica ed economica di questo tipo di produzione per il nostro territorio, ma ce ne descrive anche una pianificazione fattiva. Innanzitutto, affronta per la prima volta il tema della valorizzazione della frazione organica per la produzione di biogas e di compost di qualità e della integrazione tra ciclo di trattamento dei rifiuti e ciclo di depurazione delle acque su un ambito territoriale vasto. E in un'ottica territoriale così vasta delinea uno scenario in cui, utilizzando parte degli impianti esistenti, senza nuovo consumo di suolo, si può arrivare a una produzione importante di biogas e biometano, con un notevole contributo in termini di produzione di energia da fonti rinnovabili e diminuzione delle emissioni di CO₂.

Questo modello di partnership tra istituti di ricerca, enti pubblici e imprese del territorio è la modalità gestionale che Città metropolitana di Milano insieme al suo gestore Gruppo CAP, mette in campo per affrontare concretamente l'economia circolare, innanzitutto nelle sue filiere di end of waste a partire dai materiali edili fino ad arrivare alla risorsa suolo, favorendo nuove opportunità di crescita di forme di economia circolare.

L'obiettivo è importante, riguarda tutti noi – il nostro benessere, la nostra capacità economica, la nostra salute – e non va mancato: abbiamo bisogno di norme più chiare e specifiche, che guardino con favore a quelle imprese che già riciclano e producono nel pieno rispetto dell'ambiente, nella direzione di un futuro prossimo economicamente più prospero, e a zero emissioni di CO₂.

Roberto Maviglia

*Città metropolitana di Milano
Consigliere delegato
Risparmio Energetico 20-20-20*



Alessandro Russo

Presidente Gruppo CAP



EXECUTIVE SUMMARY

Il presente studio, realizzato da Kyoto Club, ha l'obiettivo di indagare la disponibilità nella Regione Lombardia e nella Città metropolitana di Milano di alcune matrici organiche (frazione organica dei rifiuti urbani, deiezioni zootecniche, scarti agricoli e scarti dell'agro-industria) che potrebbero essere convenientemente impiegate in impianti di digestione anaerobica per la produzione di biometano. Il biometano, del tutto equivalente al metano di origine fossile, può essere impiegato anche per alimentare autovetture, flotte aziendali o automezzi pubblici coerentemente con le strategie di mobilità sostenibile (rif. Procedimento di formazione del PUMS, Piano Urbano della Mobilità Sostenibile della Città metropolitana di Milano - Approvazione delle linee di indirizzo del 30/01/2019), portando a notevoli vantaggi in termini:

- **Economici.** L'Italia è fortemente dipendente dall'Estero per il metano: secondo i dati del Ministero dello Sviluppo Economico relativi all'anno 2018, l'Italia ha prodotto 5.448 milioni di Sm³ e ne ha importati 67.872, il 92,6% del totale¹. La produzione di biometano da matrici organiche sarebbe invece interamente nazionale e il biometano potrebbe essere impiegato localmente dove prodotto.
- **Ambientali.** Già il metano fossile è un carburante meno inquinante rispetto a benzina e gasolio; inoltre il processo di generazione delle emissioni di CO₂ associate alla produzione del biometano da materiale organico è "carbon neutral", perché non accresce il contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera, in quanto parte del naturale ciclo biogenico del carbonio.

Kyoto Club ha inoltre indagato la possibilità di sfruttare alcune strutture già esistenti ma attualmente non utilizzate presso alcuni degli impianti di Gruppo CAP situati nella città metropolitana di Milano. Gruppo CAP è la prima *monoutilità* italiana nel settore della gestione del Servizio Idrico Integrato (SII) e dispone di numerosi impianti di depurazione per il trattamento delle acque reflue. In alcuni di tali impianti, sono presenti dei digestori inutilizzati che, previa l'autorizzazione dell'autorità competente, potrebbero essere impiegati per "digerire" altre matrici organiche diverse dai fanghi, quali la FORSU, gli scarti agricoli o gli scarti dell'industria agro-alimentare.

In merito alla frazione umida dei rifiuti urbani, **la Città metropolitana di Milano produce circa 215 mila tonnellate/anno di umido e dispone di una capacità impiantistica per il trattamento anaerobico attualmente autorizzata pari a 90.000 tonnellate**. Grazie agli impianti di Gruppo CAP si potrebbero trattare tramite processi di digestione anaerobica, senza la realizzazione di impianti ex novo, ulteriori 107 mila tonnellate/anno di umido.



Il risultato del processo di digestione anaerobica presso gli impianti di Gruppo CAP è la produzione di biometano da impiegare principalmente come carburante per i veicoli. Si vedrà come la quantità stimata di biometano producibile presso i sette impianti di Gruppo CAP valutati nel presente studio, prodotta a partire dalla frazione umida dei rifiuti e dagli scarti agricoli, è potenzialmente in grado di alimentare circa 39.000 automobili, circa 2,5 volte il numero delle auto a metano **circolanti nella Città metropolitana di Milano**. Ciò può pertanto diventare un contesto di sperimentazione di modelli di gestione del ciclo dell'energia e dei rifiuti applicabili alla mobilità e finalizzati alla riduzione dei consumi e soprattutto delle emissioni; infatti proprio nell'autotrasporto, pubblico e privato, è necessario sperimentare e incentivare la diffusione di sistemi di alimentazione basati su fonti energetiche di derivazione non fossile, quali ad esempio il biometano ricavato dai rifiuti.

1. https://dgsaie.mise.gov.it/gas_naturale_bilancio.php

INTRODUZIONE

La Direttiva Comunitaria 2009/28/CE sulla promozione dell'uso delle fonti rinnovabili di energia ha assegnato a tutti gli Stati membri degli obiettivi al 2020 in merito al raggiungimento di alcuni traguardi sull'uso delle fonti rinnovabili. Per l'Italia tali obiettivi sono i seguenti:

- Il raggiungimento di una quota almeno pari al 17% dei consumi finali lordi complessivi di energia da fonti rinnovabili.
- Il raggiungimento di una quota almeno pari al 10% dei consumi finali lordi di energia nel settore trasporti da fonti rinnovabili.

Ogni anno il GSE pubblica un rapporto statistico che mostra il monitoraggio del grado di raggiungimento di questi obiettivi nazionali, facendo riferimento ai settori elettrico, termico e dei trasporti e confrontando il reale andamento con le traiettorie previste dal Piano d'Azione Nazionale per le energie rinnovabili (PAN) predisposto nel 2010. Il Grafico 1 mostra come, già dal 2014, l'Italia ha raggiunto e superato il primo traguardo relativamente alla quota di fonti rinnovabili sui consumi finali lordi di energia al 2020; nel Grafico 3 e nel Grafico 4 sono mostrati i dettagli per i settori elettrico e termico.

La situazione per il settore trasporti non è altrettanto soddisfacente. Il Grafico 2 mostra come nel 2017 l'Italia ha raggiunto il 6,5% della quota dei consumi finali lordi di energia nei trasporti da fonti energetiche rinnovabili, decisamente inferiore all'8% previsto dal PAN².

2. Il dato 2017 risulta in diminuzione rispetto al 2016 (7,4%) principalmente a causa di un disallineamento tra il sistema nazionale di obbligo di miscelazione di biocarburanti, che per il 2017 ammette il riconoscimento di particolari premialità (cosiddetto double counting) a biocarburanti prodotti da residui quali gli acidi grassi provenienti dalla raffinazione degli oli vegetali, e la normativa europea (Direttiva 2015/1513 - cosiddetta ILUC), che per il medesimo anno non permette il riconoscimento della premialità a tali biocarburanti.

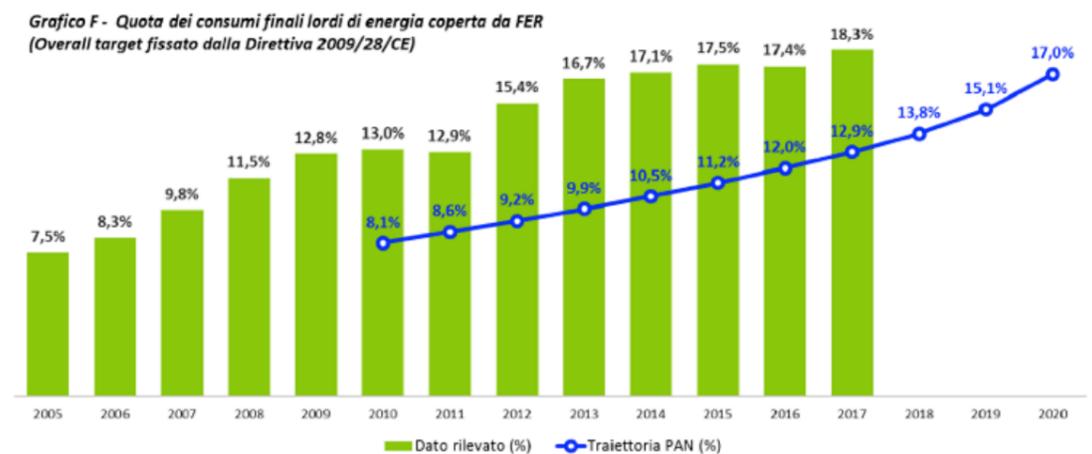


Grafico 1. Quota dei consumi finali lordi di energia coperta da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)

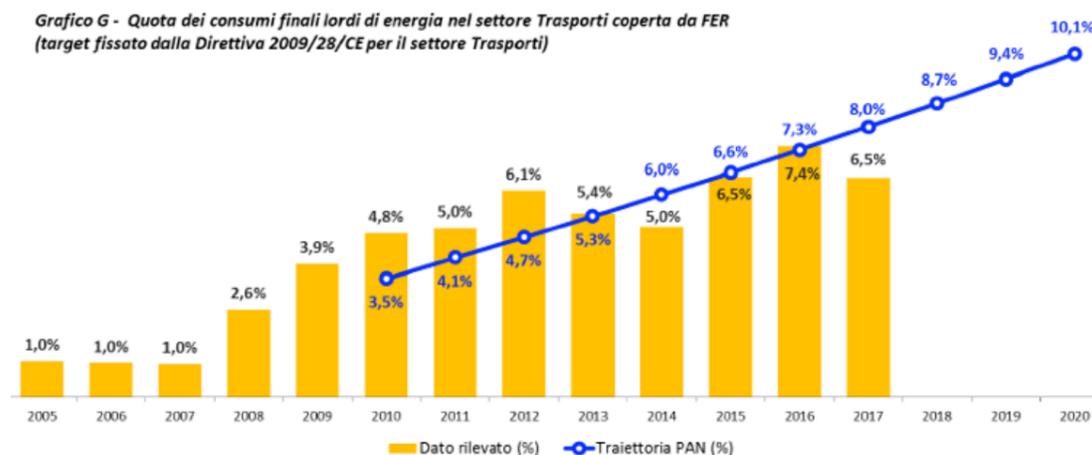


Grafico 2. Quota dei consumi finali lordi di energia nei trasporti coperta da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)

Grafico H - Quota dei consumi finali lordi di energia nel settore Elettrico coperta da FER (obiettivo settoriale Elettrico fissato dal PAN)

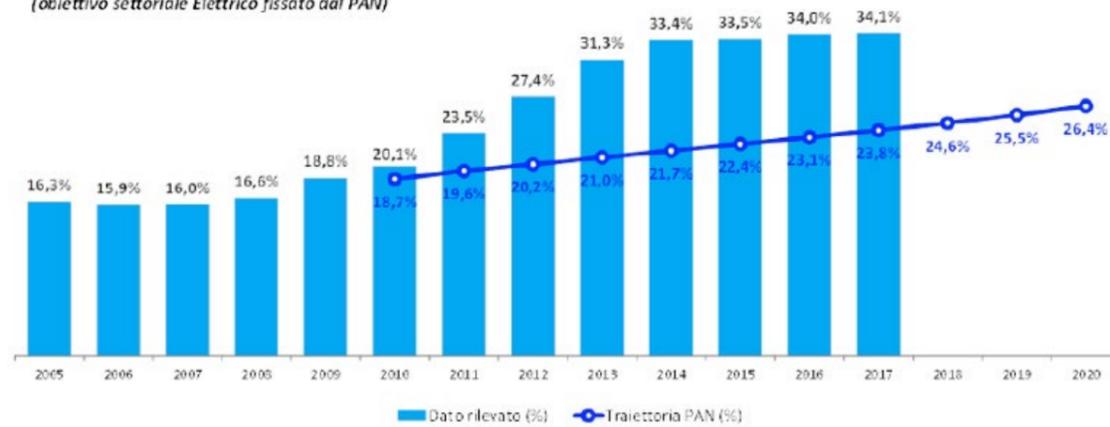


Grafico 3. Quota dei consumi finali lordi di energia nel settore elettrico da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)

Grafico I - Quota dei consumi finali lordi di energia nel settore Termico coperta da FER (obiettivo settoriale Termico fissato dal PAN)

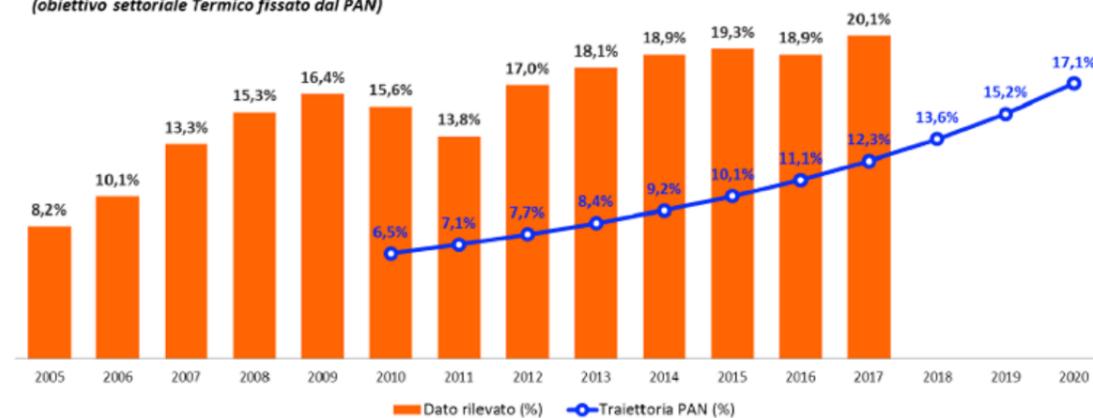


Grafico 4. Quota dei consumi finali lordi di energia nel settore termico coperta da fonti energetiche rinnovabili. (Fonte: GSE)

Per raggiungere e superare gli obiettivi comunitari nel settore trasporti, che risulta oggi quello più critico, è quindi necessaria una spinta decisa. Certamente un contributo rilevante è stato portato dall'introduzione, con il decreto del 10 Ottobre 2014, della quota minima obbligatoria dei biocarburanti per i soggetti che immettono nel mercato carburanti tradizionali. Ci si aspetta che un ulteriore boost all'aumento della quota FER nel settore trasporti arrivi in seguito all'approvazione del nuovo decreto del 2 Marzo 2018, che modifica in parte le quote d'obbligo sui biocarburanti e dà una maggiore importanza ai cosiddetti biocarburanti avanzati, tra i quali il principale è il biometano.

Il biometano, considerato un biocarburante avanzato se prodotto da determinate matrici³, ha le potenzialità per rappresentare il ponte di collegamento tra il passato, caratterizzato dall'uso quasi esclusivo dei carburanti tradizionali (gasolio e benzina), e il futuro, che prevedrà un ampio impiego dell'energia elettrica e dell'idrogeno nei trasporti. Potendo l'Italia contare su un'estesa rete di impianti a biogas, che potrebbero potenzialmente essere convertiti a biometano, e su una diffusa cultura dell'utilizzo delle macchine a metano, una *best practice* in Europa e nel Mondo, il biometano rappresenta una grande opportunità per il nostro Paese, sia nel raggiungimento degli obiettivi europei e nazionali, sia per la valorizzazione e il rilancio del settore agricolo sia come opportunità di crescita e sviluppo in altri settori, quali quello della gestione dei rifiuti.

La digestione anaerobica degli scarti e degli effluenti nelle aziende agricole e d'allevamento italiane, con la produzione di biogas da bruciare in impianti cogenerativi per la produzione di energia elettrica e calore (da utilizzare prevalentemente presso lo stesso stabilimento) e di compost da usare come fertilizzante nei campi, è una pratica già ampiamente diffusa in Italia. Gli ultimi dati del GSE ci mostrano come in Italia sono operativi più di 2.100 impianti a biogas, prevalentemente da scarti agricoli e forestali, ma anche da deiezioni animali, rifiuti e fanghi⁴. Questi rappresentano un grande potenziale di produzione di biometano, se può essere operato l'*upgrading* del biogas.

La produzione di biometano dalla frazione organica dei rifiuti urbani (FORSU) rappresenta un'interessante applicazione dei principi dell'economia circolare nel settore dei rifiuti. L'utilizzo della frazione organica in impianti di digestione anaerobica permetterebbe, oltre alla produzione di compost, il recupero di energia e, attraverso gli opportuni trattamenti, la produzione del biometano, che può essere direttamente utilizzato *in loco* per alimentare il parco macchine deputato alla raccolta dei rifiuti, chiudendo in questo modo un cerchio, in piena ottica circolare.

Gruppo CAP, a seguito della approvazione del Piano degli Investimenti da parte della Conferenza dei Sindaci del 11/06/2018, ha in corso di progettazione e/o realizzazione un importante piano di revamping dei propri depuratori con l'obiettivo di adeguare gli stessi a quanto previsto dalla recente pubblicazione del Regolamento Regionale 6/2019. Fin da ora Gruppo CAP dispone, presso i propri impianti, di una capacità di digestione anaerobica che potrebbe essere utilizzata per il trattamento di matrici organiche, diverse dai fanghi di depurazione prodotti dai propri depuratori, e la produzione di biometano. Ciò rappresenterebbe un beneficio non solo per Gruppo CAP, ma primariamente per il territorio, in quanto l'utilizzo di strutture esistenti eviterebbe la realizzazione ex novo di ulteriori infrastrutture, in particolare in riferimento al trattamento dei rifiuti.

È importante evidenziare che, secondo quanto indicato dall'art. 110 del d.l.gs 152/2006 "Trattamento di rifiuti presso impianti di trattamento delle acque reflue urbane", per lo smaltimento dei rifiuti diversi dai fanghi negli impianti di trattamento delle acque reflue è necessaria l'autorizzazione dell'autorità competente, d'intesa con l'ente di governo dell'ambito.

3. Cfr. Paragrafo 1.2

4. Ulteriori approfondimenti nel paragrafo 6.2

1

IL BIOMETANO: DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE

Nel D.Lgs. 28/2011 il biometano è definito come il “gas ottenuto a partire da fonti rinnovabili avente caratteristiche e condizioni di utilizzo corrispondenti a quelle del gas metano e idoneo alla immissione nella rete del gas naturale”.

Il biometano è prodotto dal biogas per mezzo di un processo chiamato *upgrading*. Il biogas è una miscela di gas composta prevalentemente da anidride carbonica (CO₂) e metano (CH₄), contenente altre componenti minori (l'ammoniaca, alcuni composti solforati e il vapore acqueo). Il biogas è prodotto tramite la digestione anaerobica dei residui organici: si tratta di un processo microbiologico che permette, grazie all'azione di numerosi batteri, di “digerire” i rifiuti organici, quali i prodotti agricoli e forestali, gli scarti dell'agro-industria, la FORSU, gli effluenti zootecnici e i fanghi di depurazione. I prodotti della digestione anaerobica sono il compost, ricco di azoto e fosforo che viene prevalentemente utilizzato come fertilizzante e il biogas. La percentuale di metano nel biogas è estremamente variabile e dipende dalla tipologia della matrice di alimentazione, ma in genere è compresa tra il 55% e il 65%. Attraverso il processo di purificazione è possibile separare dal biogas le componenti minori: il biogas può essere così utilizzato in impianti di cogenerazione, per la produzione di energia elettrica e termica. Attraverso l'*upgrading*, è invece possibile separare il metano dalla CO₂, ottenendo un gas che ha percentuali di metano superiori al 97% e che può quindi essere introdotto nei gasdotti o utilizzato come carburante (previ eventuali altri trattamenti).

Il biometano è quindi una fonte energetica rinnovabile e può essere sia immesso direttamente nella rete del gas naturale che utilizzato come carburante nei trasporti, in assoluta equivalenza col metano di origine fossile: per questo motivo riveste un ruolo importante nella transazione energetica verso un'economia più sostenibile e più circolare. Circolare perché il biometano si può ricavare:

- dagli scarti agricoli e forestali;
- dagli effluenti zootecnici;
- dalla Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU);
- dalle acque reflue e dai fanghi di depurazione, facendo sì che queste risorse vengano riutilizzate per produrre nuova materia e/o energia.

Un ulteriore vantaggio del biometano è che si tratta di una fonte rinnovabile programmabile e quindi, a differenza degli impianti solari ed eolici, un impianto a biometano può essere “acceso” quando vi è necessità, per compensare, ad esempio, le fluttuazioni dovute all'aleatorietà delle altre fonti rinnovabili. Infine, è possibile sfruttare le infrastrutture di trasporto e stoccaggio esistenti: secondo quanto stabilito dal D.Lgs. 28/2011 (art. 20), l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (oggi Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente – ARERA) ha emanato specifiche direttive relativamente alle condizioni tecniche ed economiche per l'erogazione del servizio di connessione di impianti di produzione di biometano alle reti del gas naturale, i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi.

Il CIB–Consorzio Italiano Biogas, il consorzio che riunisce le aziende agricole produttrici di biogas e biometano da fonti rinnovabili, socio di Kyoto Club, nel proprio Position Paper “Lo sviluppo del biometano e la strategia di decarbonizzazione in Italia”⁵ sintetizza le proprietà del biometano come di seguito riportato.

Il biometano infatti è una fonte energetica:

- rinnovabile, perché prodotta da biomasse di origine agricola che si rinnovano nel tempo e possono essere pressoché inesauribili;
- sostenibile, perché le biomasse nel loro ciclo di vita hanno incorporato il carbonio presente nell'atmosfera; il suo consumo avviene quindi evitando di liberare il carbonio sequestrato nei giacimenti di combustibili fossili, quasi senza ulteriori emissioni climalteranti e, se prodotto secondo i principi del “biogas fatto bene” contribuisce a ridurre in modo significativo anche le emissioni del settore agricolo che, come noto, rappresentano oltre il 14% delle emissioni complessive di gas climalteranti (in Italia il 7%); perché il suo ottenimento può avvenire nel rispetto della biodiversità e della funzione di stoccaggio del carbonio svolta da foreste e dai terreni coltivati.

Il suo utilizzo può avvenire in modo:

- **flessibile, perché in grado di essere impiegato come combustibile in tutti gli usi energetici, dalla produzione del calore e del freddo a quello dell'energia elettrica, e come carburante nel settore dei trasporti e finanche divenire materia prima per la produzione di biomateriali e biochemicals;**
- **programmabile, essendo del tutto assimilabile al gas naturale ne può sfruttare le infrastrutture di trasporto e stoccaggio, consentendone un utilizzo adattabile alle diverse e mutevoli condizioni territoriali e temporali della domanda di energia in ogni settore d'uso;**
- **efficiente dal punto di vista della conversione in energia elettrica potendo sfruttare un parco di generazione a ciclo combinato tra i più moderni al mondo, come pure essere utilizzabile in modo sicuro e efficiente nell'ambito della generazione distribuita.**

Il suo convogliamento ai consumatori può contare su un sistema infrastrutturale di trasporto, stoccaggio e distribuzione del gas naturale tra i più sviluppati e più interconnessi al mondo, in grado di sostenere anche un futuro mercato attivo di scambi transfrontalieri.

La fonte energetica biometano è inoltre potenzialmente in grado di garantire al Paese un percorso di decarbonizzazione del settore elettrico a minor costo complessivo rispetto a quanto possibile con la sola ulteriore penetrazione di rinnovabili elettriche per lo più intermittenti quali eolico e fotovoltaico perché:

- può avvenire utilizzando sistemi infrastrutturali già disponibili (centrali elettriche a ciclo combinato; reti di trasporto, sistemi di stoccaggio e reti di distribuzione del gas; reti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica);

- permette il conseguimento di rilevanti economie di integrazione, minimizzando il sostenimento di ulteriori costi infrastrutturali per la trasmissione e lo stoccaggio di energia elettrica che il prevalere di fonti rinnovabili non programmabili inevitabilmente richiede;
- consentirebbe una ulteriore ottimizzazione del sistema elettrico in virtù di sistemi di generazione distribuita in grado di integrarsi con il sistema di dispacciamento (gli impianti di produzione di biogas potendo destinare il biogas sia alla produzione di energia elettrica che alla produzione di biometano possono costituire un parco di produzione programmabile).

Il biometano permette inoltre di contribuire alla decarbonizzazione del settore dei trasporti con la produzione di un biocarburante avanzato realizzato con tecnologie e biomasse nazionali.

Inoltre il suo essere prodotto quasi esclusivamente entro i confini dell'Unione Europea rende molto più agevole e affidabile la verifica della sua effettiva sostenibilità come biocarburante in ragione della presenza di meccanismi di auditing rigorosi ed indipendenti approvati e monitorati dalla Commissione Europea, riducendo la dipendenza da biocarburanti prodotti in aree del mondo dove la produzione di biomasse presenta aspetti critici, sia sul piano della preservazione della biodiversità e dei sink naturali di carbonio, che su quello degli impatti sulla disponibilità di cibo.

Il contributo del biometano alla decarbonizzazione non si limita alla sola fase del soddisfacimento del consumo energetico. Il suo processo produttivo rende infatti disponibili una serie di altri prodotti, sottoprodotti e servizi non energetici il cui sfruttamento comporta una riduzione delle emissioni climalteranti; più in particolare:

- il digestato è utilizzato come materia organica ammendante, migliorando la produttività del terreno agricolo e la sua capacità di trattenere gas climalteranti fungendo da sink di carbonio. A tal fine va infatti ricordato che il biogas attuato secondo i principi del “biogas fatto bene” permette non solo la produzione di carbonio aggiuntivo senza ridurre la produzione di carbonio destinato ai mercati foraggeri e alimentari, ma permette attraverso una maggiore restituzione di sostanza organica ai terreni, un effetto di storage sostanziale come recentemente portato all'attenzione di COP21 da parte del Governo francese. Questa forma di stoccaggio di CO₂ biogenica, che applica tecnologie di sequestro (pratiche agronomiche legate all'incremento della fertilità organica dei terreni) da tempo note, può sin da subito contribuire alla rimozione di carbonio dall'atmosfera e in seguito affiancarsi a tecnologie di sequestro geologico oggi non ancora mature in termini di economicità;
- l'utilizzo come substrato di partenza per la produzione di biometano di sottoprodotti e scarti originatisi nei settori agroalimentare e forestale evita l'immissione in atmosfera di gas climalteranti che altrimenti si produrrebbero per fermentazione naturale della materia organica; stessa considerazione vale anche per i rifiuti organici urbani;
- il biogas in quanto tecnologia efficiente anche su piccola scala è in grado di rappresentare una infrastruttura tecnologica nell'ambito di un'azienda agricola, o più aziende tra loro integrate, essenziale per ridurre gli impatti dell'agricoltura in termini di emissioni di gas serra e di altro genere (lisciviazione di nutrienti verso i corpi idrici, effluenti zootecnici, ecc.) e aumentare nel contempo la competitività delle aziende agricole nelle loro attività tradizionali della riduzione dei costi di produzione (riduzione dell'utilizzo dei concimi chimici, maggior utilizzo del terreno) e della riduzione dei costi di gestione degli effluenti zootecnici, ecc.

5. <https://www.consorziobiogas.it/wp-content/uploads/2016/12/Position-Paper-CIB-Snam-confagri-ita.pdf>

Nel 2012 il CIB ha calcolato come nel nostro Paese è plausibile ipotizzare al 2030 la produzione sostenibile di 8 miliardi di Nm³ di biometano. Secondo il CIB, questa produzione sostenibile non prevede l'utilizzo di terreni dedicati, da sottrarre alla produzione di prodotti alimentari, ma piuttosto l'impiego di sottoprodotti, effluenti zootecnici e colture ottenute attraverso lo sfruttamento di terreni altrimenti non impiegati oppure mediante colture di integrazione (in rotazione a colture alimentari): si parla in questo caso di "biometano fatto bene". Il CIB, per la produzione degli 8 miliardi di Nm³ di biometano, prevede:

- l'utilizzo di circa 400.000 ettari della superficie agricola utilizzata (SAU)⁶ a colture di primo raccolto (monocolture);
- la valorizzazione degli effluenti zootecnici, dei sottoprodotti agricoli e dei sottoprodotti derivanti dalla lavorazione dei prodotti agro-industriali (biomasse residuali);
- l'inserimento di secondi raccolti o colture di integrazione in circa il 6% della SAU a seminativi.

A questi, è possibile aggiungere 0,5 miliardi di Nm³ di metano ottenibili da rifiuti organici.

Il CIB afferma che questa previsione risulta cautelativa, in quanto non tiene conto delle colture che risultano più marginali e impiega, per ciascuna biomassa, una resa specifica media in biometano calcolata su dati reali. Risulta poi rispettosa del delicato equilibrio che spesso caratterizza i territori dell'agricoltura italiana, ma, tuttavia, si fonda sull'idea che è necessario operare una "rivoluzione" nel modo di fare e concepire l'agricoltura a partire dall'uso del suolo e dalle tecniche di coltivazione e di fertilizzazione.

1.1 Le biomasse residuali

Le biomasse residuali che potrebbero essere impiegate per la produzione di biometano sono di seguito elencate:

- gli effluenti zootecnici, ossia le deiezioni degli animali da allevamento, eventualmente mescolati con l'acqua e il materiale solido usato come lettiera;
- i residui agricoli, ossia gli scarti delle attività agricole altrimenti non utilizzabili (es. paglia);
- i sottoprodotti agro-industriali, ossia gli scarti dalla trasformazione dei cicli produttivi e dalla preparazione dei prodotti alimentari (es. prodotti caseari, macellazione della carne).

Le specie da considerare per il calcolo degli effluenti zootecnici sono i bovini, i bufalini, gli ovini, i suini e gli avicoli. Per la stima della producibilità di biometano, il CIB ha calcolato diversi coefficienti unitari di produzione dagli effluenti zootecnici che tengono conto di numerosi fattori, quali la specie e lo stadio di accrescimento, considerando i risultati dei diversi progetti di ricerca condotti sull'argomento nel corso degli anni.

Anche l'attività agricola produce biomasse di scarto potenzialmente destinabili a uso energetico, costituite da tutte le parti di pianta che non rappresentano il prodotto principale destinato a uso alimentare umano o animale.

6. Corrispondente al 3% circa della SAU nazionale.

Per quanto concerne i sottoprodotti agroindustriali, si considerano prevalentemente quei comparti produttivi che generano residui organici con regolarità e in quantità significative, quali le industrie di lavorazione e trasformazione di uva, olive, agrumi e pomodoro, le industrie della macellazione delle carni e della lavorazione del latte. Più marginali risultano comparti quali l'industria della frutta, dei legumi e del pane.

1.2 FORSU

La frazione organica è costituita dall'insieme dei quantitativi di rifiuti biodegradabili dei rifiuti urbani e industriali (il cosiddetto "umido") e delle potature del verde pubblico e privato (il cosiddetto "verde"). La produzione di biometano da FORSU, più precisamente dalla frazione umida della FORSU, rappresenta una filiera da esplorare, poiché risulta un'interessante applicazione dei principi dell'economia circolare, in special modo in merito all'utilizzo del biometano prodotto come biocarburante per gli stessi mezzi della raccolta dei rifiuti.

Gli scenari sulle potenzialità del biometano da impiegare come carburante risultano interessanti in considerazione a:

- I bassi impatti ambientali rispetto ai carburanti tradizionali. Già il metano fossile è un combustibile meno inquinante rispetto a benzina e gasolio; inoltre il processo di generazione delle emissioni di CO₂ associate alla produzione del biometano da materiale organico (prodotti agri-coli e forestali, scarti dell'agro-industria, FORSU, liquami zootecnici e fanghi di depurazione) è "carbon neutral", perché non accresce il contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera, in quanto parte del naturale ciclo biogenico del carbonio.
- Il raggiungimento degli obiettivi nazionali nel settore trasporti sull'impiego dei biocarburanti, e in particolare dei biocarburanti avanzati. Il decreto del 10 Ottobre 2014, di seguito modificato dal decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 2 Marzo 2018, ha introdotto l'obbligo di immissione in consumo dei biocarburanti, crescente nel tempo, in capo ai soggetti che immettono nel mercato carburanti tradizionali; inoltre, il decreto prevede che dal 2018 una quota di questi siano "avanzati", cioè quei biocarburanti, compreso il biometano, prodotti esclusivamente a partire dalle materie prime elencate nell'allegato 3 parte A del decreto del 10 Ottobre 2014, così come modificato dal decreto del 2 Marzo 2018⁷, tra i quali figura la frazione organica dei rifiuti.

7. L'Allegato 3 del decreto del 10 Ottobre 2014 è sostituito dall'Allegato 1, parte 2-bis al decreto legislativo 3 Marzo 2011, n. 28, e comprende le seguenti materie prime e carburanti che danno origine a biocarburanti contabilizzabili come avanzati: A) Alghe, se coltivate su terra in stagni o fotobioreattori. B) Frazione di biomassa corrispondente ai rifiuti urbani non differenziati, ma non ai rifiuti domestici non separati soggetti agli obiettivi di riciclaggio di cui all'articolo 181 e allegato E del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152. C) Rifiuto organico come definito all'articolo 183, comma 1 lettera d), proveniente dalla raccolta domestica e soggetto alla raccolta differenziata di cui all'articolo 183, comma 1, lettera p), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152. D) Frazione della biomassa corrispondente ai rifiuti industriali non idonei all'uso nella catena alimentare umana o animale, incluso materiale proveniente dal commercio al dettaglio e all'ingrosso e dall'industria agroalimentare, della pesca e dell'acquacoltura, ed escluse le materie prime elencate nella parte B del presente allegato. E) Paglia. F) Concime animale e fanghi di depurazione. G) Effluente da oleifici che trattano olio di palma e fasci di frutti di palma vuoti. H) Pece di tallolio. I) Glicerina grezza. L) Bagasse. M) Vinacce e fecce di vino. N) Gusci. O) Pule. P) Tutoli ripuliti dei semi di mais. Q) Frazione della biomassa corrispondente ai rifiuti e ai residui dell'attività e dell'industria forestale quali corteccia, rami, prodotti di diradamenti precommerciali, foglie, aghi, chiome, segatura, schegge, liscivio nero, liquame marrone, fanghi di fibre, lignina e tallolio. R) Altre materie cellulosiche di origine non alimentare definite all'articolo 2, comma 1, lettera q-quinquies). S) Altre materie ligno-cellulosiche definite all'articolo 2, comma 1, lettera q-quater), eccetto tronchi per sega e per impiallacciatura. T) Carburanti per autotrazione rinnovabili liquidi e gassosi di origine non biologica. U) Cattura e utilizzo del carbonio a fini di trasporto, se la fonte energetica è rinnovabile in conformità dell'articolo 2, comma 1, lettera a). V) Batterie, se la fonte energetica è rinnovabile in conformità dell'articolo 2, comma 1, lettera a).

2

IL BIOMETANO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA

Il Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e con il Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali, ha emanato il 5 Dicembre 2013 il primo decreto di incentivazione del biometano *"Modalità di incentivazione del biometano immesso nella rete del gas naturale"*, in attuazione dell'articolo 21 del decreto legislativo del 3 Marzo 2011 n. 28. Questi prevedevano che il biometano immesso nella rete del gas naturale, e avente i requisiti tecnici stabiliti dall'Autorità⁸, fosse incentivato attraverso una delle seguenti modalità:

- a. mediante il rilascio degli incentivi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, nel caso in cui sia utilizzato in impianti di cogenerazione ad alto rendimento (CAR);
- b. mediante il rilascio di certificati di immissione in consumo (CIC), qualora il metano sia usato per il trasporto.

Il decreto stabiliva che l'incentivo di cui al punto a) era corrisposto per 20 anni a partire dalla data di entrata in esercizio dell'impianto ed era destinato ai nuovi impianti. Nel caso di impianti esistenti per la produzione e utilizzazione di biogas convertiti, parzialmente o totalmente, alla produzione di biometano, l'incentivo era riconosciuto in una misura compresa tra il 40 e il 70%⁹.

In alternativa alla vendita diretta sul mercato e limitatamente agli impianti con capacità produttiva fino a 500 Sm³/h, il produttore poteva optare per il ritiro del biometano da parte del GSE.

Per ciò che riguarda il punto b), il numero di certificati di immissione in consumo di biocarburanti rilasciati al produttore di biometano era stabilito nel decreto del Ministro dello sviluppo economico 10 Ottobre 2014 *"Aggiornamento delle condizioni, dei criteri e delle modalità di attuazione dell'obbligo di immissione in consumo di biocarburanti compresi quelli avanzati"* e prevedeva:

- L'emissione di un CIC per ogni 10 Gcal di biocarburanti immessi in consumo;
- l'emissione di un CIC per ogni 5 Gcal (il cosiddetto *double counting*) di biocarburanti prodotti da:
 - c. frazione biodegradabile dei rifiuti urbani a valle della raccolta differenziata;
 - d. sottoprodotti che non presentino altra utilità produttiva o commerciale al di fuori del loro impiego per la produzione di carburanti o a fini energetici;
 - e. alghe e materie di origine non alimentare.

Il DM 10 Ottobre 2014 disciplina inoltre le modalità di attuazione degli obblighi di immissione in consumo dei biocarburanti per i soggetti obbligati, ovvero coloro che immettono in consumo carburanti tradizionali (benzina e gasolio) e che hanno l'obbligo di immetterne una parte sotto forma di biocarburanti. Il quantitativo minimo di biocarburanti ai fini del rispetto dell'obbligo è determinato come quota percentuale del quantitativo totale di benzina e gasolio immesso in consumo nello stesso anno solare ed è calcolato secondo la relazione:

$$Bio = Q\% \cdot B_t$$

8. I requisiti tecnici sono stabiliti dalla norma UNI/TR 11573:2016 "Immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione di gas naturale" e dalla Deliberazione AEEGSI n° ARG/gas 46/2015 del 12 Febbraio 2015 "Direttive per le connessioni di impianti di biometano alle reti del gas naturale e disposizione in materia di determinazione delle quantità di biometano ammissibili agli incentivi", successivamente aggiornata e integrata con la Delibera 204/2016/R/Gas.
9. Il 70% dell'incentivo era riconosciuto agli impianti nei quali il biometano veniva prodotto da frazione biodegradabile, sottoprodotti, alghe e materie di origine non alimentare.

Dove:

- Bio rappresenta il quantitativo minimo annuo di biocarburanti inclusi quelli avanzati, espresso in Gcal, da immettere in consumo nel corso dello stesso anno solare di immissione di benzina e gasolio;
- Q% rappresenta la quota minima di biocarburanti inclusi quelli avanzati, espressa in percentuale, da immettere obbligatoriamente in consumo in un determinato anno secondo le seguenti percentuali:
 - anno 2015 = 5,0% di biocarburanti;
 - anno 2016 = 5,5% di biocarburanti;
 - anno 2017 = 6,5% di biocarburanti;
 - anno 2018 = 7,5% di biocarburanti di cui almeno 1,2% di biocarburanti avanzati;
 - anno 2019 = 9,0% di biocarburanti di cui almeno 1,2% di biocarburanti avanzati;
 - anno 2020 = 10% di biocarburanti di cui almeno 1,6% di biocarburanti avanzati;
 - anno 2021 = 10% di biocarburanti di cui almeno 1,6% di biocarburanti avanzati;
 - dall' anno 2022 = 10% di biocarburanti di cui almeno 2,0% di biocarburanti avanzati.
- B_t rappresenta il contenuto energetico, espresso in Gcal, del quantitativo di benzina e gasolio, immesso in consumo nel corso di un determinato anno, da utilizzare come base di calcolo e determinato sulla base della seguente formula:

$$B_t = (P_b \cdot X_b) + (P_g \cdot Y_g)$$

dove:

- P_b rappresenta il potere calorifico inferiore della benzina espresso in Gcal/t;
- X_b rappresenta il quantitativo, espresso in tonnellate, della benzina immessa in consumo nell'anno solare di riferimento;
- P_g rappresenta il potere calorifico inferiore del gasolio espresso in Gcal/t;
- Y_g rappresenta il quantitativo, espresso in tonnellate, di gasolio immesso in consumo nell'anno solare di riferimento.

Il decreto del 5 Dicembre 2013 non ha prodotto il risultato sperato in termini di sviluppo del biometano e ciò ha fatto sì che l'Italia rimanesse indietro nel cercare di raggiungere il target di fonti rinnovabili nel settore dei trasporti per il 2020. Per far fronte al problema, si decise allora di predisporre un nuovo decreto che desse priorità al biometano da impiegare nel settore dei trasporti: il nuovo decreto è stato pubblicato il 2 Marzo 2018.

Il Decreto interministeriale del 2 Marzo 2018 promuove l'uso del biometano e degli altri biocarburanti avanzati nel settore dei trasporti e rappresenta un provvedimento strategico che mira a favorire l'utilizzo delle fonti rinnovabili nei trasporti, anche attraverso lo sviluppo di iniziative di economia circolare e di gestione virtuosa dei rifiuti urbani e degli scarti agricoli. In particolare il nuovo Decreto si propone di:

- promuovere maggiormente l'utilizzo del biometano per i trasporti, anche ai fini del raggiungimento degli obiettivi posti all'Italia dalle direttive europee in termini di utilizzo di carburanti rinnovabili nei trasporti;
- favorire le riconversioni degli impianti a biogas;
- promuovere l'incentivazione di impianti di produzione di altri biocarburanti avanzati diversi dal biometano.

Il regime di promozione del biometano si basa ancora sull'assegnazione dei CIC di cui devono dotarsi i soggetti che immettono in consumo carburanti non rinnovabili. La metodologia di calcolo del numero di CIC da rilasciare al produttore di biometano è rimasta pressoché invariata, con la sola differenza che la maggiorazione per materie prime (*double counting*) è riconosciuta al biometano prodotto dalle materie elencate nell'Allegato 3 del decreto del 10 Ottobre 2014, così come successivamente modificato dal decreto del 2 Marzo 2018¹⁰.

Per i produttori di biometano avanzato è previsto:

- il riconoscimento di un valore pari a 375 euro per ogni CIC. Tale incentivazione ha durata massima di 10 anni; successivamente si ha diritto al solo rilascio dei CIC, che possono essere venduti ad altri operatori;
- il ritiro, da parte del GSE, anche per un quantitativo parziale, del biometano avanzato a un prezzo pari al 95% del prezzo medio mensile registrato sul Mercato a Pronti del gas naturale; in alternativa, è possibile effettuare la vendita in autonomia.

Maggiorazioni vengono previste anche per i produttori di biometano avanzato che, inoltre, investono in impianti di distribuzione o di liquefazione: per questi è previsto un aumento del 20% del valore dei CIC al fine di tenere conto dei costi aggiuntivi sostenuti. Il decreto prevede un limite pari al 70% dei costi di investimento sostenuti e, comunque, non oltre 600 mila euro per un impianto di distribuzione e fino a 1,2 milioni di euro per un impianto di liquefazione.

Tipologia	Incentivo	Ricavi vendita	Durata
Biometano	CIC + maggiorazioni per materie prime	Biometano sul mercato	Vita impianto
Biometano avanzato	375 €/CIC + maggiorazioni per impianti pertinenti	Ritiro Biometano GSE, o Biometano sul mercato	Massimo 10 anni*

*Successivamente si ha diritto al rilascio dei CIC e vendita sul mercato del metano

Tabella 1. Tabella riassuntiva incentivi e principali ricavi (Fonte: GSE)

10. Parte A dell'Allegato 3: cfr. nota 7.

Parte B. Materie prime e carburanti che non danno origine a biocarburanti contabilizzabili come avanzati.

a) Olio da cucina usato.

b) Grassi animali classificati di categorie 1 e 2 in conformità del regolamento (CE) n. 1069/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Il nuovo Decreto Biometano prevede la sua operatività fino al 31 Dicembre 2022 e comunque non oltre il volume di 1,1 miliardi di metri cubi di biometano ammesso al regime di assegnazione dei CIC.

Il quantitativo minimo di biocarburanti per i soggetti obbligati, stabilito dal decreto del 10 Ottobre 2014, viene modificato come segue:

$$Bio = Q\% \cdot B_t$$

$$Bio \text{ biometano avanzato} = 0,75 \cdot Q\%_{avanzato} \cdot B_t$$

$$Bio \text{ altri biocarburanti avanzati} = 0,25 \cdot Q\%_{avanzato} \cdot B_t$$

Dove:

- Bio, Bio biometano avanzato e Bio altri biocarburanti avanzati rappresentano, rispettivamente, il quantitativo minimo annuo di biocarburanti inclusi quelli avanzati, di biometano avanzato e di biocarburanti avanzati diversi dal biometano, espressi in Gcal, da immettere in consumo nel corso dello stesso anno solare di immissione di benzina e gasolio;
- Q% rappresenta la quota minima di biocarburanti inclusi quelli avanzati, espressa in percentuale, da immettere obbligatoriamente in consumo in un determinato anno secondo le seguenti percentuali:
 - anno 2018 = 7,0% di biocarburanti;
 - anno 2019 = 8,0% di biocarburanti;
 - anno 2020 = 9,0% di biocarburanti;
 - anno 2021 = 9,0% di biocarburanti;
 - dall'anno 2022 = 9,0% di biocarburanti.
- Q% avanzato rappresenta la quota minima di biocarburanti avanzati, espressa in percentuale, da immettere obbligatoriamente in consumo in un determinato anno secondo le seguenti percentuali:
 - anno 2018 = 0,6% di biocarburanti avanzati;
 - anno 2019 = 0,8% di biocarburanti avanzati;
 - anno 2020 = 0,9% di biocarburanti avanzati;
 - anno 2021 = 1,5% di biocarburanti avanzati;
 - dall'anno 2022 = 1,85% di biocarburanti avanzati.

Le altre principali novità introdotte da questo nuovo decreto riguardano:

- a. gli impianti che hanno accesso all'incentivo: non più solamente i nuovi impianti di distribuzione di gas naturale per trasporti, sia nella forma di GNC (gas naturale compresso) che di GNL (gas naturale liquefatto), ma anche agli impianti a biogas esistenti riconvertiti alla produzione di biometano hanno diritto al 100% dell'incentivo previsto. Possono accedere agli incentivi anche gli impianti di produzione di biocarburanti avanzati diversi dal biometano. Tutti gli impianti devono entrare in esercizio entro il 31 Dicembre 2022.

- b. L'istituzione di un "Registro nazionale delle Garanzie di Origine del biometano": al fine di valorizzare l'origine rinnovabile del gas, così come già succede per l'energia elettrica, il GSE istituisce il registro "Registro nazionale delle Garanzie di Origine del biometano". La Garanzia di Origine (GoG) serve inoltre a far emergere il legame tra biometano ed emissioni evitate di carbonio, in quanto la GoG può essere utilizzata dai soggetti obbligati nell'ambito del meccanismo EU ETS (*European Union Emissions Trading Scheme*), istituito con la Direttiva 2003/87/CE, per assolvere al loro obbligo di acquistare quote di emissione in atmosfera di anidride carbonica.
- c. L'apertura di un mercato di scambio delle Garanzie d'Origine organizzata dal Gestore dei Mercati Energetici (GME), sede di contrattazione e scambio tra i produttori e i soggetti obbligati.

La verifica degli obblighi di immissione in consumo è gestita dal GSE. Per la gestione dell'incentivazione relativa al biometano avanzato, il GSE aggiorna ogni anno e pubblica sul proprio sito internet un contatore con una "stima della quantità massima annua ritirabile" per l'anno in corso, espressa in CIC, determinata a partire dalla quantità di carburanti fossili immessa in consumo nell'anno precedente da parte dei soggetti obbligati e dalla percentuale di obbligo avanzato di biometano per l'anno di riferimento.

Stima della quantità massima annua ritirabile

292.426 CIC

Figura 1. Stima GSE della quantità massima annua ritirabile per l'anno 2019.

2.1 L'uso del biometano nei trasporti

I temi della mobilità e della sostenibilità ed efficienza nei trasporti hanno assunto un ruolo di primaria importanza. Su di essi l'Unione Europea sta lavorando allo scopo di provare a fronteggiare le principali criticità, che riguardano:

- La forte dipendenza dal petrolio. Oggi l'UE dipende dal petrolio per il 96% del proprio fabbisogno di energia del settore¹¹, petrolio che arriva prevalentemente da regioni del mondo politicamente e socialmente instabili.
- Emissioni di gas serra. Il settore dei trasporti è responsabile del 24% delle emissioni di gas climalteranti¹² nell'UE ed è responsabile di circa un terzo del consumo finale complessivo di energia nei paesi membri dell'Agenzia Europea dell'Ambiente¹³ (*European Environment Agency EEA*).
- Infrastrutture. Le infrastrutture non presentano uno sviluppo uniforme in tutti gli stati dell'UE e questo rappresenta un ostacolo alla crescita del libero scambio di merci in Europa, oltre che un limite alla concorrenza.

11. https://europa.eu/european-union/topics/transport_it

12. <https://www.eea.europa.eu/it/themes/transport/intro>; Nella percentuale del 24% sono incluse anche le emissioni dovute ai trasporti aerei e marittimi internazionali.

13. I Paesi membri sono la quasi totalità dei Paesi dell'Europa: <https://www.eea.europa.eu/countries-and-regions>.

La Commissione Europea, con la direttiva 2014/94/EU del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 Ottobre 2014 (Direttiva DAFI), ha previsto che gli Stati membri adottino dei piani di sviluppo delle diverse fonti alternative per il settore dei trasporti e delle relative infrastrutture, a partire dai porti marittimi appartenenti alla rete centrale di trasporto transeuropea TEN-T. I carburanti alternativi sono quelli che possono sostituire i tradizionali e includono l'idrogeno, l'elettricità, i biocarburanti, il GPL e il biometano. In Italia, la Direttiva DAFI è stata recepita dal D.Lgs. n. 257/2016 del 16 Dicembre 2016 "Disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi", che stabilisce "i requisiti minimi per la costruzione di infrastrutture per i combustibili alternativi, inclusi i punti di ricarica per i veicoli elettrici e i punti di rifornimento di gas naturale liquefatto e compresso, idrogeno e gas di petrolio liquefatto (...) nonché le specifiche tecniche comuni per i punti di ricarica e di rifornimento".

La direttiva comunitaria e il D.Lgs. nazionale prevedono che entro il 31 Dicembre 2025 nei porti marittimi appartenenti alla rete centrale TEN-T sia realizzato un numero adeguato di punti di rifornimento per il GNL, da estendere entro il 31 Dicembre 2030 anche ai porti della navigazione interna. Di concerto, si prevede anche la realizzazione di infrastrutture di rifornimento per il GNL e GNC accessibili al pubblico, almeno lungo le tratte della rete centrale TEN-T, per assicurare la circolazione, in connessione con la rete UE, dei veicoli pesanti alimentati a GNL, e in corrispondenza di autostrade, di aree urbane densamente abitate e di città metropolitane (in special modo nelle aree provinciali che hanno superato il limite delle concentrazioni di PM10 per almeno 2 anni su 6 negli anni dal 2009 al 2014), al fine di garantire, secondo le esigenze del mercato, la circolazione dei veicoli alimentati a GNL e GNC su tutto il territorio nazionale. L'obiettivo comunitario è quello di creare i presupposti per lo sviluppo di un mercato unico europeo delle infrastrutture per i carburanti alternativi e per i veicoli che utilizzano tali carburanti, riducendo le barriere tecnologiche e regolatorie tra gli stati membri, e di contribuire così alla realizzazione di un sistema di trasporto in Europa che sia efficiente, competitivo e sostenibile, riducendo di conseguenza la dipendenza dal petrolio.

La Direttiva DAFI dispone inoltre che gli impianti di distribuzione di carburanti "che hanno erogato nel corso del 2015 un quantitativo di benzina e gasolio superiore a 10 milioni di litri e che si trovano nel territorio di una delle province i cui capoluoghi hanno superato il limite delle concentrazioni di PM10 per almeno 2 anni su 6 negli anni dal 2009 al 2014" debbano dotarsi entro il 31 Dicembre 2020 di infrastrutture di ricarica elettrica e di distribuzione di GNC o GNL. Infine, le Pubbliche Amministrazioni, le Regioni, gli enti locali e i gestori di servizi di pubblica utilità operanti nelle province ad alto inquinamento di particolato PM10, al momento della sostituzione del parco autoveicoli, autobus e mezzi di servizio di pubblica utilità, compresi quelli per la raccolta dei rifiuti urbani, sono obbligati all'acquisto di almeno il 25% di veicoli a GNC, GNL, elettrici o ibridi.

L'Italia vanta una lunga tradizione nella produzione e nell'utilizzazione dei veicoli a metano, rappresentando una *best practice* a livello mondiale. Nel 2017, circolavano in Italia 1.023.421 veicoli a metano (dati ACI 2017), rappresentando circa il 2% del totale dei veicoli circolanti e il 2,4% sul totale delle autoveicoli. Esiste inoltre un mercato dedicato alle flotte del trasporto pubblico: a oggi, il 4,2% del totale degli autobus nazionali sono a metano, ma questo rappresenta un mercato in crescita, anche in considerazione degli obblighi comunitari sopracitati. In questo settore, e in generale per i trasporti pesanti, si sta sempre più affermando l'utilizzo del metano liquefatto (GNL), mentre per il trasporto leggero è utilizzato il gas naturale compresso (GNC).

Tipologia veicolo	numero
Autobus	4.203
Autocarri trasporto merci	86.781
Autoveicoli speciali / specifici	4.401
Autovetture	926.704
Motocarri e quadricicli trasporto merci	220
Motocicli	624
Trattori stradali o motrici	487
Altro	1
TOTALE	1.023.421

Tabella 2. Mezzi a metano per tipologia – Anno 2017 (Fonte: ACI)

Per quanto concerne il metano, sono operativi in Italia 1.312 impianti (dato aggiornato a fine Gennaio 2019¹⁴) e vengono consumati in autotrazione oltre 1 miliardo di metri cubi di gas naturale all'anno; a questi bisogna aggiungere il consumo di metano per i mezzi del trasporto pubblico, pari a circa 90 milioni di metri cubi/anno¹⁵. È importante sottolineare come il biometano in forma gassosa può essere usato in sostituzione o in miscela, in qualsiasi percentuale, con il gas naturale fossile, già distribuito attraverso questa rete di stazioni di servizio.

14. <http://www.assogasmetano.it/rete/la-rete-distributiva-e-in-rapido-sviluppo/>

15. Dati CIB tratti da "Biogas Informa n°24 Speciale Biometano", 2018

3

IL BIOMETANO NELLA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO

La cessazione della qualifica di rifiuto (*end of waste*) per quanto riguarda il biogas, da cui deriva il biometano come fonte di energia, è già contemplata nella normativa italiana vigente, a partire dal Codice dell'Ambiente che ha stabilito che, in attesa di una disciplina maggiormente specifica e pertinente, si debba fare riferimento ai decreti ministeriali già in essere.

Anche la Commissione europea, a seguito della sollecitazione del Parlamento e del Consiglio d'Europa, ha compiuto e sta tuttora compiendo in questi ultimi anni grandi passi in avanti per incentivare la ricerca di fonti energetiche rinnovabili, e sostenere la produzione di biogas, al fine di ridurre le emissioni industriali nocive, fissando l'ambizioso traguardo di zero emissioni di CO₂ nell'atmosfera nel 2050. L'EBA (European Biogas Association) ha inoltre stimato che il settore produttivo di biogas da rifiuti ha generato in Europa, considerando i dati dell'anno 2013, 70.000 posti di lavoro in più, con una prospettiva di crescita continua; nel 2016, 4 milioni di lavoratori hanno trovato impiego nei settori attinenti all'economia circolare, con un incremento del 6% rispetto al 2012.

Nel pieno rispetto delle norme nazionali e in totale coerenza con il dettato comunitario, la Città metropolitana di Milano ha responsabilmente scelto, attraverso la propria direzione Ambiente e tutela del territorio, di rilasciare le autorizzazioni per la produzione di biometano, sospese a seguito della sentenza del Consiglio di Stato n. 1229 del Febbraio 2018, da una parte per attuare gli obiettivi dell'economia circolare e della gerarchia dei rifiuti, dall'altra per evitare il rischio di contenziosi e istanze risarcitorie, che avrebbero potuto rivelarsi fondate e onerose per l'ente pubblico.

Si riporta di seguito uno stralcio della lettera datata Aprile 2019 e indirizzata al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con cui la Città metropolitana di Milano ha comunicato la propria decisione:

"[...] l'interpretazione normativa del supremo organo amministrativo, che ha escluso che la definizione dei criteri di End of Waste ad opera di atti amministrativi fosse ammessa dall'art. 9 bis lettera a) del decreto legge 6 novembre 2008, n. 172 (L. 210/2008), ha reso evidente un vuoto normativo che delegittima la cessazione della qualifica di rifiuto caso per caso, al di fuori di quanto previsto dal d.m. 5.02.1998 o dal d.m. 161/2002 o da specifici decreti o regolamenti europei che individuano le condizioni per l'End of Waste (d.lgs. 209/2003, d.lgs 75/2010, Regolamento (UE) 333/2011, Regolamento (UE) 1179/2012, Regolamento (UE) 715/2013, d.m. 22/2013, d.m. 69/2018, d.lgs 49/2014).

La previsione contenuta nell'ordinamento dell'Unione Europea è ampia, in particolare al comma 4 dell'art 6 della Direttiva 2008/98/CE, è lasciata agli Stati Membri la possibilità di decidere caso per caso, in assenza di criteri specifici dettati da regolamenti comunitari e poste le condizioni generali (riproposte integralmente nell'art. 184 ter del d.lgs. 152/06).

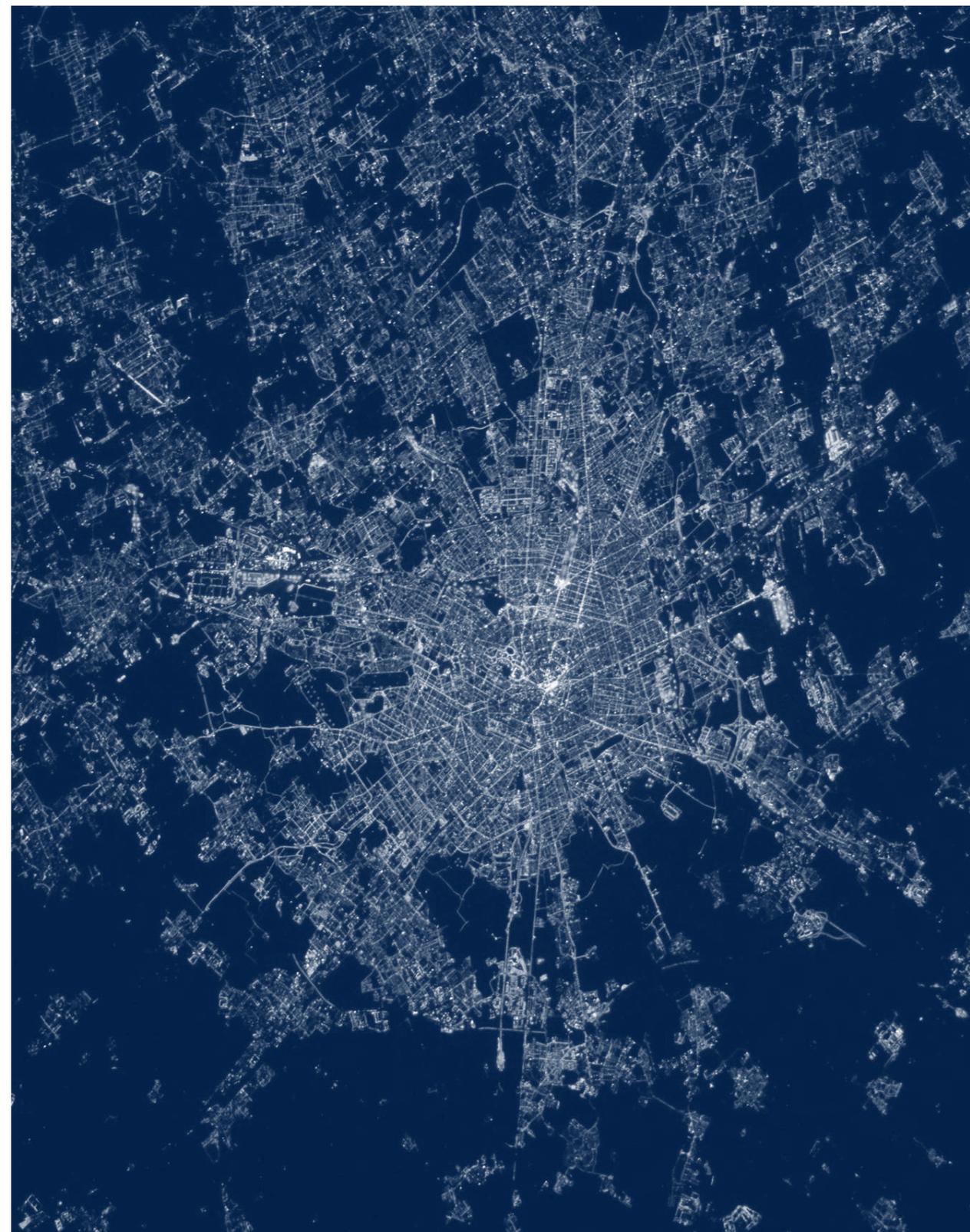
In più la stessa Commissione Europea nella guida all'interpretazione delle previsioni della Direttiva ha specificato che questo significa "qualsiasi livello all'interno dello Stato Membro incaricato di sviluppare tali criteri nell'ambito della struttura amministrativa nazionale". Margine di discrezionalità che si ritrova riproposto e anche ampliato nella Direttiva 2018/851, da recepire entro il 5 luglio 2020. Quindi, a fronte della scelta lasciata agli Stati, il legislatore nazionale ha previsto una definizione dei criteri specifici di End of Waste attraverso l'emanazione di appositi decreti ministeriali. Allo stato, la

mancata possibilità per le autorità competenti di procedere ad autorizzare numerosi cicli di recupero non normati, nell'attesa di DM relativi alle singole categorie di rifiuto, costituisce un blocco al recupero stesso e ai processi di end of waste, frustrando pesantemente l'attuazione dei principi dell' economia circolare, in evidente contrasto con l'ordine di priorità e gerarchia dei rifiuti previsti dalla Direttiva comunitaria, come peraltro recepita dallo stesso ordinamento nazionale, suscettibile di procedura di infrazione da parte della stessa Europa.

In tale contesto un discorso particolare merita il processo di recupero finalizzato alla produzione e immissione in rete del biometano. Si ritiene, infatti, che nella fattispecie in esame ci siano i presupposti per rilasciare i titoli autorizzativi, poiché si è in presenza di una normativa che, seppure destinata ad altri scopi, già disciplina i criteri specifici richiesti, relativi al prodotto. Si tratta di una sostanza che soddisfa i requisiti richiamati dall'art. 184 ter del D. Lgs. 152/06 non solo perché il biometano è comunemente utilizzato per scopi specifici ed esiste un mercato e una domanda (peraltro soggetta ad incentivazione da parte dello Stato), ma in quanto compiutamente definita in ordine alle caratteristiche tecnicoscientifiche e perciò stesso regolamentata a più livelli. Basti pensare alle specifiche norme UNI (es. UNI EN 167231:2016 e UNI EN 167232:2016) che disciplinano le qualità del biometano per gli usi indicati, oltre al D.M. 2 marzo 2018 n. 28/2011 che prevede testualmente all'articolo 21 "Incentivazione del biometano immesso nella rete del gas naturale" che prevede al comma 1 "incluso il biometano, per i quali il soggetto che li immette in consumo dimostri, mediante le modalità di cui all'articolo 39, che essi sono stati prodotti a partire da rifiuti, compreso il gas di scarica" e alla direttive dell' ARERA, da ultimo deliberazione n.239/2017/R/gas del 13 aprile 2017, che alle stesse disposizioni comunitarie rinviano espressamente."

Il filo logico del ragionamento, e della conseguente decisione, è il seguente: esistono norme dettagliate e molto chiare che autorizzano la produzione del metano dalla fermentazione che avviene nei giacimenti sotterranei; anche la produzione di biometano avviene esattamente nello stesso modo, attraverso la fermentazione dei rifiuti. Il processo è il medesimo, e quindi la Città metropolitana – con competenze delegate dalla Regione in materia ambientale – può autorizzare quegli impianti che sono già in grado, e aspettano da tempo, di produrre biometano.

l'interno di una governance nazionale, la Città metropolitana di Milano si fa promotrice di un percorso di aggiornamento normativo, coerente con gli obiettivi europei e internazionali, al fine di rendere possibile, per le autorità competenti, di procedere ad autorizzare i numerosi cicli di recupero finora non ancora normati. L'attuale vuoto legislativo, nell'attesa di decreti relativi alle singole categorie di rifiuto, costituisce infatti per il Paese un blocco ai processi di end of waste e all'economia circolare, con il rischio di favorire un mercato parallelo regolato da organizzazioni malavitose. Se non si recepiscono pienamente le politiche europee, facendo partire al più presto i decreti che regolano tecnicamente il trattamento e la destinazione di quelli che finora sono stati considerati meri rifiuti, ma che sono invece una risorsa per la manifattura italiana, si rischia di perdere un'occasione di rilancio economico fondamentale per il territorio, e per il Paese intero.



Milano è un territorio ormai maturo per questa svolta. Caratterizzato da un'elevata densità, con una domanda e un'offerta significative, una filiera produttiva corta, e la presenza di numerosi impianti, infrastrutture e servizi già esistenti (che non richiedono ulteriore consumo di suolo), in grado di estendere la capacità digestiva anaerobica, fino a oggi sottoutilizzata per la produzione di biogas, anche al trattamento di rifiuti provenienti dal ciclo agro-industriale e zootecnico, e dalla frazione umida urbana, già oggi differenziati in percentuale elevata.

C'è inoltre il vantaggio, inestimabile, legato al tema della sicurezza sociale e della lotta alle mafie dei rifiuti che controllano la cosiddetta "terra di mezzo" con violenza e corruzione. Basti pensare ai tanti episodi criminali legati alla gestione e smaltimento illecito dei rifiuti, e alle conseguenze sull'ambiente e sulla salute dei cittadini nel caso, per esempio, dei famigerati roghi dei capannoni, dove vengono stoccati illegalmente rifiuti, e poi bruciati, con il rischio che le fiamme divampino nell'ambiente circostante e che la combustione produca diossina, o dell'abbandono di rifiuti non biodegradabili in mare.

Un ulteriore elemento positivo è costituito dalla risposta al bisogno di accrescere l'energia prodotta da fonti rinnovabili, in una regione, un territorio con percentuali inferiori alla media nazionale, e posto all'interno del bacino della pianura padana, tra le zone più inquinate d'Europa.

L'economia circolare rappresenta una grande possibilità per ricollegare all'ambiente il mondo delle imprese, quello della pubblica amministrazione e i cittadini, condividendo sia i benefici che l'impegno a realizzare assieme, attraverso partnership costruttive, un nuovo ecosistema produttivo.

3.1 Il biometano nel Servizio Idrico Integrato

Anche sul fronte dell'applicazione delle norme sul biometano al settore idrico la Città metropolitana di Milano è pioniera. Infatti in data 17/03/2018, con deliberazione n. 6¹⁶, l'Ufficio d'Ambito della Città metropolitana di Milano, per la prima volta sul territorio nazionale, ha formalmente approvato l'inserimento nel piano degli investimenti del Servizio Idrico Integrato di un impianto finalizzato alla produzione di biometano dalla digestione anaerobica di fanghi di depurazione, con specifico riferimento all'impianto di depurazione di Bresso/Niguarda gestito da Gruppo CAP.

La decisione dell'Ufficio d'Ambito è pervenuta a seguito di un approfondito iter istruttorio finalizzato ad accertare e validare:

- i benefici diretti che l'installazione di una sezione di produzione di biometano a valle delle filiere di depurazione esistenti ha sul servizio idrico, in termini di riduzione di costi con specifico riferimento all'acquisto di carburante per autotrazione per i mezzi del gestore del SII;
- gli effetti positivi (e cioè in riduzione) sulla tariffa del servizio idrico a seguito dell'inserimento dell'investimento in termini di riduzione del moltiplicatore tariffario.

L'Ufficio d'Ambito, nella stessa sede, ha ritenuto opportuno autorizzare il Gestore del SII anche ad attività di recupero e smaltimento di matrici organiche di natura alimentare presso gli asset di digestione anaerobica degli impianti di depurazione esistenti del gestore del SII e ciò coerentemente con gli obiettivi dell'economia circolare e in particolare con la possibilità valorizzare le matrici organiche per la produzione di biogas/biometano con recupero di energia elettrica/calore.

Facendo seguito alla delibera di marzo, nel giugno 2018 in sede di Approvazione del Piano degli investimenti quinquennale del gestore del SII, l'Ufficio d'Ambito ha esteso i concetti anche alla potenziale valorizzazione di FORSU all'interno degli impianti di depurazione riservandosi la facoltà di individuare i benefici di diversa natura derivanti da tali investimenti e tra di essi, in particolare, i positivi ritorni a favore del servizio idrico anche sotto forma di riduzione della tariffa d'utenza in ottica di profit sharing.

3.2 Il biometano e le emissioni climalteranti

La riflessione sul biometano è tanto più rilevante in quanto direttamente connessa alla riduzione delle emissioni climalteranti. Anche su questo Città metropolitana di Milano ha inteso costruire una *roadmap* verso la redazione di un piano clima con l'obiettivo di allineare il contesto locale al dibattito internazionale e ai nuovi temi della pianificazione climatica e territoriale integrate e di perseguire i target di riduzione delle emissioni di gas serra e di adattamento già stabiliti a livello internazionale¹⁷.

Nello specifico, la Città metropolitana si prefigge di:

- portare conoscenza e trasferire i temi del cambiamento climatico all'interno delle pratiche pianificatorie locali, rileggendo strumenti e piani nell'ottica della resilienza territoriale;
- comunicare e disseminare le sfide dei cambiamenti climatici alle popolazioni locali, definendo una strategia di comunicazione;
- affrontare le sfide spaziali (pianificazione del territorio) e climatiche (pianificazione ambientale) in maniera integrata con obiettivi di efficacia.

16. <http://atocittametropolitanadimilano.it/wp-content/uploads/Allegato-1-alla-Delib.-6-CdA-17.03.2018.pdf>

17. "Cambiamenti climatici e territorio: linee guida e proposte operative della Città metropolitana di Milano. Progetti territoriali Cariplo 2017" https://inlinea.cittametropolitana.mi.it/newsletter/doc/Progetto_Cambiamenti_climatici_e_territorio.pdf

4

DISPONIBILITÀ E POTENZIALITÀ DELLE BIOMASSE RESIDUALI NELLA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO

Basandosi su quanto fatto dal CIB, le biomasse residuali considerate nel presente studio sono gli effluenti zootecnici, i residui agricoli e i sottoprodotti agro-industriali. Non sono state considerate le colture dedicate, in quanto esulano dalle finalità del presente studio.

4.1 Effluenti zootecnici

I reflui o effluenti zootecnici sono costituiti dai prodotti di scarto degli allevamenti, quali deiezioni zootecniche (feci, urine), acque di lavaggio, lettiera ecc. Per conoscere la disponibilità di effluenti zootecnici nella Città metropolitana di Milano è necessario conoscere il numero di animali da allevamento presenti sul territorio, consultabili attraverso il portale dell'Anagrafe Nazionale Zootecnica¹⁸ del Ministero della Salute. La Banca Dati Nazionale dell'Anagrafe Zootecnica (BDN) permette di verificare la consistenza degli allevamenti e del numero di capi per diverse specie animali, e in particolare:

- bovini e bufalini;
- ovini e caprini;
- suini;
- avicoli;
- equidi;
- specie da acquacoltura.

L'anagrafe zootecnica serve inoltre a garantire la tracciabilità e la rintracciabilità degli animali e dei loro prodotti e la programmazione dei controlli, al fine di assicurare la tutela della salute pubblica.

In riferimento al presente studio e sulla base di quanto fatto dal CIB, si sono considerate due specie per il calcolo del potenziale degli effluenti:

- i bovini e i bufalini;
- i suini.

Non sono stati invece considerati gli avicoli per una serie di problematiche a essi associati:

- la specie avicola comprende animali con caratteristiche molto differenti tra loro, a partire dalla taglia, quindi è difficile operare una classificazione che non risulti eccessivamente complessa;
- l'elevato contenuto di ammoniaca che si libera durante la digestione dei reflui avicoli può inibire la produzione del metano;
- gli effluenti degli avicoli contengono alte concentrazioni di azoto e ciò può portare all'avvelenamento del digestore, ovvero un'inibizione del processo di produzione del metano; inoltre questi tendono a produrre grandi quantitativi di ceneri e inerti, che creano un sedimento che, depositandosi sul fondo, può ostruire il digestore;
- le deiezioni avicole provocano odori sgradevoli.

18. http://statistiche.izs.it/portal/page?_pageid=73,12918&_dad=portal

Le tabelle seguenti mostrano la consistenza dei capi bovini e bufalini e la consistenza dei capi suini, aggiornate al 31 Dicembre 2018, per la Città metropolitana di Milano.

	n°		n°
CAPI TOTALI	81.939	CAPI TOTALI	75.846
di cui bovini	80.280	Lattonzoli	15.588
di cui bufalini	1.659	Magroncelli	15.802
MASCHI	9.542	Magroni	18.173
di cui con età compresa tra 0 e 12 mesi	5.191	Grassi	19.901
di cui con età compresa tra 12 e 24 mesi	3.749	Scrofe	4.970
di cui con età compresa tra 24 e 36 mesi	286	Scrofette	1.308
di cui con età oltre 36 mesi	316	Verri	64
FEMMINE	72.397	Cinghiali	40
di cui con età compresa tra 0 e 12 mesi	15.429		
di cui con età compresa tra 12 e 24 mesi	15.582		
di cui con età compresa tra 24 e 28 mesi	5.176		
di cui con età compresa tra 28 e 60 mesi	24.857		
di cui con età compresa tra 60 e 96 mesi	9.278		
di cui con età oltre 96 mesi	2.075		

Tabella 3. Consistenza capi bovini e bufalini nella provincia di Milano. (Fonte: Anagrafe Nazionale Zootechnica)

	n°
CAPI TOTALI	75.846
Lattonzoli	15.588
Magroncelli	15.802
Magroni	18.173
Grassi	19.901
Scrofe	4.970
Scrofette	1.308
Verri	64
Cinghiali	40

Tabella 4. Consistenza capi suini nella provincia di Milano. (Fonte: Anagrafe Nazionale Zootechnica)

Utilizzando un tool sviluppato da AzzerCO₂ nell'ambito del progetto ISAAC (*Increasing Social Awareness and ACceptance of biogas and biomethane*), è possibile calcolare la producibilità totale di biogas che si avrebbe dallo sfruttamento degli effluenti dei capi considerati. È importante sottolineare come, per ciascuna specie, è considerata una diversa resa specifica in biogas per tonnellata di liquame (refluo liquido) e di letame (refluo solido)¹⁹.

Considerando dunque di impiegare in impianti di digestione anaerobica gli effluenti prodotti dal 100% dei capi di ciascuna specie presa in analisi, la producibilità massima di biogas nella Città metropolitana di Milano risulta pari a circa 35,8 milioni di Sm³/anno.

Su tutte le aziende					
Tipo di animali	Bovini adulti (più di 24 mesi)	Rimonta (manzi di 1-2 anni)	Vitelli (0-12 mesi)	Maiali adulti	Lattonzoli e magroncelli (<50kg)
n° di capi	41.988	19.331	20.620	44.456	31.390
Producibilità liquame [ton/(anno*capo)]	19,45	9,93	3,87	9,90	0,99
Producibilità biogas specifica metanigena riferita al liquame (Sm ³ /ton)	13,98	13,98	13,98	16,61	16,61
Producibilità letame [ton/(anno*capo)]	6,83	3,28	1,32	0,00	0,00
Producibilità biogas specifica metanigena riferita al letame (Sm ³ /ton)	33,75	33,75	33,75	81,2	81,2
Producibilità biogas totale (Sm ³ /capo)	502,4	249,5	98,7	164,5	16,4
Produzione biogas (Sm ³ /anno)	21.094.581	4.823.725	2.034.247	7.312.061	516.298

Figura 2. Estratto dal tool per la producibilità del biogas e del biometano - Risultati per gli effluenti zootechnici.

Supponendo una resa in biometano del 60% e un'efficienza di impianto pari al 98%, si ottiene una producibilità di biometano di poco più di **21 milioni di Sm³/anno**.

19. Le rese specifiche sono calcolate sulla base dello studio "ENEA RSE - Analisi e stima quantitativa della potenzialità di produzione energetica da biomassa digeribile a livello regionale. Studio e sviluppo di un modello per unità energetiche"

4.2 Residui agricoli e sottoprodotti agro-industriali

Gli scarti agricoli sono costituiti dalla frazione biodegradabile dei prodotti e sottoprodotti provenienti dall'agricoltura e dalle foreste. I sottoprodotti agro-industriali sono costituiti dagli scarti dalla trasformazione dei cicli produttivi e dalla preparazione dei prodotti alimentari (vinaccia, sansa, lolla di riso, gusci di frutta, scarti di macellazione, residui dell'industria casearia...). La disponibilità degli scarti agricoli e agroindustriali nella Città metropolitana di Milano considerata nel presente lavoro è ottenuta con l'utilizzo della piattaforma web A.I.D.A. (*Advanced and Innovative tool for Developing feasibility Analysis of biomass plants*) dell'ENEA²⁰. La piattaforma contiene informazioni sui potenziali degli scarti agricoli, delle colture energetiche e del legno per i diversi territori. Per la Città metropolitana di Milano, si hanno i dati riportati nella Figura 3. Per il presente lavoro, si escludono dal calcolo del potenziale di biometano le colture energetiche, che esulano dalle finalità di questo studio, e il legno foreste, che non risulta adatto a essere impiegato nei digestori.

Scarti agricoli		Colture energetiche		Legno foreste	
	t _{ss} /anno		t _{ss} /ha		t _{ss} /anno
Paglie	310.046,83	Miscanto	21,54	Boschi latifoglie	8.879,58
Potature	467,25	Panico	16,15	Boschi conifere	18,11
Lolla-Riso	16.431,75	Cardo	8,71	Arboricoltura	3.068,12
Gusci frutta	0,00				
Vinaccia	196,48				
Sansa	0,00				

Figura 3. Potenziale dei residui agricoli per la provincia di Milano. (Fonte: A.I.D.A.)

4.2.1 Paglie

Dalla Figura 3, si vede come gli scarti agricoli potenzialmente disponibili nella Città metropolitana di Milano sono:

- Le paglie, per circa 310 mila tonnellate/anno;
- Le potature, per circa 467 tonnellate/anno.

Queste ultime non sono una biomassa adatta a essere impiegata all'interno dei digestori anaerobici, quindi verranno considerate solo le paglie.

Prima di eseguire la stima per la producibilità del biogas, è stato necessario fare una considerazione in merito alla quantità di paglia disponibile. Si suppone che parte del quantitativo totale disponibile venga impiegato presso gli allevamenti come lettiera per gli animali, e quindi non sia disponibile come scarto: in questo modo si evita il doppio conteggio, in quanto tale quantità viene già considerata inclusa nel letame. Dunque, a partire dal numero di bovini, bufalini e suini presenti nella Città metropolitana è stato calcolato, secondo i suggerimenti contenuti nell'Allegato A del "Programma d'azione per la zona vulnerabile da nitrati di origine agricola di Arborea" della Regione Sardegna²¹, la quantità (in tonnellate) di paglia necessaria negli allevamenti, che è stata dunque sottratta alla quantità totale disponibile in Lombardia: la richiesta di paglia per gli allevamenti è stata calcolata pari a circa 71.557 tonnellate/anno, quindi la disponibilità rimanente di paglie è pari a circa 238.490 tonnellate/anno.

Considerando, anche in questo caso, di avvalersi del tool sviluppato da AzzerCO₂, che impiega un valore di resa specifica in biogas della paglia pari a 295 Sm³/t, e di ipotizzare l'impiego del 100% dei residui disponibili (potenzialità massima della provincia), si ottiene una producibilità di biogas pari a circa 70,4 milioni di Sm³/anno. Supponendo una resa in biometano del 60% e un'efficienza di impianto pari al 98%, si ottiene una producibilità di biometano di circa **41,4 milioni di Sm³/anno**.

4.2.2 Lolla di riso e vinaccia

Dalla Figura 3, è chiaro come risultano potenzialmente disponibili nella Città metropolitana di Milano tra i sottoprodotti agro-industriali:

- La lolla di riso, per circa 16,4 mila tonnellate/anno;
- La vinaccia, per circa 196 tonnellate/anno.

Buona parte della lolla di riso prodotta è solitamente reimpiegata come mangime negli allevamenti, quindi non è disponibile come sottoprodotto da utilizzare nei digestori. Ipotizzando dunque di poter avere a disposizione per la digestione anaerobica il 10% della quantità totale disponibile in regione (caso conservativo) e considerando, ancora una volta, di avvalersi del tool di AzzerCO₂, con una resa specifica in biogas della lolla pari a 565 Sm³/t, si ottiene una producibilità di biogas pari a circa 951 mila Sm³/anno. Supponendo una resa in biometano del 60% e un'efficienza di impianto pari al 98%, si ottiene una producibilità di biometano di circa **559 mila Sm³/anno**.

4.2.3 Scarti di macellazione

Un discorso a parte meritano gli scarti di macellazione che, dopo l'entrata in vigore del Regolamento CE 1774/02 del 3 Ottobre 2002 "Norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano", sono considerati "sottoprodotti animali non destinati al consumo umano" e non più rifiuti. La produzione e lavorazione della carne comporta la formazione di una grande quantità di scarti che pongono problemi dal punto di vista gestionale e igienico, in quanto i macelli sono tenuti a trattarli per non incorrere in problemi di carattere sanitario. I sottoprodotti di origine animale, o SOA, sono classificati in tre categorie (ai sensi del Regolamento CEE n. 1069/2009):

20. <http://aida.casaccia.enea.it/aida/default.asp>

21. https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_73_20060406132059.pdf

- Categoria 1: comprende sottoprodotti quali ruminanti morti in stalla o parti di bovini regolarmente macellati che presentano un rischio elevato, anche non accertato, di BSE (encefalo, midollo spinale, tonsille, intestini, ecc.). Rientrano in questa tipologia i materiali definiti Materiale Specifico a Rischio (MSR).
- Categoria 2: comprende sottoprodotti quali animali morti di specie aviarie, mammiferi morti, diversi dai ruminanti o contenenti residui di farmaci, stallatico.
- Categoria 3: comprende sottoprodotti il cui rischio sanitario è minore o addirittura nullo, come le parti animali idonee al consumo umano ma che non vi sono più destinate per motivi commerciali (grasso, ossa e scarti di pesce).

Non tutti gli scarti di macellazione possono essere utilizzati in impianti di digestione anaerobica: possono essere utilizzati gli scarti di categoria 2 e quelli di categoria 3 e previ appositi trattamenti igienico-sanitari. La quota di SOA recuperabile in processi di digestione anaerobica nei bovini è compresa tra il 33% e il 35%, in funzione dell'età del capo macellato e della presenza nei macelli di linee di sezionamento per il disossamento. Per il comparto "suini", i sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano rappresentano circa il 18%, ovvero la quasi totalità degli scarti.

In Tabella 5, sono riassunte le caratteristiche principali per le due specie considerate, bovini/bufalini e suini, per il calcolo del potenziale di biometano producibile nella Città metropolitana di Milano. Il numero dei capi macellati è calcolato a partire dai dati della Banca Dati Nazionale dell'Anagrafe Zootecnica e sono riferiti all'anno 2018. I dati del peso vivo medio sono dell'ISTAT²² e fanno riferimento al periodo Gennaio-Novembre 2018 per i bovini e all'anno 2016 per i suini. L'indice di scarto digeribile è infine un dato ENEA²³.

Specie animale	n° capi macellati	Peso vivo medio [kg]	Indice di scarto digeribile (su peso vivo del capo macellato)
Bovini e bufalini	5.150	510,7	35%
Suini	13.417	162,9	18%

Tabella 5. Parametri per il calcolo del potenziale di produzione di biometano da scarti di macellazione

I SOA disponibili per i bovini/bufalini risultano pari a circa 920,5 tonnellate/anno, mentre per i suini a 393,4 tonnellate/anno, per un totale di circa 1.314 tonnellate/anno di scarti di macellazione. Utilizzando il tool sviluppato da AzzerCO₂ con una resa specifica in biogas pari a 105 Sm³/t e di ipotizzare l'impiego del 100% degli scarti disponibili (potenzialità massima della provincia), si ottiene una producibilità di biogas pari a circa 138 mila Sm³/anno. Supponendo una resa in biometano del

60% e un'efficienza di impianto pari al 98%, si ottiene una producibilità di biometano di circa 81,1 mila Sm³/anno. Si vede come il quantitativo non è elevatissimo, tuttavia bisogna considerare la possibilità di introdurre tali residui, ad esempio, in co-digestione con i fanghi di depurazione o le deiezioni zootecniche.

4.2.4 Altri scarti dell'industria agroalimentare

Oltre alla lolla di riso e ai residui della macellazione, l'agro-industria produce numerosi altri sottoprodotti che possono essere impiegati negli impianti di digestione anaerobica. Tra questi, si possono annoverare, a titolo esemplificativo ma non esaustivo:

- gli scarti della trasformazione del pomodoro e degli ortaggi (legumi, patate);
- gli scarti delle spremiture degli agrumi;
- gli scarti della produzione dell'uva e dell'oliva;
- gli scarti dell'industria casearia;
- gli scarti dei pastifici e dell'industria dolciaria.

Considerare il potenziale di tali sottoprodotti risulta complesso, in quanto dipende fortemente dalla presenza di aziende agro-alimentari nel territorio circostante gli impianti, come anche dalla disponibilità di ciascuna azienda a cedere i propri sottoprodotti. Si è scelto quindi, in questa prima fase dello studio, di non includere altri scarti agroindustriali oltre a quelli sopra considerati.

4.3 Riepilogo delle disponibilità e della producibilità delle biomasse residuali nella Città metropolitana di Milano

La seguente tabella sintetizza le producibilità mappate nel territorio della Città metropolitana di Milano.

Deiezioni animali	Scarti agricoli (paglie)	Scarti di macellazione
81.939 bovini e bufalini e 75.846 suini presenti	310.047 tonnellate di paglie disponibili	5.150 bovini e 13.417 suini macellati in un anno
21 milioni di Sm ³ di biometano producibili in un anno	41,4 milioni di Sm ³ di biometano producibili in un anno	138 mila Sm ³ di biometano producibili in un anno

Grafico 5. Riepilogo della disponibilità e della producibilità delle biomasse residuali nella Città metropolitana di Milano.

22. <http://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/3935>
<http://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/7600>

23. Dallo studio ENEA "Analisi e stima quantitativa della potenzialità di produzione energetica da biomassa digeribile a livello regionale. Studio e sviluppo di un modello per unità energetiche Parte 1 - Metodologia".

5

DISPONIBILITÀ E POTENZIALITÀ DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI (FORSU)

Nel presente capitolo è mostrata una panoramica sulla situazione dei rifiuti urbani e della loro gestione in Europa e in Italia. **A seguire un focus sulla situazione attuale nella Regione Lombardia e nell'area metropolitana di Milano**, area di interesse del presente lavoro, per valutare l'esistente e le eventuali criticità, al fine di avere un quadro complessivo, anche in riferimento alla situazione impiantistica della Regione Lombardia e della Città metropolitana. I dati, salvo diversamente specificato, sono tratti dal "Rapporto Rifiuti Urbani – Edizione 2018"²⁴ dell'ISPRA.

5.1 Produzione di rifiuti urbani e differenziati

5.1.1 Europa

Il Rapporto dell'ISPRA contiene una panoramica sulla produzione dei rifiuti urbani di tutti i Paesi membri dell'Unione Europea. Al fine di tenere conto delle differenti condizioni socioeconomiche dei 28 Stati UE, l'ISPRA ha preso in considerazione tre macroaree:

- I "vecchi" Stati membri UE 15.
- I "nuovi" Stati membri UE 13 (o NSM), che comprendono i Paesi di più recente ingresso: Slovenia, Ungheria, Malta, Repubblica Ceca, Slovacchia, Polonia, Lituania, Lettonia, Estonia, Cipro, Bulgaria, Romania e Croazia.
- Tutti gli Stati membri UE 28.

La principale fonte utilizzata per i dati relativi alla produzione e alla gestione dei rifiuti in Europa, nonché per i dati di carattere economico e demografico, è l'EUROSTAT (Ufficio Statistico dell'Unione Europea²⁵), in riferimento all'anno 2016.

In Tabella 6 sono riportati i dati di produzione dei rifiuti urbani nelle tre macroaree considerate. Rispetto al 2015, nel 2016 si è registrato un incremento dello 0,7% a livello UE 28 e dello 0,2% per gli Stati UE 15, mentre i nuovi Stati membri fanno registrare un +4%.

Macroarea	2014	2015	2016
UE 28	242.896	244.823	246.586
UE 15	209.854	211.250	211.685
UE 13	33.042	33.573	34.901

Tabella 6. Produzione rifiuti urbani [kt] – Anni 2014-2016. (Fonte: ISPRA)

24. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-edizione-2018>

25. <http://ec.europa.eu/eurostat>

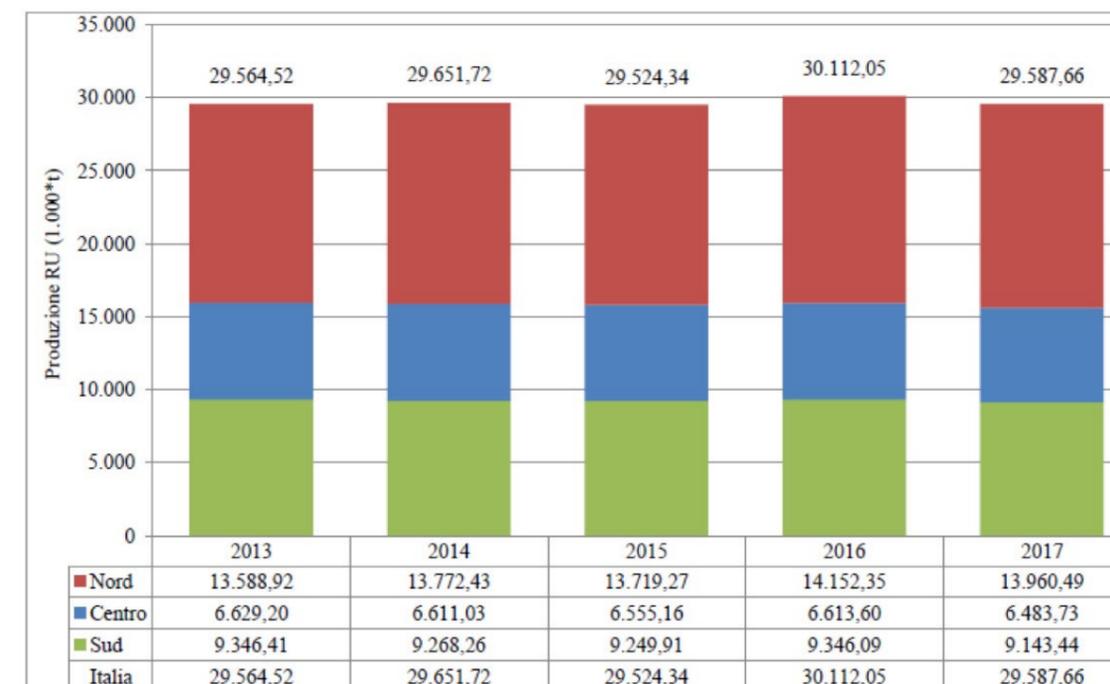
Macroarea/Paese	2014	2015	2016
UE 28	478	481	485
UE 15	521	522	521
UE 13	315	321	335
Belgio	426	412	420
Bulgaria	442	419	404
Repubblica Ceca	310	316	339
Danimarca	789	789	777
Germania	631	632	627
Estonia	357	359	376
Irlanda	562	573	581
Grecia	488	488	498
Spagna	448	456	443
Francia	519	517	511
Croazia	387	393	403
Italia	488	486	497
Cipro	614	638	640
Lettonia	364	404	410
Lituania	433	448	444
Lussemburgo	626	607	614
Ungheria	385	377	379
Malta	591	606	621
Paesi Bassi	527	523	520
Austria	565	560	564
Polonia	272	286	307
Portogallo	453	460	474
Romania	249	247	261
Slovenia	432	449	466
Slovacchia	320	329	348
Finlanda	482	500	504
Svezia	438	447	443
Regno Unito	482	483	483

Risulta più interessante analizzare il dato di produzione pro capite per ogni Stato, calcolato come rapporto tra la produzione di rifiuti urbani e la popolazione media dell'anno di riferimento: si osserva una situazione molto variegata, con valori variabili tra i 261 kg/abitante per anno della Romania ai 777 kg/abitante per anno della Danimarca, sottolineando ancora la netta differenza tra i vecchi e i nuovi Stati membri. Dal confronto con il 2015, si nota come il valore pro capite medio dell'UE 15 si sia ridotto (-0,2%) mentre quello dei nuovi Stati membri sia aumentato (+4,4%), traducendosi, per l'UE 28, in un leggero incremento (+0,4%).

L'Italia raggiungeva nel 2016 un pro capite pari a 497 kg/abitante per anno, in linea con la media UE28 e inferiore rispetto alla macroarea UE15; come si vedrà nel paragrafo successivo questo valore si è ridotto nel 2017, attestandosi a 489 kg/abitante per anno.

5.1.2 Italia

Nel "Rapporto Rifiuti Urbani", l'ISPRA ha stilato un'approfondita analisi della situazione nazionale e regionale relativa alla produzione e alla gestione dei rifiuti urbani in Italia. Nel 2017, la produzione nazionale di rifiuti urbani (RU) si è attestata a 29,6 milioni di tonnellate, in diminuzione rispetto all'anno precedente²⁶; il calo della produzione si riscontra in tutte le macroaree geografiche della penisola, come mostrato nel Grafico 6.



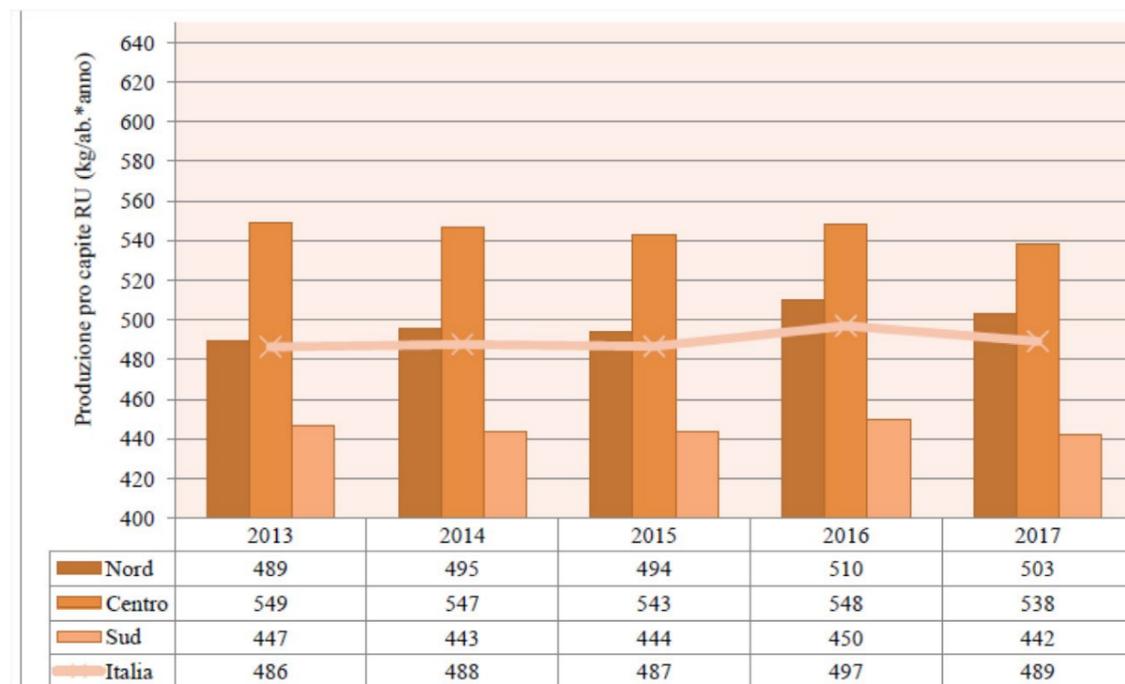
Fonte: ISPRA

Grafico 6. Andamento produzione rifiuti urbani in Italia per macroarea geografica - Anni 2013 - 2017. (Fonte: ISPRA)

Il quantitativo pro capite italiano è pari a 489 chilogrammi per abitante, anch'esso in calo rispetto al 2016: i valori più alti di produzione pro capite si osservano, come negli anni precedenti per il Centro (538 chilogrammi per abitante), seguiti dal Nord (503 chilogrammi per abitante) e infine dal Sud (442 chilogrammi per abitante).

Tabella 7. Produzione pro capite dei rifiuti urbani [kg/abitante per anno] - Anni 2014 -2016. (Fonte: ISPRA)

26. Tale riduzione è in parte dovuta al cambio della metodologia di calcolo, che a partire dal 2016 si basa sui criteri stabiliti dal decreto ministeriale 26 Maggio 2016. Rifiuti di carta, cartone, legno, rifiuti dei mercati, rifiuti provenienti da comparti industriali (agroalimentare, tessile)



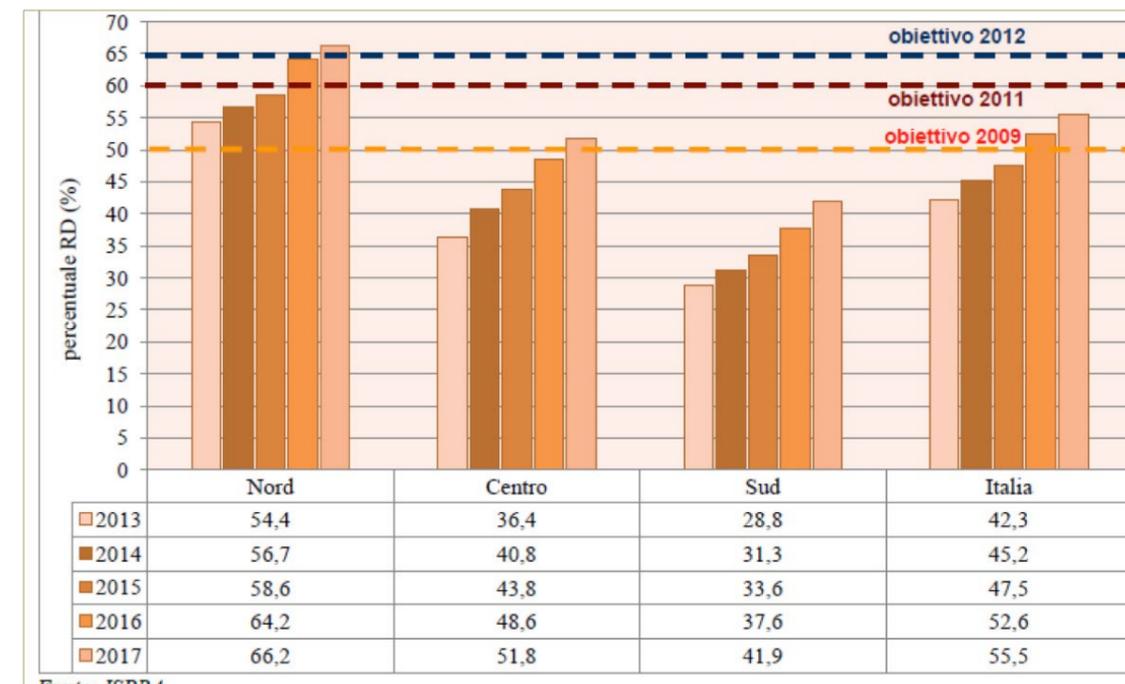
Fonte: ISPRA

Grafico 7. Andamento produzione pro capite rifiuti urbani in Italia per macroarea geografica – Anni 2013 – 2017. (Fonte: ISPRA)

Nel 2017, la percentuale di raccolta differenziata (RD), determinata secondo la metodologia prevista dal decreto ministeriale del 26 Maggio 2016, risulta pari al 55,5% della produzione nazionale, con una crescita di 3 punti percentuali rispetto al 2016. La tendenza verso una maggiore differenziata è sicuramente spinta dalle direttive europee e nazionali. In particolare, il Piano d'azione sull'economia circolare dell'Unione Europea "L'anello mancante – Piano d'azione dell'Unione Europea per l'economia circolare" stabilisce i seguenti obiettivi, comuni a tutti gli Stati membri:

- riciclo del 65% dei rifiuti urbani entro il 2030;
- riciclo del 75% dei rifiuti di imballaggio entro il 2030;
- limite massimo vincolante del 10% di conferimento in discarica di tutti i rifiuti prodotti;
- divieto di conferimento in discarica dei rifiuti raccolti in modo differenziato.

Il D.Lgs. n. 152/2006 e la legge 27 Dicembre 2006, n. 296 individuano diversi obiettivi intermedi di raccolta differenziata e come obiettivo finale la raccolta di almeno il 65% di differenziata entro il 31 Dicembre 2012: in realtà, nel 2017, la percentuale di raccolta differenziata si è attestata al 55,5%, dunque non si è ancora raggiunto l'obiettivo nazionale previsto per il 2012. Da segnalare alcune Regioni virtuose, che hanno già raggiunto e superato questo valore: Veneto, Trentino Alto Adige, Lombardia e Friuli Venezia Giulia.



Fonte: ISPRA

Grafico 8. Andamento della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani – Anni 2013 – 2017 (Fonte: ISPRA)

In valore assoluto, la raccolta differenziata si attesta a circa 16,4 milioni di tonnellate, principalmente imputabili alle Regioni del Nord Italia. Il pro capite nazionale è pari a 272 chilogrammi per abitante, con valori di 333 kg/abitante per il Nord, 279 kg/abitante per il Centro e 185 kg/abitante per il Sud.

Entrando nel merito della sola componente organica dei rifiuti urbani raccolta in modo differenziato (umido + verde), la percentuale sul totale nazionale è pari al 40,3% (6.622 kt su 16.430 kt totali).

La raccolta della frazione organica dei rifiuti è costantemente in crescita, come mostra il Grafico 9: nell'ultimo anno si è registrato un aumento dell'1,6%. Tra il 2010 e il 2017 si è assistito a un interessante +58,2%.

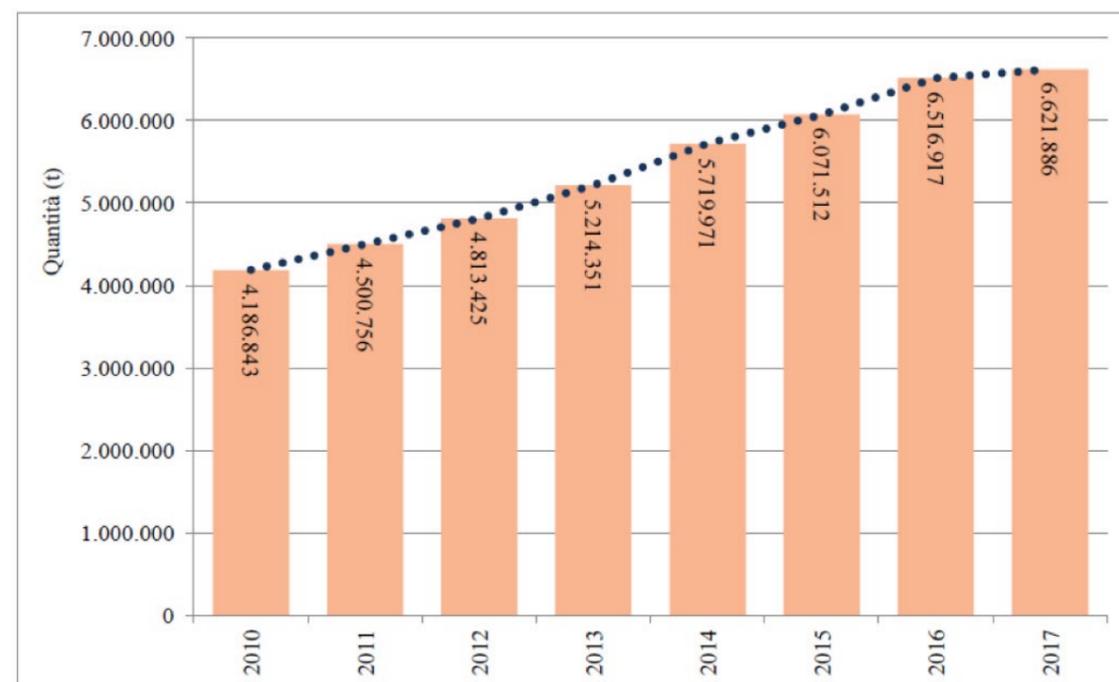


Grafico 9. Andamento della raccolta differenziata della frazione organica in Italia - anni 2010 - 2017. (Fonte: ISPRA)

5.1.3 Regione Lombardia e Città metropolitana di Milano

Nella Tabella 8 è mostrata la quantità di rifiuti urbani (RU) e la quantità di rifiuto differenziato (RD), in tonnellate, raccolte nelle province lombarde nel 2017; per ciascuna è calcolato il dato pro capite (produzione/popolazione) sia per i RU che per i RD e infine la percentuale di raccolta differenziata in ciascuna provincia. La percentuale media della Regione Lombardia si attesta al 69,9%, contro una media italiana al 2017 pari al 55,5%. Nell'area della Città metropolitana di Milano tale percentuale è un po' più bassa.

Provincia	Popolazione	RU [t]	Pro capite RU [kg/abitanti*anno]	RD [t]	Pro capite RD [kg/abitanti*anno]	% RD
Varese	890.528	415.486	466,6	312.505	350,9	75,2%
Como	599.301	283.221	472,6	187.991	313,7	66,4%
Sondrio	181.403	83.955	462,8	46.148	254,4	55,0%
Milano	3.234.658	1.500.123	463,8	974.278	301,2	64,9%
Bergamo	1.111.035	493.503	444,2	365.311	328,8	74,0%
Brescia	1.262.402	639.127	506,3	473.491	375,1	74,1%
Pavia	545.810	275.993	505,7	138.594	253,9	50,2%

Cremona	358.512	168.394	469,7	131.851	367,8	78,3%
Mantova	411.762	209.048	507,7	181.060	439,7	86,6%
Lecco	339.384	158.317	466,5	110.853	326,6	70,0%
Lodi	229.765	98.014	426,6	72.978	317,6	74,5%
Monza e della Brianza	871.698	360.309	413,3	266.607	305,8	74,0%
Totale Lombardia	10.036.258	4.685.489	466,9	3.261.666	325,0	69,9%

Tabella 8. Quantità di rifiuti urbani (RU) e di rifiuto differenziato (RD) raccolte nelle province lombarde nel 2017. (Fonte: ISPRA)

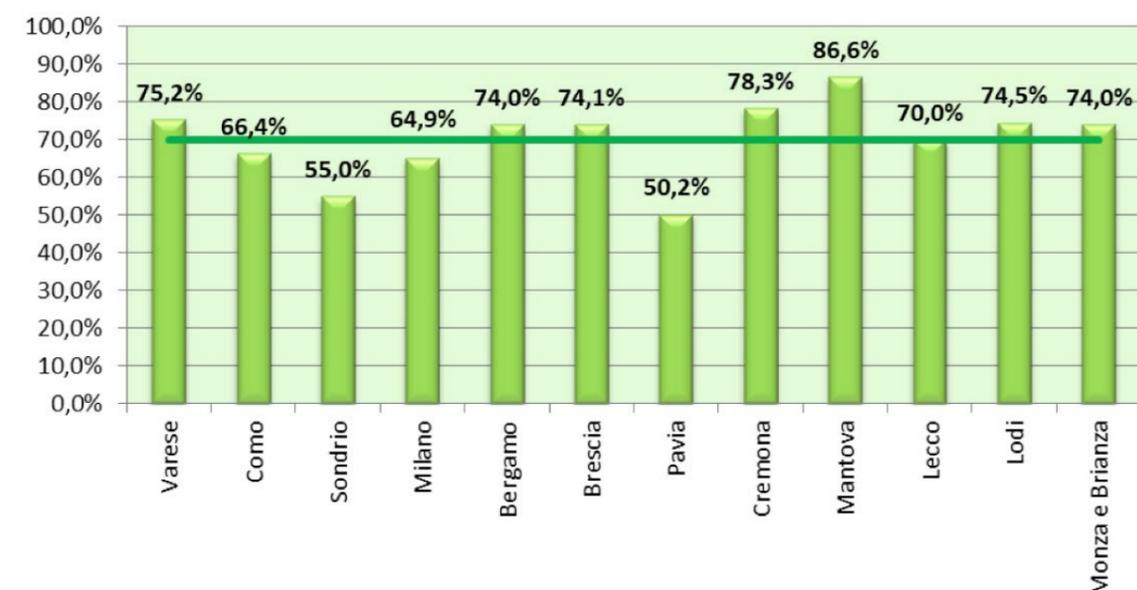


Grafico 10. Percentuale di raccolta differenziata (% RD) nelle province della Lombardia e confronto con la media regionale.

La Lombardia è la prima regione d'Italia per la raccolta della frazione organica, con 1.206.023 tonnellate raccolte (18,2% sul totale nazionale). A livello regionale, la frazione organica rappresenta il 37% sul totale dei rifiuti differenziati (RD). A questa si aggiungono le 546.999 tonnellate di carta e cartone, per un ulteriore 16,8%. Nella sola Città metropolitana di Milano, queste due quote sono pari a 343.028 e 177.122 tonnellate circa, rispettivamente, pari al 35,2% e al 18,2% sul totale dei rifiuti differenziati nella Città metropolitana di Milano. Il valore pro capite in merito alla sola raccolta differenziata della frazione organica è pari a 106 kg/abitante.

Secondo il "Rapporto Rifiuti Urbani 2018" dell'ISPRA, in riferimento all'anno 2017, Milano è inoltre la prima città con popolazione superiore ai 200.000 abitanti per percentuale di raccolta differenziata, pari al 57,8% (superiore anche alla media nazionale del 55,5%).

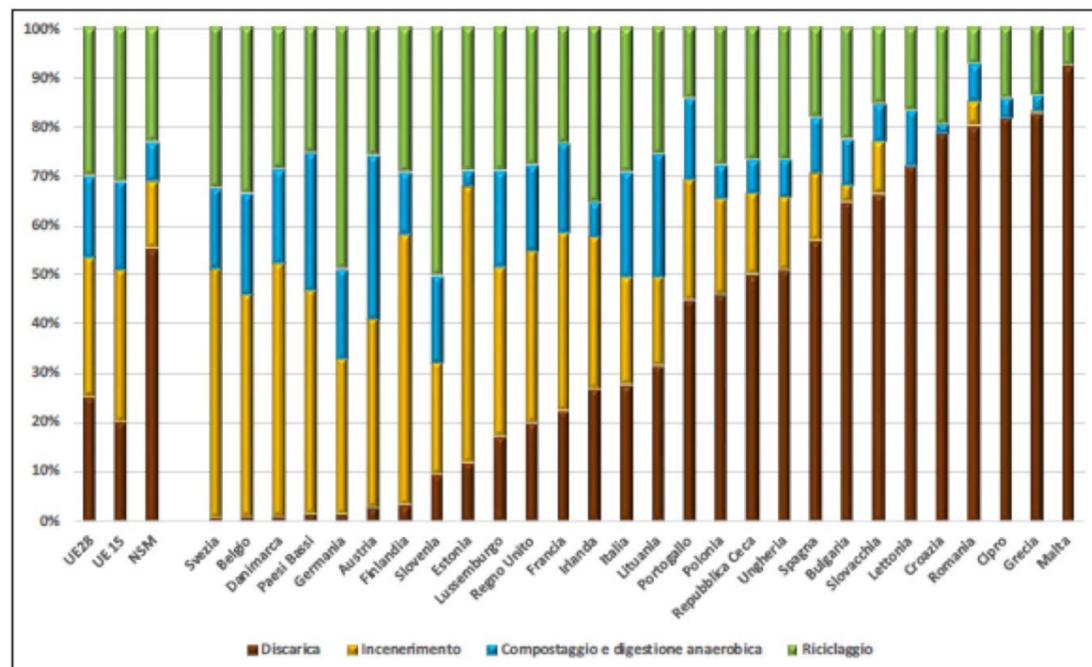
5.2 La gestione dei rifiuti urbani

5.2.1 Europa

La gestione dei rifiuti considerata nel rapporto ISPRA include quattro forme di gestione:

- il riciclaggio;
- il compostaggio e la digestione anaerobica;
- l'incenerimento, che comprende anche il recupero energetico;
- la discarica.

La tipologia di gestione per singolo Stato membro è estremamente variabile, come mostrato nel Grafico 11, nel quale i dati sono ordinati per percentuali crescenti di smaltimento in discarica: la Svezia, il Belgio, la Danimarca, i Paesi Bassi e la Germania registrano percentuali molto basse (non superiori all'1,5%); dal lato opposto, Croazia, Romania, Cipro e Grecia smaltiscono in discarica più del 75% dei propri rifiuti (la percentuale maggiore di conferimento in discarica è di Malta, 91,8%). Quasi tutti i Paesi che conferiscono in discarica alte percentuali di rifiuti urbani (più del 55%) sono del "nuovo" gruppo UE 13. L'Italia smaltisce in discarica il 27,6% dei propri rifiuti.

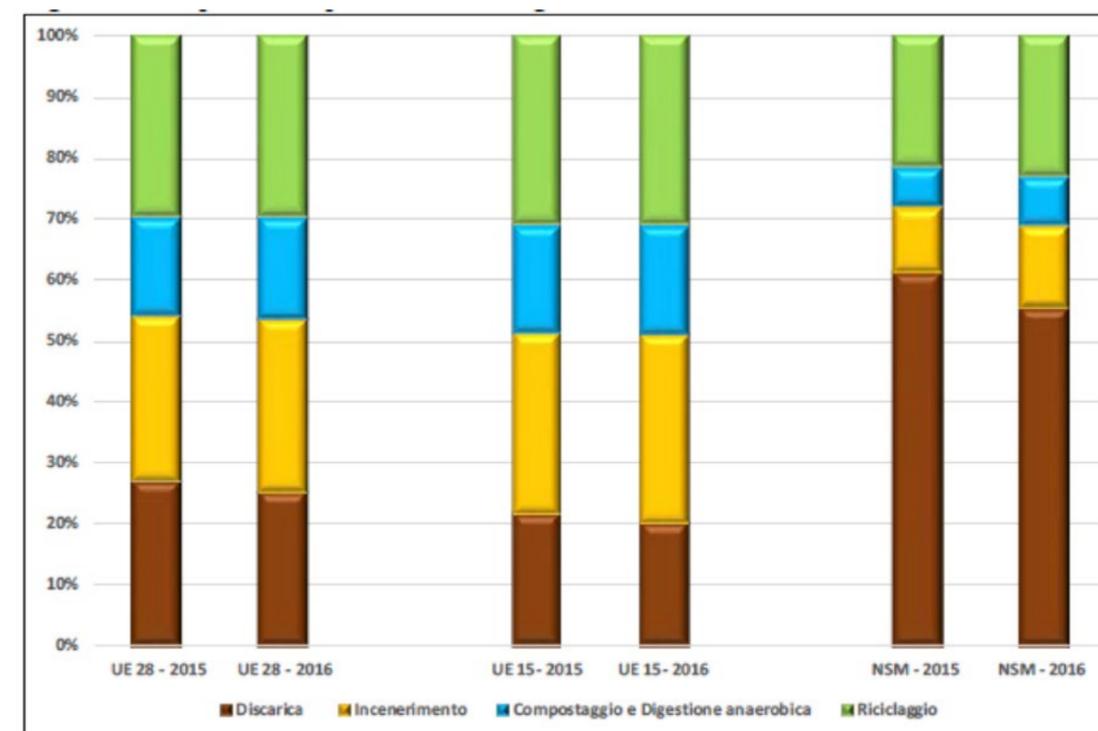


Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Eurostat, EPA Irlanda e APA Portogallo

Grafico 11. Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani negli Stati dell'UE – Anno 2016. (Fonte: ISPRA)

Nel Grafico 12 è mostrato il confronto, tra gli anni 2015 e 2016, della ripartizione percentuale delle diverse forme di gestione nelle tre macroaree considerate (UE 28, UE 15 e UE 13). Guardando all'Europa dei 28 Stati, nel 2016 il 30% dei rifiuti urbani gestiti è avviato a riciclaggio, il 16,6% a compostaggio e digestione anaerobica, mentre il 28,5% e il 25% sono, rispettivamente, inceneriti e smaltiti in discarica.

La tendenza comune a tutte e tre le aggregazioni è quella della riduzione del conferimento in discarica, con un conseguente incremento delle percentuali che interessano le altre forme di gestione dei rifiuti, in particolare l'incenerimento e la valorizzazione energetica: nei Paesi UE 28 si è passati dal 27,3% del 2015 al 28,5% (+1,2%) nel 2016, per i NSM l'incremento è ancor più significativo (+2,8%). Nei nuovi Stati membri è in atto una conversione impiantistica, con lo sviluppo di forme di trattamento alternative alla discarica: i NSM si stanno dunque muovendo verso una maggiore aderenza alla tendenza mostrata dagli Stati UE 15. Tale risultato è anche frutto dell'attuazione delle politiche e delle normative comunitarie volte alla riduzione dei rifiuti destinati alla discarica, in particolare dei rifiuti biodegradabili.



Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Eurostat, EPA Irlanda e APA Portogallo

Grafico 12. Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani nell'UE – Anni 2015-2016. (Fonte: ISPRA)

In Tabella 9 è riportato, per le tre macroaree e per i singoli Paesi dell'UE, un quadro panoramico dei valori pro capite per la produzione e il trattamento dei rifiuti urbani (RU) e le percentuali per ciascuna forma di gestione.

Macroarea / Paese	RU prodotto [kg/abitante per anno]	RU trattato [kg/abitante per anno]	RU trattato [%]			
			Riciclaggio [%]	Compostaggio e digestione anaerobica [%]	Incenerimento [%]	Discarica [%]
UE 28	483	474	30	17	29	25
UE 15	521	509	31	18	31	20
UE 13	335	324	23	8	14	55
Belgio	420	415	34	20	45	1
Bulgaria	404	404	23	9	4	64
Repubblica Ceca	339	339	27	7	16	50
Danimarca	777	777	29	19	51	1
Germania	627	627	49	18	32	1
Estonia	376	344	29	3	56	12
Irlanda	581	557	35	7	31	27
Grecia	498	498	14	3	1	82
Spagna	443	443	18	11	14	57
Francia	511	511	23	18	36	22
Croazia	403	394	20	2	0	78
Italia	497	443	29	21	22	28
Cipro	640	592	14	4	0	81
Lettonia	410	366	17	11	0	72
Lituania	444	422	26	25	18	31
Lussemburgo	614	614	29	20	34	17
Ungheria	379	380	27	8	15	51
Malta	621	560	8	0	0	92
Paesi Bassi	520	520	25	28	46	1
Austria	564	552	26	33	38	3
Polonia	307	307	28	7	19	46
Portogallo	474	474	14	17	24	45
Romania	261	258	7	8	5	80
Slovenia	466	398	50	18	23	9
Slovacchia	348	345	16	8	11	66
Finlandia	504	504	29	13	55	3
Svezia	443	443	33	16	50	1
Regno Unito	483	483	28	17	35	20

Tabella 9. Valori pro capite relativi a produzione e gestione RU, ripartizione percentuale gestione RU nell'UE - Anno 2016.

(Fonte: ISPRA)

5.2.2 Situazione impiantistica in Italia

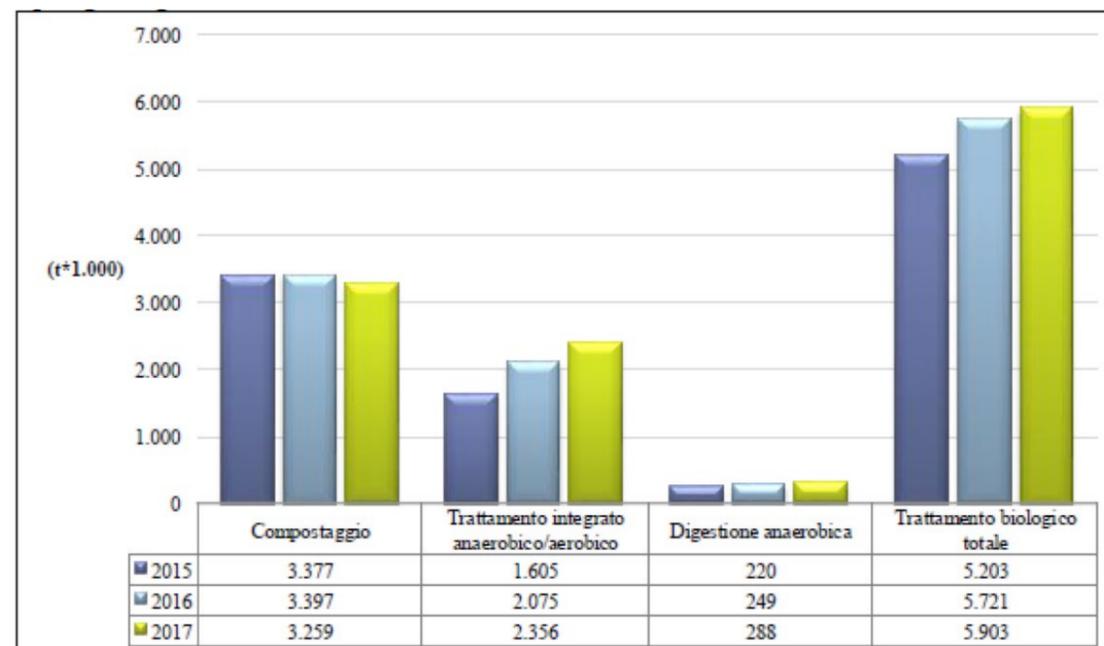
Al 2017, in Italia risultano operativi 644 impianti per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti urbani.

Di questi:

- 340 sono dedicati al trattamento della frazione organica della raccolta differenziata, oltre che dei fanghi e di altro materiale²⁷, e tra questi si hanno, nel dettaglio:
 - 285 impianti di compostaggio, con una capacità autorizzata di circa 6,1 milioni di tonnellate;
 - 31 impianti per il trattamento integrato aerobico/anaerobico, con una capacità autorizzata di circa 2,9 milioni di tonnellate;
 - 24 impianti di digestione anaerobica, con una capacità autorizzata di circa 1 milione di tonnellate.
- 130 sono impianti per il trattamento intermedio di tipo meccanico o meccanico biologico dei rifiuti, prima che questi vadano in discarica o all'incenerimento, con una capacità totale autorizzata di circa 17,6 milioni di tonnellate e 10,8 Mt trattati;
- 39 sono impianti di incenerimento, nei quali sono stati inceneriti circa 6,1 milioni di tonnellate di rifiuti, e altri 12 sono impianti industriali che effettuano il co-incenerimento dei rifiuti urbani, per circa 368 mila tonnellate;
- 123 sono discariche, dove sono stati smaltiti 6,9 milioni di tonnellate di rifiuti urbani non pericolosi.

Nel 2017, il 55,2% della frazione organica da raccolta differenziata (pari a circa 3.259 mila tonnellate sul totale di 5.903) è stato gestito in impianti di compostaggio, il 39,9% (2.356 mila tonnellate) è stato avviato al trattamento integrato anaerobico/aerobico e il restante 4,9% (288 mila tonnellate) è stato trattato in impianti di digestione anaerobica, come mostrato nel Grafico 13. Si evidenzia come il trattamento anaerobico sta assumendo un ruolo sempre più significativo, in particolare per la possibilità di abbinare al recupero di materia quello di energia. Attraverso la digestione anaerobica, è infatti possibile produrre compost, da utilizzare come fertilizzante organico prevalentemente in agricoltura, e biogas, che può essere utilizzato in impianti cogenerativi, per la produzione combinata di energia elettrica e termica, oppure sottoposto a un processo di *upgrading*, per la rimozione della CO₂ e delle altri componenti, con la trasformazione in biometano, che può essere utilizzato come carburante per autotrazione o essere immesso nella rete del gas naturale e quindi essere impiegato come combustibile.

27. Rifiuti di carta, cartone, legno, rifiuti dei mercati, rifiuti provenienti da comparti industriali (agroalimentare, tessile, carta, legno), rifiuti da trattamento aerobico e anaerobico dei rifiuti.



Fonte: ISPRA

Grafico 13. Trattamento della frazione organica da raccolta differenziata per tipologia di gestione - Anni 2015 - 2017. (Fonte: ISPRA)

5.2.3 Capacità impiantistica della Regione Lombardia e della Città metropolitana di Milano

Viene adesso eseguita un'analisi dei dati limitata al solo ambito regionale, sulla quale è però necessaria una precisazione: le carenze impiantistiche di alcune Regioni, soprattutto del Centro e del Sud, fanno sì che grandi quantità di rifiuti provenienti da queste aree vengano poi inceneriti, smaltiti in discarica o recuperati in impianti localizzati fuori regione, e in particolare in impianti del Nord. Ad esempio **la Lombardia nel 2017 ha ricevuto da fuori regione circa 300 mila tonnellate di rifiuti, prevalentemente da Lazio, Piemonte, Campania e Abruzzo.**

Analizzando i dati relativi alle diverse forme di gestione messe in atto a livello regionale, si evidenzia che, grazie a un parco impiantistico sviluppato, in Lombardia viene ridotto significativamente l'utilizzo della discarica, limitato al 5% dei rifiuti prodotti. Inoltre, consistenti quantità di rifiuti vengono trattate in impianti di incenerimento con recupero di energia.

In Regione Lombardia sono presenti 65 impianti per il compostaggio dei rifiuti, con una quantità autorizzata pari a 1.373.149 tonnellate di cui 926.373 trattate, suddivise tra frazione umida (22,6%), verde pubblico (55,4%), fanghi (7,1%) e altro²⁸ (14,9%). **Di questi, 11 si trovano nella Città metropolitana di Milano, per una quantità autorizzata pari a 133.675 tonnellate e trattata pari a 112.014 tonnellate.** Della quantità trattata, 40.317 tonnellate sono di umido (36%), 23.439 di verde (20,9%) e le rimanenti 48.258 tonnellate di altro (43,1%).

Per quanto riguarda gli impianti di digestione anaerobica, sono presenti 7 impianti: la quantità autorizzata è pari a di cui 334.365 tonnellate, di cui 238.199 trattate, suddivise tra frazione umida (32,5%), fanghi (46%) e altro (21,5%). **Nessuno di questi al momento si trova nella Città metropolitana di Milano. È invece presente un impianto per il trattamento integrato anaerobico/aerobico, presso Albairate:** nel 2017, questo impianto (90.000 tonnellate autorizzate) ha prodotto, a fronte delle 84.692 tonnellate trattate (di cui 77.102 da frazione umida - 91% - e 7.590 da verde), 6.353.558 Nm³ di biogas, impiegato in un impianto cogenerativo per produrre 16.530 MWh di energia elettrica e 1.427 MWh di energia termica. Nel totale, vi sono 7 impianti per il trattamento integrato anaerobico/aerobico e la quantità autorizzata è pari a di cui 810.940 tonnellate, di cui 679.909 trattate, suddivise tra frazione umida (93,5%), verde pubblico (3,1%), fanghi (2,2%) e altro (1,2%).

Sono poi presenti 13 impianti di incenerimento, tre dei quali nella Città metropolitana di Milano.

Uno tra questi è l'impianto CO.R.E. di Sesto San Giovanni, in via di dismissione, che verrà inglobato e funzionalmente integrato al depuratore di Gruppo CAP per la creazione della biopiattaforma per l'economia circolare. L'analisi ISPRA mostra che in Lombardia è incenerito il 34,2% del totale nazionale ed è compreso l'incenerimento di 1.083.246 tonnellate di rifiuti urbani, 717.697 di altri rifiuti urbani trattati da altri impianti e 494.277 tonnellate di rifiuti speciali.

Infine, si contano in tutta la Regione 8 impianti di trattamento meccanico biologico (TMB) e 6 impianti di coincenerimento. Gli impianti di trattamento meccanico biologico trattano 458.031 tonnellate di rifiuti, su una quantità autorizzata di 997.000, di cui il 63,1% sono rifiuti indifferenziati, il 29,3% rifiuti urbani pretrattati, il 3,2% altri rifiuti urbani e il 4,4% rifiuti speciali.

Nel 2017, la Regione Lombardia esporta 16.824 tonnellate di rifiuti urbani non pericolosi e importa dall'estero 92.186 tonnellate, costituiti prevalentemente da rifiuti di "imballaggi in vetro" provenienti dalla Svizzera e destinate a impianti di recupero e lavorazione del vetro, e da "imballaggi in plastica", provenienti principalmente dalla Francia e dal Regno Unito.

In Tabella 10 è riportato il riepilogo sulla produzione dei rifiuti (rifiuti urbani totali e dettaglio della frazione umida e del verde, che insieme costituiscono la frazione organica) e sulla capacità di trattamento della Regione Lombardia e della Città metropolitana di Milano. Si vede chiaramente come nella città metropolitana c'è la necessità di nuova ulteriore potenza impiantistica poiché la quantità attualmente trattata, sia dei rifiuti totali che della frazione organica, è attualmente notevolmente inferiore a quella prodotta, sebbene numerose siano le richieste di nuove autorizzazioni in arrivo.

28. Rifiuti di carta, cartone, legno, rifiuti dei mercati, rifiuti provenienti da comparti industriali (agroalimentare, tessile, carta, legno), rifiuti da trattamento aerobico e anaerobico dei rifiuti.

Tipologia trattamento	Quantità autorizzata [t]		Quantità trattata totale [t]		Quantità trattata frazione umida [t]		Quantità trattata verde [t]	
	Lombardia	Città metropolitana	Lombardia	Città metropolitana	Lombardia	Città metropolitana	Lombardia	Città metropolitana
Compostaggio	1.373.149	133.675	926.373	112.014	209.596	40.317	513.245	23.439
Digestione anaerobica	334.365	-	238.199	-	77.352	-	0	-
Trattamento integrato anaerobico/aerobico	810.940	90.000	679.909	84.692	635.546	77.102	20.799	7.590
Trattamento meccanico biologico (TMB)	997.000	75.000	458.031	59.872	-	-	-	-
Totale	3.515.454	298.675	2.302.512	256.578	922.494	117.419	534.044	31.029
Incenerimento	-	-	2.295.220	697.005	-	-	-	-
Coincenerimento	-	-	123.657	-	-	-	-	-
Discarica	-	-	230.607	22.314	-	-	-	-
Totale			4.951.996	975.897				

	Quantità prodotta [t]		Quantità trattata totale [t]		Surplus/Deficit [t]	
	Lombardia	Città metropolitana	Lombardia	Città metropolitana	Lombardia	Città metropolitana
Frazione organica (umido + verde)	1.206.023	343.028	1.456.538	148.448	250.515	-194.580

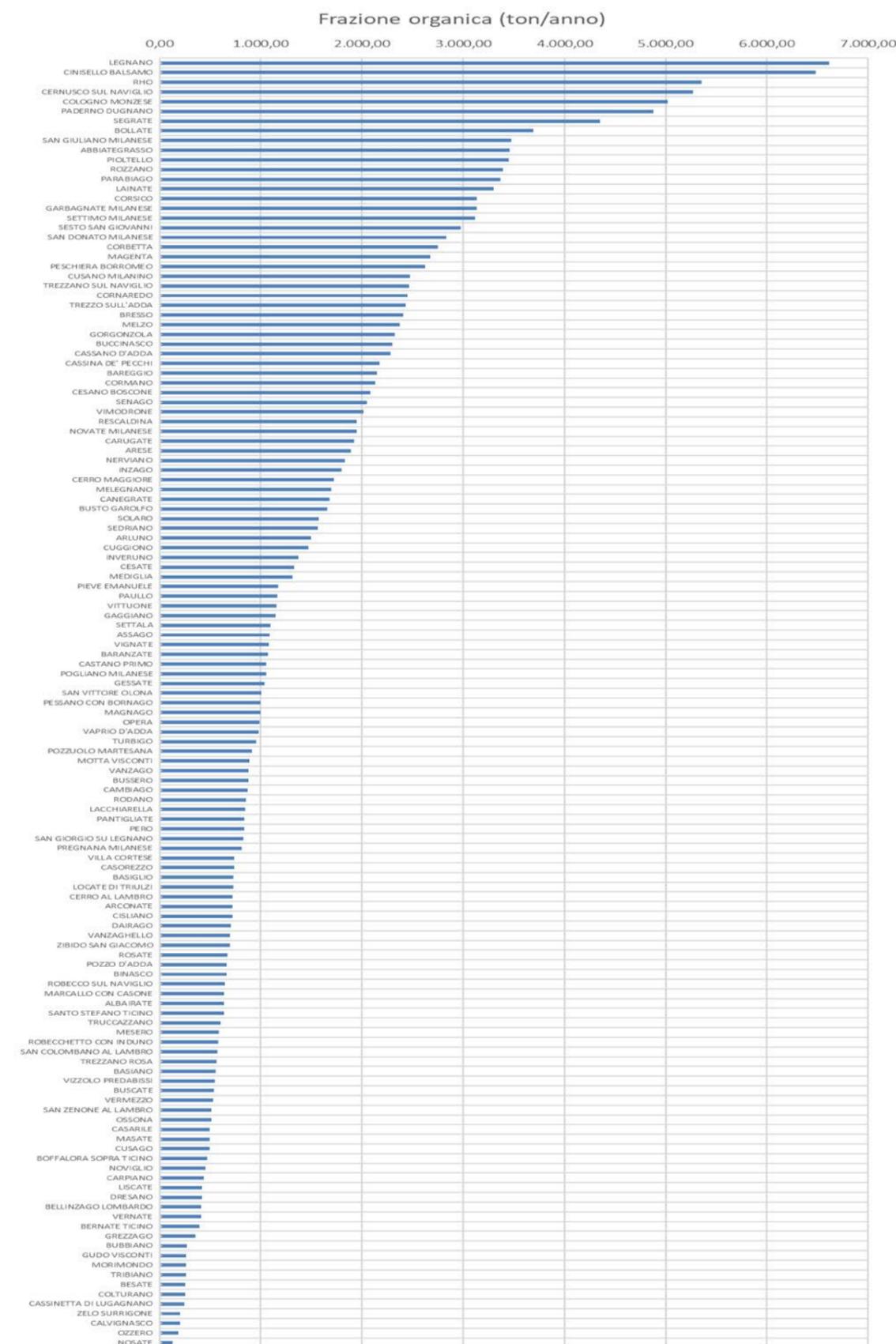
Tabella 10. Dati sulla produzione dei rifiuti e sulla capacità di trattamento – Regione Lombardia e Città metropolitana di Milano – Dati 2017

5.3 Potenzialità della FORSU – scenario attuale

Alla luce di quanto analizzato è possibile stimare le potenzialità di produzione di biometano da FORSU nell'area metropolitana di Milano. Come visto, nel 2017 sono state prodotte 343.028 tonnellate di FORSU (rif. dettaglio per Comune in appendice), che include sia la frazione umida che il verde. La frazione da inviare a processi di digestione anaerobica è quella costituita dalla sola frazione umida: è quindi necessario operare una suddivisione delle due componenti. Seppure all'interno del suo rapporto non vi è una suddivisione puntuale, l'ISPRA ha individuato il pro capite annuo della sola frazione verde per tutte le regioni italiane: tale valore per la Lombardia è pari a 39,5 kg/abitante per anno. Tenendo conto di questo dato è possibile suddividere la FORSU totale in:

- 215.259 tonnellate di umido, pari a 66,5 kg/ab;
- 127.769 tonnellate di verde.

Si suppone di voler trattare tutta la FORSU prodotta nell'area metropolitana negli impianti esistenti della provincia. Si ipotizza poi di condurre tutta la frazione verde verso impianti di compostaggio (nella provincia si ha una capacità autorizzata di 133.675 tonnellate/anno). Volendo trattare tutto l'umido prodotto in impianti di digestione anaerobica, dal momento che in Città metropolitana è presente attualmente un solo impianto per il trattamento integrato anaerobico/aerobico (quello di Albairate, con una capacità autorizzata di 90.000 tonnellate/anno) e supponendo che tale impianto sia impegnato per il 100% della propria quantità autorizzata, è necessaria un'ulteriore capacità per "digerire" altre 125.259 tonnellate/anno e ciò senza considerare che la produzione di umido tenderà ad aumentare a fronte di un miglioramento dei processi di raccolta differenziata. Utilizzando il coefficiente del CIB, che ci dà la resa specifica in Sm³ a partire dalle tonnellate tal quale di frazione umida da FORSU, e pari a 88 Sm³/t, "digerendo" tutta questa quantità di rifiuto umido si otterrebbe una producibilità stimata di biometano di circa 11 milioni di Sm³/anno.



5.4 Potenzialità della FORSU – scenario futuro 1

Si è inoltre eseguita una stima della producibilità del biometano dalla FORSU in uno scenario futuro, considerando che, certamente, nei prossimi anni la raccolta differenziata continuerà a crescere. Si è ipotizzato che il pro capite della frazione umida raggiungerà **123,2 kg/abitante (vs i 66,5 kg/ab attuali)**, pari al massimo valore riscontrato tra le regioni italiane per il 2016 (in Campania) e corrispondente a circa il doppio del valore pro capite attuale.

In questo scenario, la quantità di umido prodotta dalla provincia di Milano risulterebbe pari a 398.510 tonnellate (+85% rispetto allo scenario attuale). Supposto che gli impianti attualmente in esercizio rimangano tali²⁹, l'ulteriore quantità che potrebbe teoricamente essere trattata in impianti di digestione anaerobica, ovvero l'ulteriore capacità impiantistica necessaria per l'autosufficienza della Città metropolitana di Milano, sarebbe pari a 308.510 tonnellate.

Utilizzando anche in questo caso il coefficiente del CIB per la resa specifica in biometano a partire dalle tonnellate tal quale di frazione umida da FORSU, si otterrebbe una producibilità stimata di biometano pari a circa **27,1 milioni di Sm³/anno**.

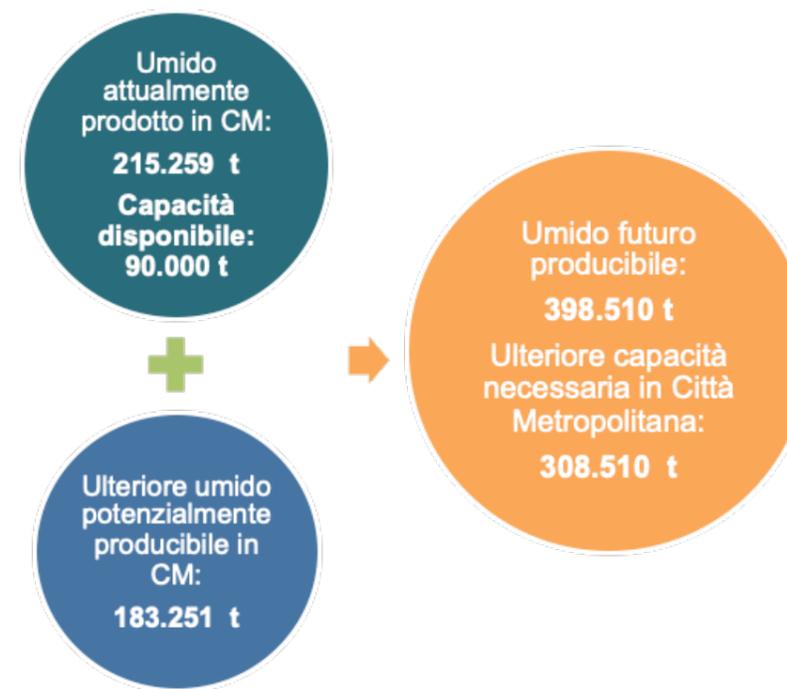


Grafico 14. Confronto tra scenario attuale e scenario futuro 1 per la produzione della frazione umida.

29. Vi sono alcuni impianti in corso di autorizzazione ma non si dispone dei dati ufficiali.

5.5 Potenzialità della FORSU – scenario futuro 2

Si è infine valutato un secondo scenario futuro, ipotizzando che nei prossimi anni nella Città metropolitana di Milano si raggiungeranno la migliore percentuale di raccolta differenziata e la più alta percentuale di frazione umida sul totale di rifiuti differenziati che si sono registrate nelle province italiane nel 2017.

- Per la percentuale di raccolta differenziata, si ipotizza di spingersi fino all'87,8%, migliore performance italiana, raggiunta nella provincia di Treviso.
- Per la percentuale di umido tra i rifiuti differenziati, si ipotizza di raggiungere il 48,5%, percentuale massima raggiunta nella provincia di Caserta.

Supponendo che la quantità di rifiuti urbani totali rimanga invariata³⁰, la quantità di umido prodotta dalla Città metropolitana di Milano risulterebbe pari a 638.108 tonnellate (+196% rispetto allo scenario attuale). Supposto che gli impianti attualmente in esercizio rimangano tali, l'ulteriore quantità che potrebbe teoricamente essere trattata in impianti di digestione anaerobica, ossia l'ulteriore capacità impiantistica necessaria per l'autosufficienza della provincia di Milano, sarebbe pari a circa 548.108 tonnellate.

Utilizzando anche in questo caso il coefficiente del CIB per la resa specifica in biometano a partire dalle tonnellate tal quale di frazione umida da FORSU, si otterrebbe una producibilità stimata di biometano pari a circa **48,2 milioni di Sm³/anno**.



Grafico 15. Confronto tra scenario attuale e futuro 2 per la produzione della frazione umida.

5.6 Confronto tra gli scenari

In Tabella 11 si è eseguito il confronto tra lo scenario attuale e i due scenari futuri ipotizzati.

	Umido prodotto [t/anno]	Incremento rispetto allo scenario attuale [t]	Capacità impiantistica disponibile [t/anno]	Ulteriore capacità necessaria [t/anno]
Scenario attuale	215.259		90.000	125.259
Scenario futuro 2	398.510	+183.251	90.000	308.510
Scenario futuro 1	638.108	+422.849	90.000	538.108

Tabella 11. Confronto tra scenario attuale e scenari futuri per la produzione della frazione umida e necessità impiantistiche.

30. Come si vede dal rapporto ISPRA, nel periodo 2013-2017 la quantità di rifiuti urbani totale è cresciuta di appena il 3% (da 1.456.309 a 1.500.123,2 tonnellate) quindi l'assunzione di mantenere RU costante è abbastanza in linea con la situazione reale.

6

STATO
DELL'ARTE6.1 Biogas e biometano in Europa³¹

Il Grafico 16 mostra l'andamento del numero di impianti a biogas in Europa nel periodo 2009-2016. Si vede come il numero di impianti sia aumentato notevolmente, registrando un tasso di crescita particolarmente elevato nei primi anni, adesso in diminuzione: tra il 2009 e il 2016 il numero di impianti è passato da 6.227 a 17.662 impianti (+184% circa). La maggioranza di tali impianti sono a servizio di aziende agricole (12.469 unità); seguono gli impianti per il trattamento dei fanghi di depurazione (2.838 unità), per il trattamento dei rifiuti (1.604 unità) e infine per altre tipologie di rifiuti (688 unità).

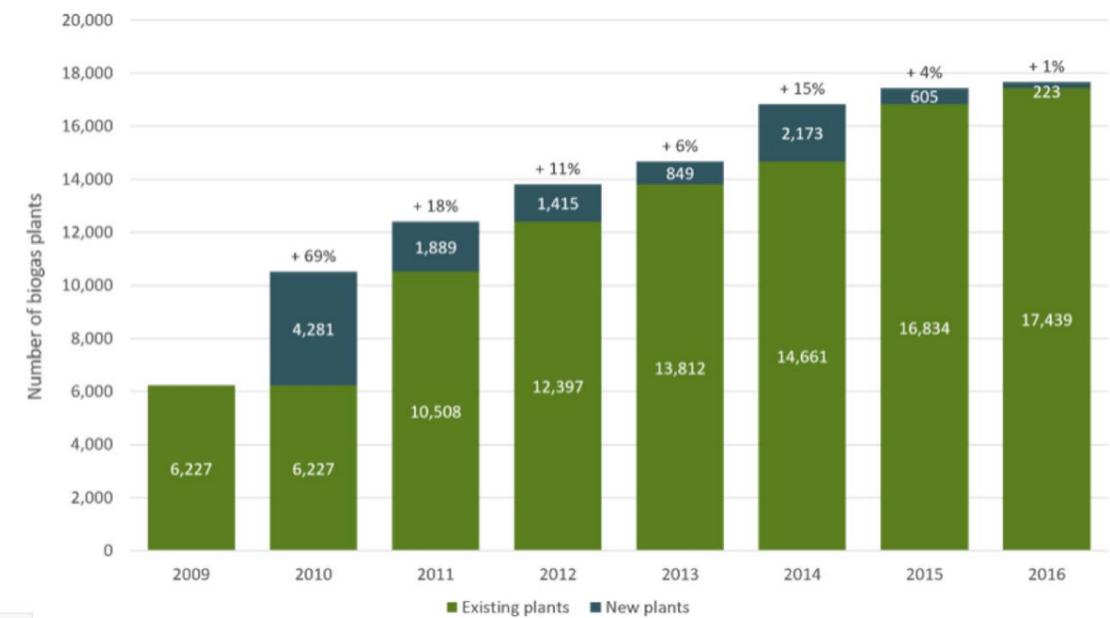


Grafico 16. Evoluzione impianti biogas in Europa – Anni 2009 – 2016. (Fonte: EBA)

Anche gli impianti a biometano sono stati interessati, specialmente a partire dal 2013, da una crescita notevole: il Grafico 17 mostra l'andamento della produzione di biometano in Europa tra il 2011 e il 2016 e si vede come, solo nel biennio 2015-2016, si è registrato un aumento del 40% della produzione, destinato ulteriormente ad aumentare grazie alla spinta di Paesi come la Germania, la Francia e il Regno Unito.

31. <http://european-biogas.eu/2017/12/14/eba-statistical-report-2017-published-soon/>

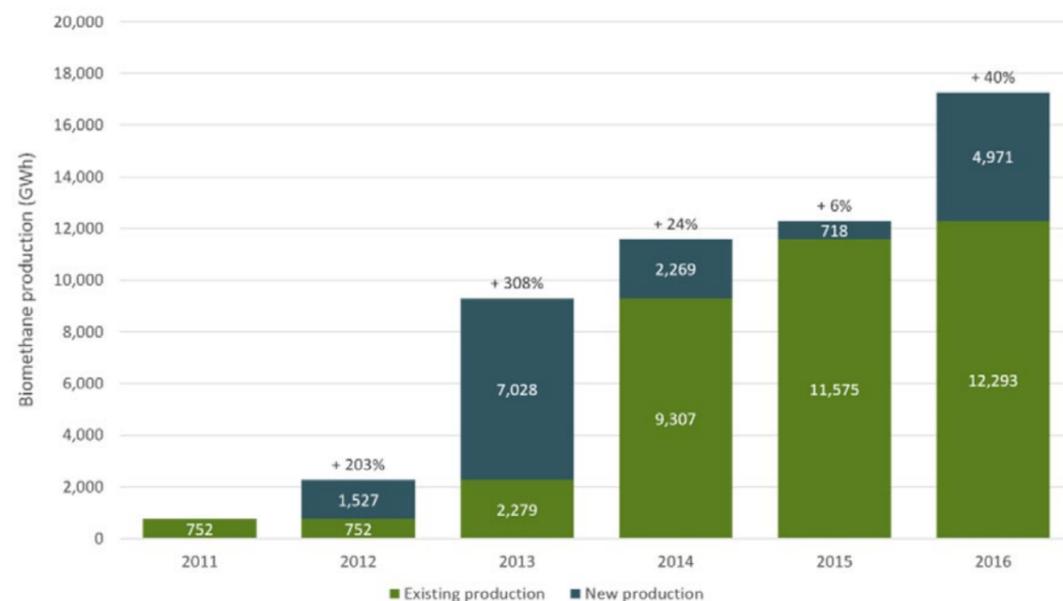


Grafico 17. Evoluzione nella produzione di biometano in Europa [GWh] – Anni 2011 – 2016. (Fonte: EBA)

6.2 Biogas e biometano in Italia

A Febbraio 2019 è stato pubblicato il Rapporto Statistico sulle Fonti Rinnovabili del GSE, relativamente all'anno 2017, nel quale è riportata la consistenza degli impianti elettrici e termici a fonti rinnovabili in Italia. Come riportato nell'Appendice 2 del Rapporto, in merito alle bioenergie, il GSE applica le seguenti definizioni:

- Biogas, ovvero il "gas costituito prevalentemente da metano e da anidride carbonica prodotto mediante digestione anaerobica della biomassa" (Regolamento UE 147/2013). In particolare:
 - gas di discarica: biogas prodotto nelle discariche dalla digestione dei rifiuti.
 - gas da fanghi di depurazione: biogas prodotto per fermentazione anaerobica dei fanghi di depurazione.
 - altro biogas: biogas prodotto per fermentazione anaerobica dei prodotti agricoli, dei liquami zootecnici e dei rifiuti di macelli, birrerie e altre industrie agroalimentari.
- Bioliquidi, ovvero i "combustibili liquidi per scopi energetici diversi dal trasporto, compresi l'elettricità, il riscaldamento e il raffreddamento, prodotti dalla biomassa" (D.Lgs. 28/2011).
- Biomassa, ovvero la "frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica proveniente dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani" (D.Lgs. 28/2011).

In Italia, per la produzione di energia elettrica, risultano operativi nel 2017 2.913 impianti a bioenergie, come mostrato in dettaglio nella Tabella 12³². La potenza totale installata per questi impianti è pari a 4.135 MW. Gli impianti a biogas sono quelli più numerosi (72,6% del totale) e quelli che presentano la maggiore produzione (42,8% sul totale), mentre dal punto di vista della potenza installata rappresentano il 34,9%. Tra questi, predominanti sia per numerosità sia per potenza installata che per produzione sono gli impianti a biogas da attività agricole e forestali (Grafico 18).

Italia	Numero impianti	Potenza [MW]	Produzione [GWh]
Biomasse solide	468	1.667,3	6.615,5
Rifiuti urbani	65	935,8	2.422,3
Altre biomasse	403	731,5	4.193,2
Biogas	2.116	1.442,9	8.299,1
Da rifiuti	409	411,2	1.425,8
Da fanghi	78	44,8	136,4
Da deiezioni animali	602	235,2	1.193,8
Da attività agricole e forestali	1027	752,7	5.543,1
Bioliquidi	500	1.023,8	4.463,6
Oli vegetali grezzi	403	869,4	3.700,2
Altri bioliquidi	2.913	4.135,0	19.378,2

Tabella 12. Impianti a bioenergie in Italia (Fonte: GSE)

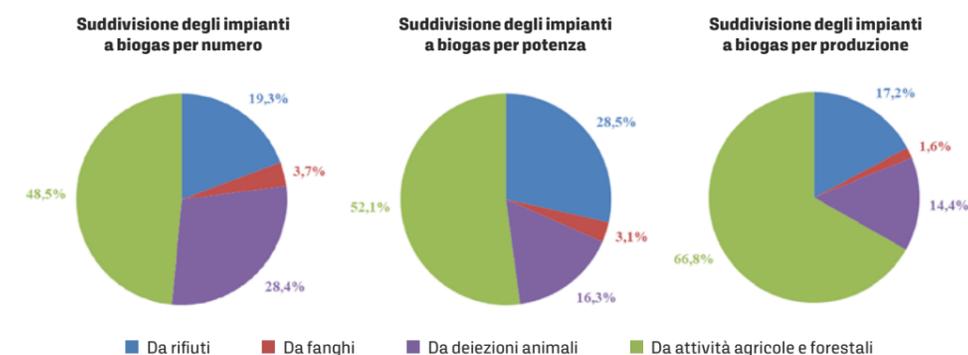


Grafico 18. Suddivisione degli impianti a biogas per numero, per potenza installata e per produzione.

31. Nella tabella, per ogni tipologia di biomassa, vengono indicati il numero e la potenza degli impianti o, nel caso di impianti costituiti da più sezioni alimentate con diverse tipologie di biomasse, il numero e la potenza delle sezioni di impianto per ogni combustibile. La potenza totale disponibile è data dalla somma per righe delle potenze, mentre la numerosità totale indica comunque il numero totale degli impianti esistenti (essendo dunque inferiore alla somma per righe della numerosità degli impianti/sezioni relative a ogni combustibile). (Fonte: GSE)

La situazione per ciascuna regione è riportata in Tabella 13. La Lombardia risulta prima regione per numero di impianti (729 impianti, di gran lunga maggiore rispetto alla seconda, il Veneto, che possiede 387 impianti) e per potenza installata (938,2 MW, anche in questo caso molto maggiore rispetto alla seconda regione, l'Emilia Romagna, che ha una potenza installata di 615,1 MW). Relativamente alla produzione da bioenergie, nella Tabella 14 è riportato il dettaglio per regioni e per fonte. Nel caso della regione Lombardia, il 64,7% è imputabile alla produzione da biogas, il 29,9% da biomasse solide e il restante 5,4% da bioliquidi. In merito alla sola produzione di biogas, la Lombardia è di gran lunga la regione italiana con la più alta concentrazione di produzione elettrica da impianti a biogas (Figura 4, tratta dal Rapporto Statistico FER 2017).

	Numero impianti	% sul totale	Potenza [kW]	% sul totale
Piemonte	317	10,9%	358,2	8,7%
Valle D'Aosta	8	0,3%	3,1	0,1%
Lombardia	729	25,0%	938,2	22,7%
Provincia Autonoma di Trento	37	1,3%	13,9	0,3%
Provincia Autonoma di Bolzano	162	5,6%	92,1	2,2%
Veneto	387	13,3%	360,5	8,7%
Friuli Venezia Giulia	137	4,7%	139,9	3,4%
Liguria	15	0,5%	30,9	0,7%
Emilia Romagna	324	11,1%	615,1	14,9%
Toscana	153	5,3%	164,4	4,0%
Umbria	75	2,6%	48,9	1,2%
Marche	70	2,4%	39,6	1,0%
Lazio	122	4,2%	207,9	5,0%
Abruzzo	38	1,3%	31,6	0,8%
Molise	10	0,3%	45,4	1,1%
Campania	96	3,3%	249,4	6,0%
Puglia	68	2,3%	344,1	8,3%
Basilicata	33	1,1%	82,6	2,0%
Calabria	49	1,7%	202,9	4,9%
Sicilia	43	1,5%	75,1	1,8%
Sardegna	40	1,4%	91,3	2,2%
Totale	2.913	100%	4.135,0	100%

Tabella 13. Impianti a bioenergie in Italia - dettaglio per Regioni.

	Produzione da biomasse [GWh]	Produzione da bioliquidi [GWh]	Produzione da biogas [GWh]	Produzione da biogas [GWh]	% sul totale
Piemonte	749,1	86,9	1.020,2	1.856,2	9,6%
Valle D'Aosta	2,7	0,6	4,3	7,6	0,0%
Lombardia	1.318,4	235,7	2.851,9	4.406,0	22,7%
Provincia Autonoma di Trento	23,6	3,7	26,5	53,8	0,3%
Provincia Autonoma di Bolzano	135,6	148,6	64,8	349,0	1,8%
Veneto	452,0	272,3	1.231,7	1.956,0	10,1%
Friuli Venezia Giulia	92,8	247,0	407,5	747,3	3,9%
Liguria	-	5,7	69,6	75,3	0,4%
Emilia Romagna	944,9	583,6	1.191,2	2.719,7	14,0%
Toscana	95,4	54,7	298,2	448,3	2,3%
Umbria	92,7	46,9	111,9	251,5	1,3%
Marche	3,0	4,8	147,7	155,5	0,8%
Lazio	252,6	170,3	258,9	681,8	3,5%
Abruzzo	6,3	78,3	76,7	161,3	0,8%
Molise	138,2	6,5	23,5	168,2	0,9%
Campania	350,4	698,8	106,6	1.155,8	6,0%
Puglia	429,5	1.390,3	94,2	1.914,0	9,9%
Basilicata	11,9	148,3	27,2	187,4	1,0%
Calabria	1.153,8	3,2	82,9	1.239,9	6,4%
Sicilia	148,3	5,2	105,1	258,6	1,3%
Sardegna	214,3	272,1	98,5	584,9	3,0%
Totale	6.615,5	4.463,5	8.299,1	19.378,1	100%

Tabella 14. Dettaglio per Regioni e per tipologia di fonte della produzione da bioenergie.



Figura 4. Distribuzione regionale della produzione elettrica degli impianti alimentati da biogas nel 2017. (Fonte: GSE)

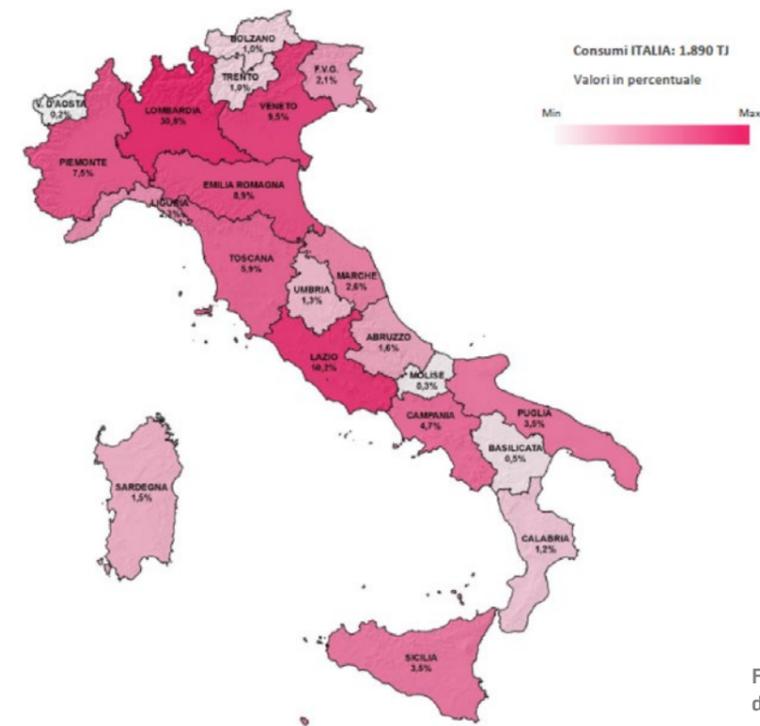


Figura 5. Distribuzione regionale dei consumi diretti di biogas e biometano nel 2017. (Fonte: GSE)

In merito all'energia termica, sono riportati dal GSE nel proprio rapporto sia gli impieghi di biogas che, da quest'anno e relativamente all'anno 2017, gli impieghi di biometano. Guardando al consumo complessivo (biogas + biometano) per ogni regione e in merito ai soli consumi diretti (Figura 5), la Lombardia è di gran lunga la Regione caratterizzata da consumi maggiori, quasi un terzo del totale nazionale.

Italia	Consumo biogas [TJ]	Consumo biometano [JT]
Consumi diretti	1.729	161
Industria	778	-
Commercio e servizi	951	-
Altro	1	-
Biogas	9.462	17
Da impianti cogenerativi	9.456	16
Da impianti di sola produzione termica	6	1
Totale	11.191	178

Tabella 15. Impieghi di biogas e biometano nel settore termico.

Per quanto concerne gli impianti a biometano, l'Italia ha rappresentato un caso anomalo in Europa; nonostante il gran numero di impianti a biogas e la presenza di un mercato consolidato di veicoli a metano, nel 2016 si contavano in Italia appena 7 impianti per la produzione di biometano, di cui 6 dimostrativi³³. Nel Giugno 2017 è entrato in funzione il primo impianto che produce biometano dalla FORSU e che immette il biometano prodotto direttamente nella rete nazionale del gas: si tratta dell'impianto di Montello S.p.A. a Bergamo. L'impianto trasforma 600 mila tonnellate annue di umido in energia elettrica e termica e produce 32 milioni di m³ di biometano e 90 mila tonnellate di fertilizzante organico; inoltre l'impianto recupera la CO₂ separata dal biogas durante l'*upgrading*, producendo 38 mila tonnellate di anidride carbonica liquida per usi industriali³⁴.

La seconda struttura dello stesso tipo, inaugurata a Settembre 2018, è a Rende, in Calabria³⁵. Poco dopo è seguita l'inaugurazione dell'impianto SESA di Este (PD), dotata del primo distributore di biometano proveniente dalla trasformazione della FORSU, e della centrale del Polo Ecologico Acea a Pinerolo (TO), dove il metano prodotto viene impiegato per alimentare i veicoli impiegati nella raccolta dei rifiuti³⁶. A fine 2018, si sono aggiunti ulteriori due impianti: uno a Sant'Agata Bolognese (BO) e l'altro a Finale Emilia (MO)³⁷. Ad inizio 2019, inoltre, è entrato in esercizio il primo impianto di produzione di biometano da fanghi di depurazione, a Milano (MI) presso l'impianto di depurazione di Bresso/Niguarda gestito da Gruppo CAP.

33. <http://www.rinnovabili.it/mobilita/montello-impianto-biometano-in-rete/>

34. <http://www.montello-spa.it/>

35. <http://www.rinnovabili.it/energia/biometano-in-italia/>

36. <http://www.rinnovabili.it/energia/biomassa/impianti-di-biometano-italia/>

37. Dati del Consorzio Italiano Compostatori presentati a Ecomondo 2018 (6-9 Novembre): <http://www.rinnovabili.it/energia/biomassa/impianti-di-biometano-italia/>

7

DISPONIBILITÀ DEGLI IMPIANTI DI GRUPPO CAP

Come visto nei paragrafi precedenti, negli ultimi anni si è assistito a una crescita costante della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani; ciò ha evidenziato nuove sfide in relazione alla gestione di tali rifiuti e alla rispondenza alla normativa europea in merito al loro trattamento in ottica circolare. In merito alla frazione organica dei rifiuti, si è visto che la Regione Lombardia è autosufficiente per quanto riguarda il trattamento dei propri rifiuti. **Tuttavia, scendendo nel dettaglio della sola Città metropolitana di Milano, è evidente come sul suo territorio disponga di un solo impianto per il trattamento integrato anaerobico/aerobico, e ciò determinerebbe un deficit laddove si dovesse smaltire "internamente" ai propri confini tutto l'umido prodotto.** Inoltre, in prospettiva futura e coerentemente con il trend registrato negli ultimi anni che evidenzia l'aumento della frazione organica, sarà necessario il supporto di nuova potenza impiantistica, ponendosi nella situazione più "critica" si è visto come potrebbe essere necessaria ulteriore capacità per trattare circa 548 mila tonnellate annue di rifiuto umido.

A questo proposito è interessante notare come il fabbisogno residuo possa essere assorbito da infrastrutture già presenti sul territorio. Presso alcuni dei propri impianti, come di seguito descritto nel dettaglio, Gruppo CAP, gestore del SII della Città metropolitana di Milano, dispone di digestori per il trattamento anaerobico dei fanghi di depurazione da acque reflue, attraverso i quali produce biogas che utilizza in impianti cogenerativi per la produzione di energia elettrica, da impiegare presso gli stessi stabilimenti, e termica.

Tali impianti evidenziano una capacità di trattamento residuo – l'attuale capacità di biodigestione non è interamente sfruttata dall'azienda – che è stata valutata da Gruppo CAP che si è interrogato se, se fosse possibile impiegare per la produzione di biometano tali digestori attualmente inutilizzati o sotto-sfruttati con altre matrici, provenienti dall'esterno e diverse dai fanghi di depurazione. Un *feedstock* che potrebbe convenientemente essere utilizzato è la frazione umida della FORSU, grazie a una buona potenzialità di producibilità sia attuale che futura. Inoltre, come analizzato nei paragrafi precedenti, la Città metropolitana di Milano dispone di una grandissima potenzialità di altre matrici organiche quali le deiezioni zootecniche e le paglie, ma offre anche una buona alternativa nell'utilizzo di alcuni sottoprodotti di origine agroindustriale, quali la lolla di riso e gli scarti di macellazione, ideali in co-digestione ad altri substrati.

Va inoltre sottolineato che l'utilizzo di impianti esistenti e quindi la mancata costruzione di nuovi impianti rappresenta un grande vantaggio per il territorio, sia in termini economici che ambientali³⁸.

Di seguito si riporta l'ubicazione territoriale dei sette impianti di Gruppo CAP all'interno della Città metropolitana di Milano che sono stati valutati nel proseguo del presente documento. Di seguito si delinea il dettaglio delle caratteristiche di digestione anaerobica per ogni impianto oggetto dell'analisi.

Non si esclude la possibilità di allargare la fase di analisi, in una fase di studio più avanzata, anche ad altre aree gestite da Gruppo CAP e valorizzabili per il trattamento di matrici organiche.

38. Si precisa che, secondo quanto indicato dall'art. 110 del d.lgs 152/2006 "Trattamento di rifiuti presso impianti di trattamento delle acque reflue urbane", per lo smaltimento dei rifiuti diversi dai fanghi negli impianti di trattamento delle acque reflue è necessaria l'autorizzazione dell'autorità competente, d'intesa con l'ente di governo dell'ambito.

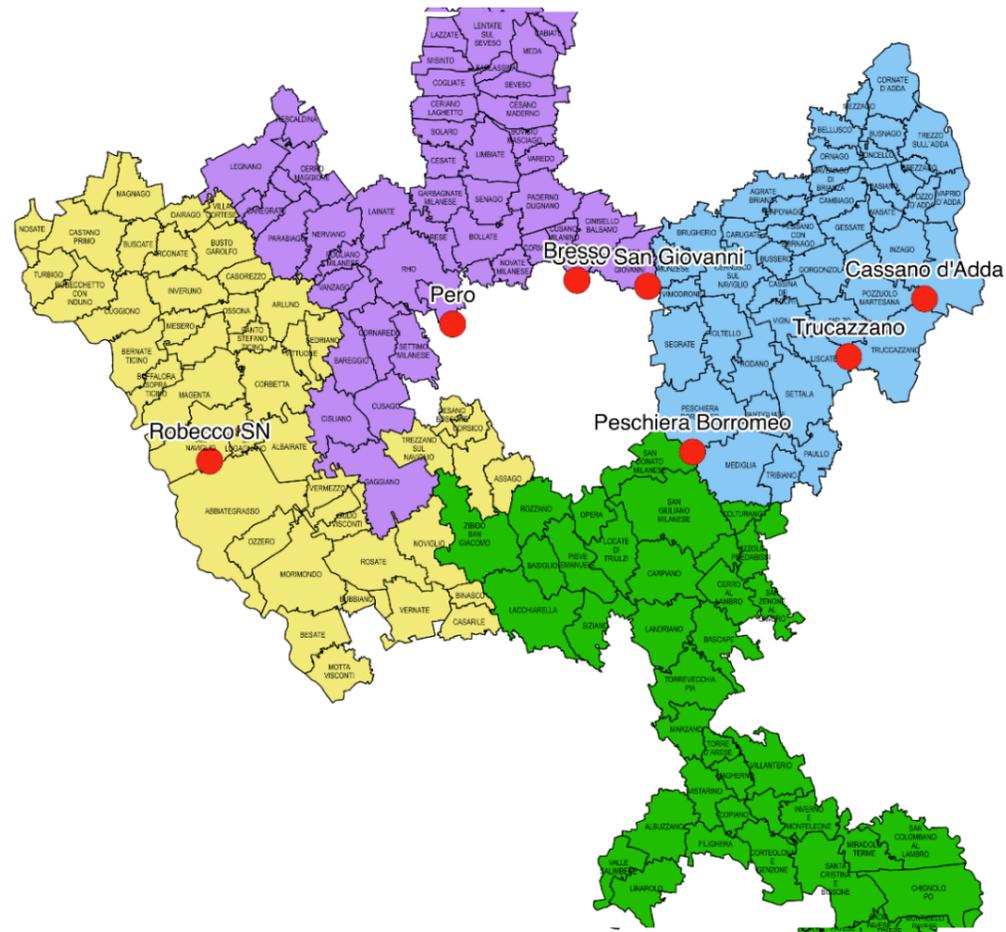
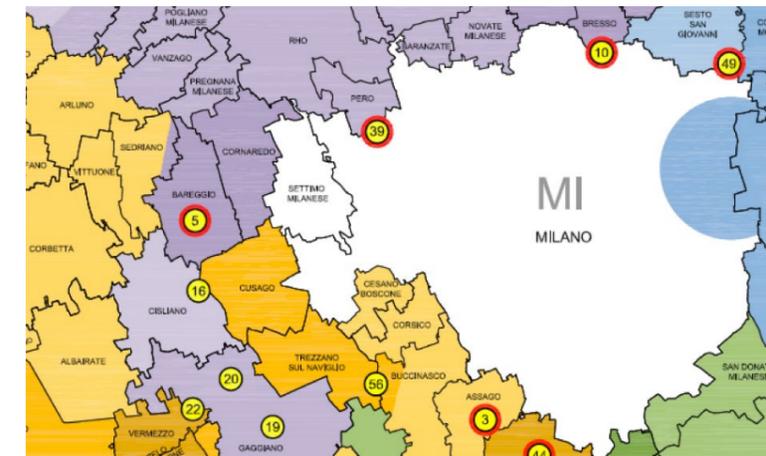


Figura 6. Ubicazione territoriale dei sette impianti di Gruppo CAP oggetto del presente studio.

7.1 Impianto di Pero

L'impianto di depurazione di Pero [39], avente potenzialità di 620.600 abitanti equivalenti (A.E.), è dotato di un impianto a scala pilota per l'*upgrading* del biogas a biometano della capacità di $10 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{h}$.

Localizzazione



Stato di fatto

Dotazione linea fanghi/biogas:

- n° 3 digestori primari della capacità ognuno di 6.000 m^3 , riscaldati a 35°C di cui:
 - uno in esercizio;
 - uno in manutenzione;
 - uno vuoto e da attrezzare (con scambiatore di calore, ...)
- n° 1 gasometro a membrana della capacità di 3.000 m^3 .

Produzione biogas:

- $60.000 \text{ Sm}^3/\text{mese}$
> c.a. $2.200 \text{ Sm}^3/\text{giorno}$;
- nessun impianto di cogenerazione installato e nessuna forma di incentivo richiesta;
- composizione biogas prodotto: $65\% \text{CH}_4$
- $32\% \text{CO}_2$ - 3% altri gas.

Trattamento biogas:

- filtri a ghiaia;
- desolfurazione prevista sulla linea alla cogenerazione, ma non ancora collegata.

Utilizzo del biogas:

- 70% centrali termiche per riscaldamento fanghi;
- 30% torcia.

Volumi di digestione disponibili

Per il calcolo dei volumi disponibili si considera:

- Alimentazione media 2016:
 - $220 \text{ m}^3/\text{giorno}$;
 - $0,9 \text{ kgVS per m}^3$ di reattore giorno.
- Tempo di ritenzione medio 2016:
 - 27 giorni.



7.2 Impianto di Bresso

L'impianto di depurazione di Bresso [10], avente potenzialità di 240.000 A.E., è dotato di impianto di *upgrading* di biogas a biometano della capacità di 90 m³CH₄/h.

Stato di fatto

Dotazione linea fanghi/biogas:

- n° 2 digestori primari della capacità ognuno di 6.000 m³, riscaldati a 35°C. Entrambi in esercizio;
- n° 1 digestore secondario della capacità di 2.000 m³ non riscaldato. In esercizio;
- n° 1 gasometro della capacità di 800 m³.

Produzione biogas:

- 64.800 Sm³/ mese > c.a. 2.100 Sm³/giorno;
- composizione biogas prodotto: 65% CH₄ – 32% CO₂ – 3% altri gas.

Trattamento biogas:

- raffreddamento a scopo deumidificazione;
- NO desolfurazione.

Utilizzo del biogas:

- 60% cogenerazione per la produzione di 86.000 kWh/mese;
- 30% centrali termiche per riscaldamento fanghi;
- 10% torcia (avaria cogeneratori, punte di produzione biogas, ecc.).

Localizzazione



Risultano in esercizio entrambi i digestori primari. L'energia elettrica prodotta dalla cogenerazione è stata impiegata fino a marzo 2019 per usi interni allo stabilimento, mentre l'energia termica viene utilizzata per provvedere al riscaldamento dei fanghi. Il riscaldamento dei fanghi, oltre a utilizzare il recupero del calore dai motori endotermici, viene supportato anche da una pompa di calore (recupero calore dall'effluente) e dalle centrali termiche quando necessario.

Da aprile 2019 il 100% del biogas viene utilizzato per la produzione di biometano per l'immissione in rete SNAM con utilizzo per autotrazione e i 2 digestori sono scaldati con pompe di calore.

Volumi di digestione disponibili

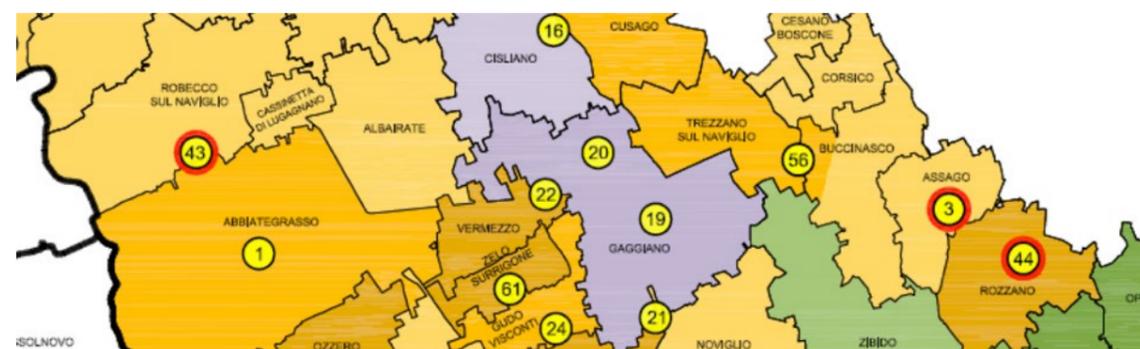
Per il calcolo dei volumi disponibili si considera:

- Alimentazione media 2016:
 - 480 m³/giorno;
 - 0,7 kgVS per m³ di reattore giorno.
- Tempo di ritenzione medio 2016:
 - 25 giorni.

7.3 Impianto di Robecco sul Naviglio

L'impianto di Robecco sul Naviglio [43], avente potenzialità di 340.000 A.E., è oggetto di progetti di *upgrading* della linea fanghi, quali la fermentazione dei fanghi per produzione di VFA (acidi grassi volatili) utilizzabile come fonte di carbonio organica alternativa rispetto a reagenti esterni e il trattamento *side-stream* dei surnatanti anaerobici, con la finalità di migliorare le efficienze depurative e promuovere il recupero di nutrienti.

Localizzazione



Stato di fatto

Dotazione linea fanghi/biogas:

- n° 2 digestori primari della capacità ognuno di 4.500 m³, riscaldati a 35°C di entrambi in esercizio;
- n° 1 gasometro a campana della capacità di 1.500 m³;
- n° 1 cupola gasometrica a 3 membrane della capacità di 2.500 m³.

Produzione biogas:

- 40.000 Sm³/ mese > c.a. 1.325 Sm³/giorno;
- n. 2 turbine di cogenerazione da 100 kW ciascuna installate e in fase di commissioning.

Utilizzo del biogas:

- 87% centrali termiche per riscaldamento fanghi;
- 13% torcia (cogeneratori fuori servizio, da sostituire).

Volumi di digestione disponibili

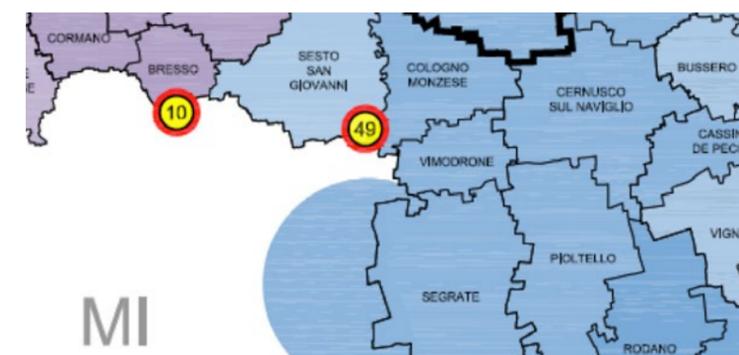
Per il calcolo dei volumi disponibili si considera:

- Alimentazione media 2016:
 - 240 m³/giorno;
 - 0,5 kgVS per m³ di reattore giorno.
- Tempo di ritenzione medio 2016:
 - 38 giorni.

7.4 Impianto di Sesto San Giovanni

L'impianto di Sesto San Giovanni [49], avente potenzialità di 138.500 A.E., è oggetto di un importante progetto di conversione che prevede la realizzazione di un Polo per l'Innovazione nell'Economia Circolare (www.biopiattaformalab.it) per il trattamento di fanghi da depurazione non recuperabili come prodotto fertilizzante e della FORSU, al fine di recuperare energia elettrica, calore, materiali e nutrienti dai fanghi e dalle acque reflue. Questo progetto è approfondito nello studio "La biopiattaforma integrata di Gruppo CAP - Verso un futuro circolare in Italia".

Localizzazione



Stato di fatto

Dotazione linea fanghi/biogas:

- n° 2 digestori primari della capacità ognuno di 2.400 m³, riscaldati a 35°C, di cui uno in esercizio e uno in manutenzione;
- n° 1 gasometro a campana della capacità di 800 m³.

Produzione biogas:

- 67.000 Sm³/mese > c.a. 2.200 Sm³/giorno;
- composizione biogas prodotto: 65% CH₄ - 32% CO₂ - 3% altri gas;
- turbine di cogenerazione in fase di acquisto (procedure di gara in corso).

Trattamento biogas:

- nessun trattamento per il biogas linee centrali termiche e torcia;
- trattamento di deumidificazione e desolfurazione per la linea alimentazione cogeneratori.

Utilizzo attuale del biogas:

- 70% cogenerazione per la produzione di c.a. 47.000 kWh/mese;
- 25% centrali termiche per riscaldamento fanghi;
- 5% torcia (avaria cogeneratori, punte di produzione biogas, ecc.).

Volumi di digestione disponibili

Per il calcolo dei volumi disponibili si considera:

- Alimentazione media 2016:
 - 170 m³/giorno;
 - 1,4 kgVS per m³ di reattore giorno.
- Tempo di ritenzione medio 2016:
 - 14 giorni.
- Alimentazione media 2016 post interventi di manutenzione:
 - 170 m³/giorno;
 - 0,7 kgVS per m³ di reattore giorno.
- Tempo di ritenzione medio 2016 post interventi di manutenzione:
 - 28 giorni.

7.5 Impianto di Peschiera Borromeo

L'impianto di depurazione di Peschiera Borromeo [40], avente potenzialità di 436.100 A.E., sarà oggetto negli anni a venire di un progetto di *revamping* per la costruzione della terza linea di trattamento delle acque reflue.

Stato di fatto

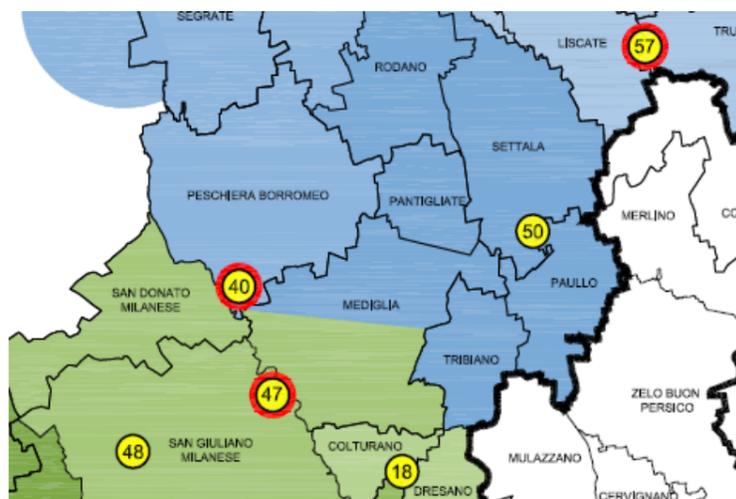
Dotazione linea fanghi/biogas:

- n° 5 digestori primari della capacità ognuno di 3.500 m³, riscaldati a 35°C, di cui uno fuori servizio;
- n° 1 digestori secondario della capacità di 3.500 m³, non riscaldato ma con caldaia dedicata;
- n° 2 gasometri a campana della capacità di 700 m³.

Produzione biogas:

- 120.000 m³/mese > c.a. 4.000 m³/giorno;
- composizione biogas prodotto: 65% CH₄ – 32% CO₂ – 3% altri gas;
- n° 2 motori di cogenerazione da 560 kW;
- n° 2 torce di emergenza da 420 Sm³/d.

Localizzazione



Trattamento biogas:

- nessun trattamento per il biogas linee centrali termiche e torcia;
- trattamento di deumidificazione e desolfurazione per la linea alimentazione cogeneratori (in fase di realizzazione).

Utilizzo attuale del biogas:

- 70% cogenerazione per la produzione di c.a. 250.000 kWh/mese;
- 25% centrali termiche per riscaldamento fanghi;
- 5% torcia (avaria cogeneratori, punte di produzione biogas, ecc.).

Volumi di digestione disponibili

Per il calcolo dei volumi disponibili si considera:

- Alimentazione media 2017:
 - 725 m³/giorno;
 - 0,9 kgVS per m³ di reattore giorno.
- Tempo di ritenzione medio 2017:
 - 20 giorni.

7.6 Impianto di Cassano d'Adda

L'impianto di Cassano d'Adda [13], avente potenzialità di 128.800 A.E., è dotato di un solo digestore da 1.800 m³, attualmente dismesso e non utilizzato.

Inoltre, è presente nel depuratore un'area di circa 10.000 m² che potrebbe essere dedicata alla realizzazione di una sezione di ricezione e di pretrattamento della FORSU e alla realizzazione di un secondo digestore per raggiungere una volumetria complessiva di digestione pari a 5.000 m³.

Stato di fatto

Dotazione linea fanghi/biogas:

- n° 1 digestore della capacità di 1.800 m³, dismesso, privo di piping di collegamento alla linea fanghi e scambiatore di calore;
- n° 1 gasometro della capacità di 400 m³.

Volumi di digestione disponibili

Attualmente è presente un digestore del volume di 1.800 m³ che non è mai stato utilizzato. Si prevede il completo rifacimento del digestore e del *piping* di collegamento.

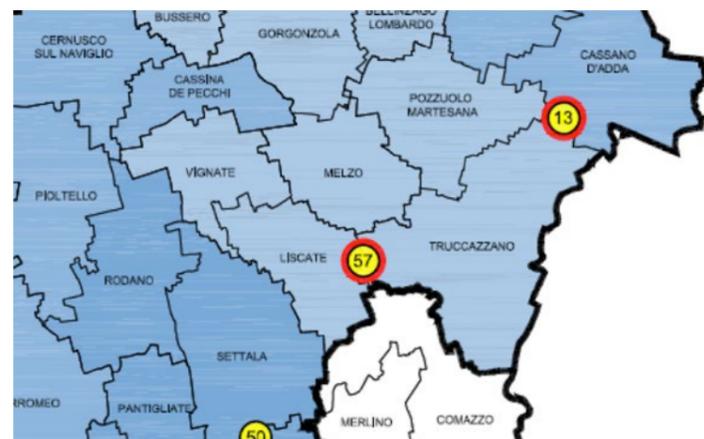
Localizzazione



7.7 Impianto di Truccazzano

Il depuratore di Truccazzano [57], avente potenzialità di 189.200 A.E., sarà oggetto di importanti interventi di adeguamento nel periodo 2019-2021.

Localizzazione



Stato di fatto

Dotazione linea fanghi/biogas:

- n° 2 digestori primari della capacità ognuno di 2.500 m³, riscaldati a 35°C di cui uno in esercizio e uno in fase di messa in servizio /attivazione;
- n° 2 gasometro a campana della capacità di 500 m³.

Produzione biogas:

- 26.400 m³/mese > c.a. 1.100 m³/giorno;
- composizione biogas prodotto: 65% CH₄ – 32% CO₂ – 3% altri gas.

Trattamento biogas:

- nessun trattamento per il biogas linee centrali termiche e torcia.

Utilizzo attuale del biogas:

- 95% centrali termiche per riscaldamento fanghi;
- 5% torcia (avaria cogeneratori, punte di produzione biogas, ecc.).

Volumi di digestione disponibili

Per il calcolo dei volumi disponibili si considera:

- Alimentazione media 2016:
 - 170 m³/giorno;
 - 1,4 kgVS per m³ di reattore giorno.
- Tempo di ritenzione medio 2016: N.D.

7.8 Riepilogo impianti

Di seguito una tabella della situazione esistente delle sezioni di digestione anaerobica di Gruppo CAP.

Impianto	Volume totale	Volume utilizzato	Volume disponibile	Fanghi trattati	Fanghi trattati	Portata	SS	OLR	HRT	Biogas
	m ³	m ³	m ³	kgSS/d	kgVS/d	m ³ /d	kg/m ³	kgVS/m ³ /d	d	m ³ /d
Pero	18.000	6.000	12.000	7.347	5.120	224	33	0,9	27	2.200
Bresso	12.000	12.000	0	13.248	8.731	480	28	0,7	25	2.160
Robecco	9.000	9.000	0	6.691	4.516	240	28	0,5	38	1.325
Sesto San Giovanni	4.800	4.800	0	4.006	3.191	155	27	0,7	22	2.260
Peschiera	21.000	17.500	3.500	21.647	15.301	725	30	0,9	20	4.000
Cassano d'Adda	1.800	0	1.800	0	0	0	0	0,0	0	0
Truccazzano	5.000	2.500	2.500	4.952	3.500	170	-	-	-	1.440

Tabella 16. Situazione esistente presso i sette impianti di Gruppo CAP.

Gli impianti oggetto dello studio presentano inoltre, allo stato attuale, le seguenti capacità residue di trattamento in A.E.

Impianto	Carico Agglomerato ATO 2017 (AE)	Potenzialità impianto (AE)	Capacità residua (AE)
Pero	594.809	620.600	25.791
Bresso	209.929	240.000	30.071
Robecco	264.600	340.000	75.400
Sesto San Giovanni	97.953	138.488	40.535
Peschiera Borromeo	419.988	436.200	16.212
Cassano d'Adda	111.069	128.800	17.731
Truccazzano	188.878	189.200	322

Tabella 17. Capacità residua in Abitanti Equivalenti (A.E.) per i sette impianti di Gruppo CAP.

8

IL POTENZIALE
DEL BIOMETANO

A valle dell'analisi della disponibilità delle matrici disponibili in *input*, è possibile definire il potenziale energetico teoricamente ricavabile in termini di produzione di biometano dall'impiego dei digestori disponibili presso gli impianti di Gruppo CAP. Nella Tabella 18 è mostrato il riepilogo dei sette impianti di Gruppo CAP analizzati e dei volumi che essi hanno a disposizione da impiegare per la produzione di biometano da altre matrici provenienti dall'esterno (FORSU, scarti agricoli, ecc.). Risultano in totale disponibili 24.600 m³ di volumi di digestione inutilizzati/utilizzabili presso i depuratori di Pero, Sesto San Giovanni, Peschiera Borromeo, Cassano d'Adda e Truccazzano.

Impianto	Volume totale m ³	Volume utilizzato m ³	Volume disponibile m ³
Pero	18.000	6.000	12.000
Bresso	14.000	14.000	0
Robecco	9.000	9.000	0
Sesto San Giovanni	4.800	0	4.800 ³⁹
Peschiera Borromeo	21.000	17.500	3.500
Cassano D'Adda	1.800	0	1.800
Truccazzano	5.000	2.500	2.500

Tabella 18. Riepilogo dei volumi disponibili presso gli impianti CAP.

L'analisi, condotta per verificare i quantitativi di matrici organiche esterne alimentabili ai digestori di Gruppo CAP, viene condotta sulla base dei seguenti parametri di processo:

- Il carico organico volumetrico (ORL), ovvero la quantità di substrato entrante nel digestore riferita all'unità di volume del digestore e all'unità di tempo. Analiticamente:

$$ORL = \frac{(S \cdot Q)}{V} \quad \left[\frac{\text{kg substrato}}{\text{m}^3 \text{ giorno}} \right]$$

Dove:

- S, concentrazione di substrato nella portata influente [kg/m³].
- Q, portata di alimentazione [m³/giorno].
- V, volume del reattore [m³].

39. L'impianto di Sesto San Giovanni è oggetto di un progetto per la creazione di una biopiattaforma integrata per l'economia circolare, nella quale i digestori disponibili verranno impiegati per la digestione anaerobica della FORSU. Quindi si considera che il volume totale sia interamente disponibile.

- La percentuale di sostanza volatile sul totale di sostanza solida secca:

$$\% \frac{TVS}{TSS} = \frac{\text{quantità di solidi totali volatili}}{\text{quantità di sostanza solida secca}}$$

- La percentuale di sostanza solida secca sul totale tal quale:

$$\% \frac{TSS}{T \text{ tal quale}} = \frac{\text{quantità di solidi totali}}{\text{quantità di sostanza sostanza tal quale}}$$

Le percentuali % TSV/TSS e %TSS/T tal quale sono suggerite dall'ENEA nel documento "Analisi e stima quantitativa della potenzialità di produzione energetica da biomassa digeribile a livello regionale. Studio e sviluppo di un modello per unità energetiche Parte 1 – Metodologia". Nella Tabella 19 un estratto della tabella di riferimento contenuta nel documento, con i dati di interesse per il presente studio.

Categoria di Substrato	SS sul tal quale [%]	SV su SS [%]
Frazione organica rifiuti urbani	20	90
Liquame suino	6	78
Letame suino	22	82
Deiezioni zootecniche		
Liquame bovino	8	76
Letame suino	18	75
Residui colturali		
Paglia	87	87
Residui agroindustria		
Macellazione	15	90

Tabella 19. Estratto dal documento ENEA per il calcolo delle % TSV/TSS e %TSS/T tal quale.

Gruppo CAP dispone di sette impianti di depurazione, caratterizzati da volumi di digestione anaerobica valorizzabili, che, in virtù di considerazioni logistiche, processuali e strategiche possono essere distinti a seconda della matrice organica trattabile, ovvero FORSU oppure altre matrici organiche.

8.1 Frazione umida da FORSU

Gli impianti indicati da Gruppo CAP per il trattamento della frazione organica dei rifiuti sono Pero, Sesto San Giovanni, Cassano d'Adda e Truccazzano. Non è stato invece incluso l'impianto di Peschiera Borromeo poiché ubicato in un'area fortemente urbanizzata e pertanto non adatta al trattamento della FORSU. Tale matrice potrebbe essere alimentabile anche all'impianto di Robecco, in modalità co-digestione, in quanto, pur non avendo volumi di digestione disponibili, l'impianto risulta sottocaricato: tale aspetto è approfondito in Appendice 1.

Per la frazione organica umida dei rifiuti si sono fatte le seguenti ipotesi:

- ORL pari a 2,7.
- ORL pari a 3,6 per Sesto San Giovanni, valore risultante dal progetto preliminare della biopiattaforma integrata e imputabile alle tecnologie di pre-trattamento spinto della FORSU.
- % TSV/TSS pari al 90% (Tabella 19).
- % TSS/T tal quale pari al 20% (Tabella 19).

I risultati ottenuti sono riassunti in Tabella 20. Considerando un numero di giorni di funzionamento degli impianti pari a 300 e una percentuale del 4,8% di materiali non compostabili presenti nella frazione umida⁴⁰, i digestori di Gruppo CAP sono potenzialmente in grado di trattare 107.300 tonnellate/anno di frazione organica umida. Utilizzando il coefficiente del CIB per la resa specifica in biometano in Sm³ a partire dalle tonnellate tal quale di frazione umida, pari a 88 Sm³/t, risultano potenzialmente producibili nella provincia di Milano **9.442.437 Sm³/anno di biometano**.

Impianto	Volume disponibile	ORL	Alimentazione	TSV/TSS	Alimentazione	TSS/T tal quale	Alimentazione	Biometano producibile
	m ³	kgSV/m ³ /d	kg SV/d	% SV	kg SS/d	% SS/tal quale	t tal quale frazione umida	Sm ³ /anno
Pero	12.000	2,7	32.400	90,0%	36.000	20,0%	56.723	4.991.597
San Giovanni	4.800	3,6*	17.280	90,0%	19.200	20,0%	30.252	2.662.185
Cassano D'Adda	1.800	2,7	4.860	90,0%	5.400	20,0%	8.508	748.739
Truccazzano	2.500	2,7	6.750	90,0%	7.500	20,0%	11.817	1.039.916
Totale							107.300	9.442.437

*Valore del progetto preliminare caratterizzato da tecnologie di pre-trattamento spinto della FORSU.

Tabella 20. Stima delle tonnellate/anno di frazione umida alimentabili in ciascun impianto di Gruppo CAP.

Si è visto come lo scenario 2 per la produzione futura della FORSU (lo scenario più "critico"), prevede che nei prossimi anni nella Città metropolitana di Milano la frazione umida possa crescere fino a raggiungere 638 mila tonnellate/anno (contro le 215 mila attuali) e questo comporterebbe la necessità di una ulteriore capacità impiantistica rispetto a quella attuale (il solo impianto di Albairate, 90.000 tonnellate/anno di capacità autorizzata) pari a 548 mila tonnellate/anno. **Gli impianti di Gruppo CAP, potendo trattare circa 107 mila tonnellate annue di umido, potrebbero coprire quasi il 20% della richiesta futura di disponibilità impiantistica tramite il solo utilizzo di digestori attualmente esistenti ma non utilizzati**, senza che sia necessaria la realizzazione di nuovi impianti.



Grafico 19. Contributo degli impianti di Gruppo CAP nel trattamento della FORSU secondo lo scenario futuro 2.

Uno studio di Nielfa et al. (2015) ha valutato la variazione nella producibilità di biometano tramite processi di digestione anaerobica considerando la co-digestione tra la frazione organici dei rifiuti e i fanghi di depurazione rispetto alla digestione dei soli substrati. I risultati dello studio dimostrano che la digestione di una miscela composta dall'80% da FORSU e dal 20% da fanghi porta a un incremento della produzione di biometano del 9% rispetto alla digestione della sola FORSU e del 34% rispetto ai soli fanghi. Tra quelle valutate, questa configurazione ha rappresentato l'optimum, ma i risultati hanno mostrato come anche altre miscele raggiungono producibilità maggiori rispetto ai soli substrati (Tabella 21 e Grafico 20). Questo risultato potrebbe rappresentare una buona opportunità per CAP per valorizzare entrambi i substrati.

SUBSTRATI	FORSU/FANGHI % in peso
Fanghi (biological sludge)	-
FORSU (OFMSW)	-
Co-digestione 1	80/20
Co-digestione 2	60/40
Co-digestione 3	40/60
Co-digestione 4	20/80

Tabella 21. Substrati e diverse miscele considerate nello studio.

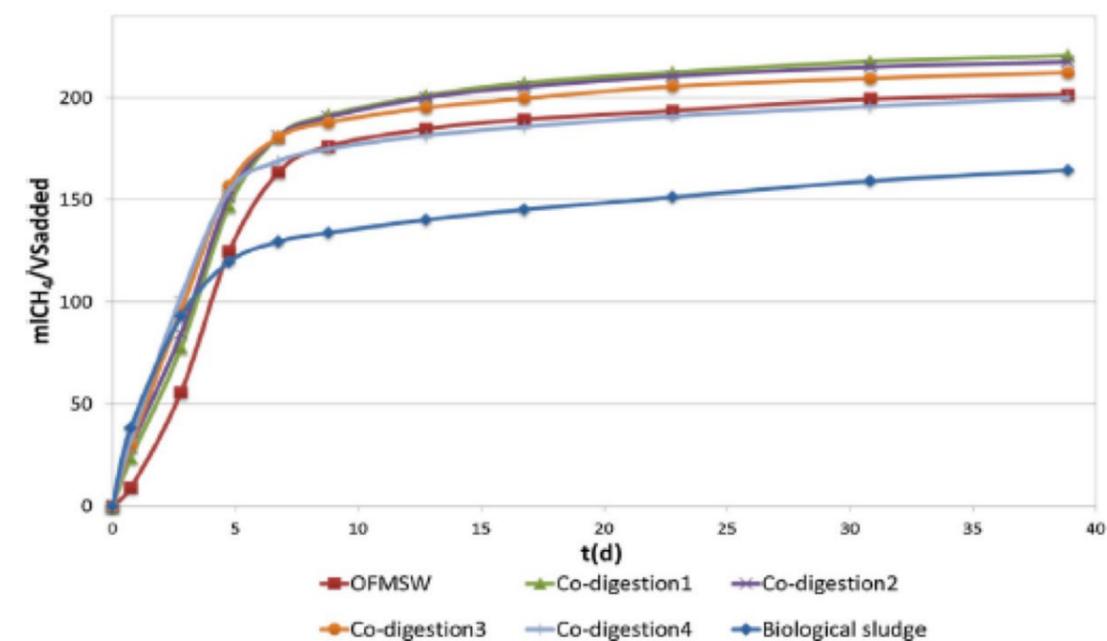


Grafico 20. Risultati dello studio per i due substrati e le quattro miscele in co-digestione.

8.2 Scarti agricoli

Per l'impianto di Peschiera Borromeo, poiché ubicato in un'area fortemente urbanizzata e quindi non adatta all'impiego di matrici quali la frazione organica umida dei rifiuti o gli effluenti zootecnici, sono stati considerati i soli scarti agricoli (paglie).

Si sono fatte le seguenti ipotesi:

- ORL pari a 2,2.
- % TSV/TSS e % TSS/T tal quale pari all'87% (Tabella 19).
- Miscela 50%/50% in peso tra fanghi e scarti agricoli.
- Resa specifica in biogas della paglia pari a 295 Sm³/t [tool di AzzeroCO₂].
- Percentuale di biometano nel biogas pari al 60% e efficienza di sistema pari al 98%.

In Tabella 22 è riportata la stima della quantità alimentabile e della produzione potenziale di biometano per l'impianto di Peschiera Borromeo. È possibile alimentare l'impianto con 3.052 tonnellate/anno di paglie (corrispondente all'1,3% del potenziale della Città metropolitana di Milano) in co-digestione ai fanghi di depurazione e sono potenzialmente producibili 529.386 Sm³/anno di biometano.

Impianto	Volume disponibile	ORL	Alimentazione	TSS/TSS	Alimentazione	TSS/T tal quale	Alimentazione	Biometano producibile
	m ³	kgSV/m ³ /d	kg SV/d	% SV	kg SS/d	% SS/tal quale	t tal quale frazione umida	Sm ³ /anno
Peschiera Borromeo	3.500	2,2	7.700	87,0%	8.851	87,0%	3.052	529.386

Tabella 22. Stima del biometano producibile presso l'impianto di Peschiera Borromeo.

Tale matrice potrebbe essere alimentabile anche agli impianti di Bresso e Robecco, in modalità co-digestione, in quanto, pur non avendo volumi di digestione disponibili, risultano sottocaricati. Questi impianti sono stati approfonditi in Appendice 1.

8.3 Stima parametrica costi di investimento

Risulta difficile allo stato attuale effettuare una stima degli investimenti necessari per la conversione degli impianti di Gruppo CAP.

Per farlo siamo partiti dai dati a disposizione relativi al progetto di fattibilità tecnico-economica redatto nell'ambito della progettazione della biopiattaforma CAP di Sesto San Giovanni (la cui progettazione definitiva è attualmente in corso di redazione) ed ipotizzando che gli investimenti siano proporzionali ai volumi di Forsu da trattare e alla taglia di impianto.

La simulazione porta ad ipotizzare un range necessario per gli investimenti compreso tra i 37 ed i 45 M€ da validare, evidentemente, con successive analisi e progettazioni considerato che parte degli investimenti saranno direttamente proporzionali ai volumi da trattare parte invece sono da considerare come costi fissi (per esempio allaccio alla rete del gas) e comunque non analizzabili in questa fase di stima preventiva.

Impianto	Volume disponibile	Investimenti pianificati	Alimentazione	Biometano producibile	Stima parametrica investimenti	Stima parametrica investimenti	Stima parametrica investimenti rettificata con fattori di scala
	m ³	k€	t tal quale frazione umida	Sm ³ /anno	k€/kg Forsu trattabile per anno	k€	k€
Pero	12.000		56.723	4.991.597		23.250	15.113
San Giovanni	4.800	12.400	30.252	2.662.185	0,410	12.400	12.400
Cassano D'Adda	1.800		8.508	748.739		3.487	4.185
Truccazzano	2.500		11.817	1.039.916		4.844	5.812
Totale			107.300	9.442.437		43.981	37.510

Tabella 23. Stima investimenti (Fonte: CAP)

Per quanto concerne le ricadute in termini di minori costi di produzione e/o economie di scala ottenibili risulta difficile in questa fase effettuare delle stime in assenza di specifici Piani Economici Finanziari ma si può ragionevolmente ipotizzare che le tariffe di conferimento si attestino su valori inferiori rispetto alle condizioni di mercato con range che potranno differire impianto per impianto nella forchetta di riduzione compresa tra il 10 ed il 20%⁴¹ grazie ad i benefici derivanti dai seguenti fattori:

- Riduzione/annullamento costi realizzazione nuovi digestori anaerobici;
- Annullamento costi acquisizione nuove aree;
- Riduzione costi di realizzazione sezione di trattamento surnatanti di digestione;
- Riduzione costi del personale avvalendosi in quota parte del personale già presente sull'impianto di depurazione.

Allo stesso tempo si può ipotizzare, anche per quanto concerne la tariffa di vendita del biometano, una riduzione del 10%⁴² rispetto alla rete di distribuzione esistente.

41. Stima dati CAP

42. Stima dati CAP

9

POTENZIALITÀ DEL BIOMETANO PRODOTTO COME CARBURANTE

Per comprendere l'enorme potenziale del biometano impiegato come carburante per autotrazione, si è calcolato il numero di automobili a metano che la quantità di biometano prodotto presso i sette impianti di Gruppo CAP inclusi nel presente studio può potenzialmente alimentare.

Per completezza nell'analisi è stato incluso nel calcolo:

- Il biometano ottenuto dall'*upgrading* del biogas già prodotto dai digestori attualmente utilizzati (si sono considerate una percentuale di biometano nel biogas pari al 65% – valore tipico nei fanghi – e un'efficienza di sistema pari al 98%).
- Il biometano producibile tramite l'impiego di altre matrici organiche nei volumi disponibili, come calcolato nel capitolo precedente.

Il riepilogo del biometano complessivo producibile presso i sette impianti di Gruppo CAP è riportato in Tabella 23.

Impianto	Biogas prodotto attualmente dai fanghi	Biometano producibile da <i>upgrading</i> del biogas	Biometano da altre matrici organiche
	Sm ³ /anno	Sm ³ /anno	Sm ³ /anno
Pero	720.000	458.640	4.991.597
Bresso	777.600	568.830 ⁴³	-
Robecco	480.000	305.760	-
Sesto San Giovanni	-	-	2.662.185
Peschiera Borromeo	1.440.000	917.280	529.386
Cassano D'Adda	-	-	748.739
Truccazzano	316.800	201.802	1.039.916
Totale		2.452.312	9.971.823

Tabella 24. Riepilogo biometano complessivo producibile presso i sette impianti di Gruppo CAP.

L'auto a metano più venduta in Italia⁴⁴ ha i consumi riportati nella Figura 7: il consumo medio ogni 100 km percorsi è pari a 3,1 kg/100 km. Le automobili metano/benzina utilizzano gas naturale compresso (GNC). Per stimare le potenzialità del biometano prodotto dagli impianti di Gruppo CAP come biocombustibile, è quindi necessario trasformare gli Sm³ di biometano in kg. Sono fatte una serie di ipotesi, di seguito elencate.

43. Dato di produzione di biometano da progetto.

44. <https://www.automobile.it/magazine/risparmio/auto-a-metano-pro-e-contro-2456>

- Si suppone di trattare il biometano come un gas perfetto e che quindi, per la compressione (supposta a temperatura costante), il volume e la pressione risultano inversamente proporzionali. Quindi, se il biometano ha inizialmente una pressione di 1 bar e un volume di 1 m³, alla fine della compressione il GNC avrà una pressione di 220 bar (pressione tipica del GNC) e un volume pari a 1/220 m³.
- Si ha per il GNC una densità pari a 0,17 kg/l⁴⁵.
- La percorrenza annua media degli italiani in automobile è supposta pari a 11.125 km, così come calcolato da un sondaggio che fa riferimento al 2016⁴⁶.



Figura 7. Consumi medi auto a metano.

9.1 Upgrading del biogas

Eseguendo l'*upgrading* del biogas attualmente prodotto nei digestori di Gruppo CAP dai fanghi di depurazione, è possibile ottenere 2.452.312 Sm³/anno di biometano. Da tale quantità, sono producibili 1.857.812 kg di GNC. Considerando quindi la percorrenza media annua e il consumo medio di 3,1 kg/100 km, è possibile dire che tale quantità di GNC è ipoteticamente in grado di alimentare ogni anno **7.696 automobili a metano**, che vanno a metano per il 70% della loro percorrenza.

Secondo gli ultimi dati dell'ACI relativi all'anno 2017, il numero di automobili a metano circolanti nella Città metropolitana di Milano si attesta a 15.478 unità, quindi il biometano così prodotto sarebbe potenzialmente in grado di alimentare un numero di autovetture pari a quasi la metà del parco auto della Città metropolitana di Milano.

9.2 Frazione umida da FORSU

A partire dai 9.442.437 Sm³/anno di biometano da FORSU, sono producibili circa 7.153.363 kg di GNC. Considerando quindi la percorrenza media annua e il consumo medio di 3,1 kg/100 km, è possibile dire che tale quantità di GNC è ipoteticamente in grado di alimentare ogni anno **29.631 automobili a metano**, che vanno a metano per il 70% della loro percorrenza, pari a quasi il doppio del parco auto della Città metropolitana di Milano.

L'eccedenza di biometano potrebbe essere destinata alla liquefazione (produzione di bioGNL) per l'alimentazione di mezzi pesanti, come ad esempio quelli impiegati per il trasporto pubblico e per la grande distribuzione.

9.3 Scarti agricoli

Considerando l'impianto di Peschiera Borromeo, sono potenzialmente producibili 529.386 Sm³/anno di biometano da paglie, ovvero circa 401.050 kg di GNC. Considerando dunque la percorrenza media annua e il consumo medio di 3,1 kg/100 km, è possibile dire che tale quantità di GNC è ipoteticamente in grado di alimentare ogni anno **1.661 automobili a metano**, che vanno a metano per il 70% della loro percorrenza, pari al 10,7% del parco auto a metano della Città metropolitana di Milano.

9.4 Riepilogo dei risultati

In Tabella 28 è eseguito il riepilogo dei risultati ottenuti: con il totale del biometano prodotto presso i sette impianti di Gruppo CAP a partire dall'*upgrading* del biogas già attualmente prodotto dalla digestione anaerobica dei fanghi di depurazione e da quello potenzialmente producibile a partire da altre matrici organiche (FORSU e scarti agricoli), è possibile alimentare **38.988 autovetture a metano** ogni anno.

Impianto	Biometano producibile	N° automobili alimentabili
	Sm ³ /anno	Ogni anno
Fanghi di depurazione	2.452.312	7.696
FORSU	9.442.437	29.631
Scarti agricoli	529.386	1.661
Totale	12.424.135	38.988

Tabella 25. Riepilogo dei risultati dello studio.

45. Dati tecnici Fiat Panda 0.9 TwinAir 80 CV Natural Power.

46. <https://www.facile.it/news/quanti-km-hanno-percorso-in-auto-gli-italiani.html>

9.5 Politiche di mobilità in Città Metropolitana di Milano – autovetture a metano.

Riprendendo quanto già precedentemente descritto al paragrafo 2.1 e contestualizzandolo al territorio della Città Metropolitana di Milano, interessanti risultano i risultati delle analisi svolte dal gruppo di lavoro "Mobilità sostenibile" del Kyoto Club e gli esperti di CNR-IIA (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto sull'Inquinamento Atmosferico) che con MobilitAria – hanno pubblicato nel 2019 un rapporto sulle POLITICHE DI MOBILITÀ E QUALITÀ DELL'ARIA NELLE 14 CITTÀ E AREE METROPOLITANE collaborando con l'Osservatorio Politiche Mobilità Urbana Sostenibile di ISFORT.

Il rapporto delinea un quadro complessivo sull'andamento della qualità dell'aria e delle politiche di mobilità urbana delle 14 principali città italiane con un focus anche su quanto rilevato nel territorio della Città Metropolitana di Milano.

Lo studio analizza i dati e le tendenze delle concentrazioni degli inquinanti ed il superamento dei limiti normativi; a questi dati è legato un quadro dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria delle Regioni Italiane. L'analisi prosegue con una valutazione sulle politiche locali urbane e nazionali nel campo della mobilità negli anni 2017 e 2018. Uno sguardo critico è dedicato alla parte trasporti del Piano Nazionale Energia e Clima e presenta indagini sulla mobilità delle differenti aree ricostruendo le tendenze in atto 2016/2017 rispetto ai dati 2012/2013.

Dall'analisi del documento si evidenzia nel nostro territorio una sensibile crescita del tasso di mobilità, ovvero la percentuale media di cittadini che si muove nel corso della giornata (feriale), tra il 2012-2013 e il 2016-2017.

TASSO DI MOBILITÀ		
Tabella 1 (% di intervistati che hanno effettuato almeno uno spostamento nel giorno medio feriale)		
(*) Media semplice		
	Media 2012-2013	Media 2016-2017
Torino	74,0	90,2
Milano	76,1	89,6

Allo stesso tempo nella Città metropolitana di Milano si evidenzia un incremento della mobilità sostenibile (da intendersi come utilizzo di vettori a basso impatto: piedi, bici e mezzi pubblici).

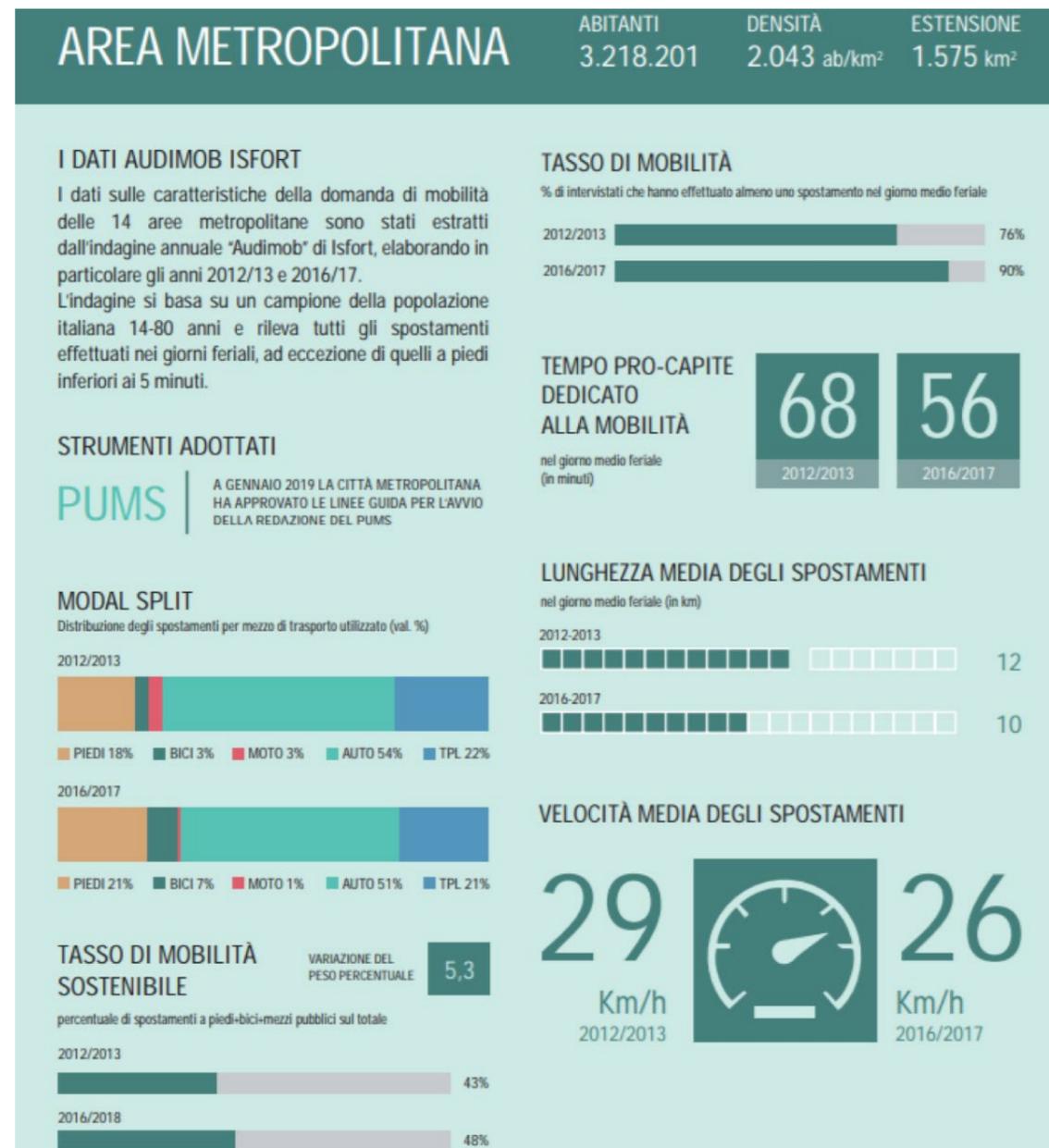
TASSO DI MOBILITÀ SOSTENIBILE					
Tabella 6 (percentuale di spostamenti a piedi+bici+mezzi pubblici sul totale) (*) Media semplice					
	Media 2016-2017		Media 2012-2013		Variazione del peso percentuale
	Indice	Posizione in graduatoria	Indice	Posizione in graduatoria	
Milano	48,3	1	43,0	2	5,3

Le misure che sono definite dai diversi piani regionali qualità dell'aria sono varie. Le classi che vengono prese a riferimento nel rapporto includono anche misure atte a promuovere la diffusione di mezzi di trasporto pubblico e privato a basso impatto ambientale (elettrico, metano) e ciò in particolare in regione Lombardia.

- A. Promozione e diffusione di mezzi di trasporto pubblico a basso impatto ambientale
- B. Interventi a favore del servizio pubblico di trasporto
- C. Interventi a favore della mobilità alternativa
- D. Promozione e diffusione di mezzi di trasporto privato a basso impatto ambientale
- E. Controllo dei gas di scarico
- F. Promozione e diffusione di mezzi di trasporto di merci a basso impatto ambientale
- G. Regolamentazione della distribuzione delle merci
- H. Moderazione della **velocità e fluidificazione del traffico**
- I. Limitazione della circolazione
- L. **Pianificazione urbana**

Per quanto concerne la Città Metropolitana di Milano la redazione del PUMS è stata avviata con l'approvazione delle linee guida di indirizzo nel gennaio 2019 includendo tra i macro-obiettivi anche la sostenibilità energetica e ambientale.

La fotografia della situazione sulla mobilità viene qui di seguito riportata così come vengono riportati dati statistici sulla diffusione dei veicoli a metano che si attestavano nel 2017 a circa 20.000, più o meno la metà di quelli alimentabili attraverso la riconversione dei digestori anaerobici di Gruppo CAP.

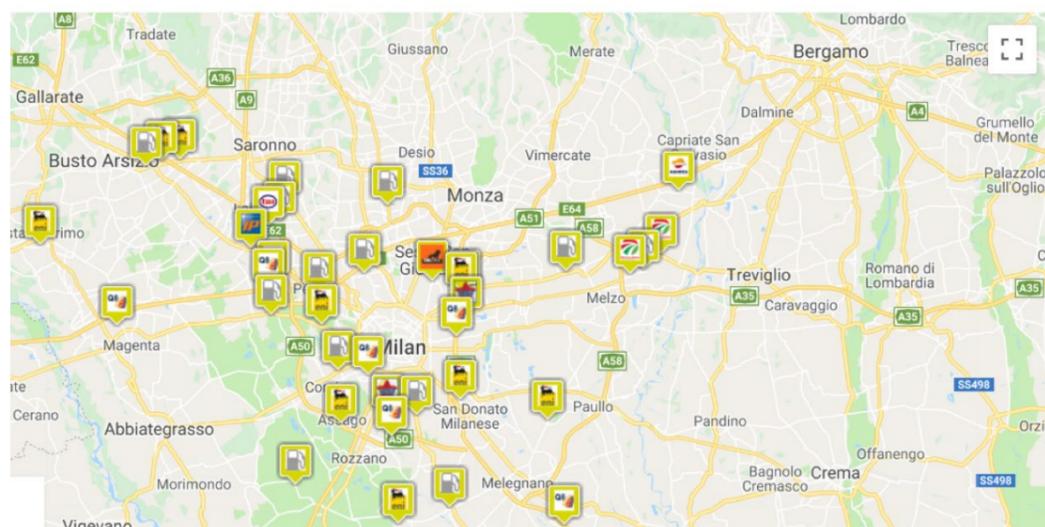


Per come riportato in un articolo di Sergio Ferraris sul biometano (<https://www.sergioferraris.it/metano-per-auto-perche-non-cresce/>), I dati evidenziano allo stato attuale ancora una bassa penetrazione dell'utilizzo di veicoli a metano nonostante siano in molti a ritenere che il gas naturale (metano) sarà per i prossimi 15-20 anni il protagonista della produzione elettrica, in attesa che le rinnovabili facciano la loro penetrazione in profondità nello scenario energetico italiano, processo già avviato e inarrestabile.

Eppure per il sistema Italia è una grande opportunità.

- Prima di tutto la rete esiste, è pronta e persino quella domestica, con tecnologie consolidate, è utilizzabile per rifornire le auto. Abbiamo, infatti, una rete del gas naturale tra le più sviluppate al mondo che è lunga 35mila chilometri, ragione per cui non c'è nessun impedimento allo sviluppo della rete aumentando i punti di distribuzione. Oggi siamo a circa 1.000 dei quali nessuno in autostrada, mentre quelli benzina/diesel sono 14mila.
- L'utilizzo del metano è possibile sia su auto nuove – che sono modelli a benzina modificati, molto simili a quelle odierni e che condividono quindi le linee di montaggio – sia su auto "vecchie", euro zero comprese, cosa che renderebbe la transizione rapida consentendo anche notevoli risparmi alle famiglie. Sia sul fronte della spesa per "l'adeguamento" al nuovo carburante, sia sul costo per chilometro.
- L'allungamento del ciclo di vita delle auto sarebbe un risparmio di risorse non da poco, mentre le emissioni calerebbero drasticamente visto che il gas naturale inquina il 75% in meno di diesel e benzina, ed emette zero polveri sottili, con un abbattimento delle stesse del 70% in ambito urbano – il 30% sono dovute all'attrito degli pneumatici e dei freni, per cui si avrebbero anche con l'elettrico.
- Sul fronte industriale pochi sanno, inoltre, che l'Italia è leader nel mondo per gli impianti necessari al funzionamento delle autovetture a gas naturale, sia come prima fornitura alle case automobilistiche, sia per il retrofit alle auto esistenti.

Lo sviluppo del mercato, anche a livello di Città metropolitana di Milano, è oggi fortemente legato alla necessità di aumentare i punti di distribuzione che risultano limitati anche nel nostro territorio.



È importante evidenziare ancora una volta (rif. paragrafo 2.1) che una forte spinta alla realizzazione di nuovi impianti di distribuzione e all'utilizzo del metano è attesa a seguito della entrata in vigore del decreto legislativo di recepimento della "Direttiva DAFI"

Al fine di ridurre la dipendenza dal petrolio e attenuare l'impatto ambientale nel settore dei trasporti, infatti, il governo italiano ha approvato in via definitiva il 14 dicembre 2016 il decreto legislativo di recepimento in Italia della c.d. direttiva Dafi 2014/94/UE del 22 ottobre 2014 per lo sviluppo dei carburanti alternativi e delle relative infrastrutture necessarie.

Il decreto, composto di 24 articoli più quattro allegati, stabilisce i requisiti minimi per la costruzione di infrastrutture per i combustibili alternativi, incluso il biometano da attuarsi mediante un Quadro Strategico Nazionale, nonché le specifiche tecniche comuni per i punti di ricarica e di rifornimento, e requisiti concernenti le informazioni agli utenti.

Il decreto fissa come obbligatori gli obiettivi per elettricità e gas naturale (GNL e GNC), concentrandosi nello specifico sul biometano, un settore considerato ampiamente sottoutilizzato e con forte potenziale di sviluppo.



Nello specifico il decreto prevede:

- la realizzazione di un network di distributori di gas naturale (e biometano) nei paesi CE ogni 150 km;
- la possibilità di aprire nuovi punti vendita con il solo prodotto gas naturale (biometano) senza la contestuale presenza, obbligatoria, dei carburanti tradizionali benzina e gasolio;
- l'obbligo per i singoli titolari di punti vendita di carburanti tradizionali (che vendono più di 10 milioni di litri in prima battuta e poi che ne vendono più di 5 milioni in un secondo tempo), i cui punti vendita sono collocati in aree fortemente inquinate (ovvero quelle i cui capoluoghi abbiano superato il limite delle emissioni di PM10 per almeno 2 anni su 6, nel periodo 2009-2014, tra cui Milano) di contribuire al miglioramento ambientale attraverso un investimento diretto ad aggiungere le infrastrutture di erogazione del metano (biometano) ed elettriche;
- **l'obbligo per le pubbliche amministrazioni centrali**, le regioni, gli enti locali e i gestori di servizi di pubblica utilità da essi controllati, **che sono situate nelle province ad alto inquinamento di particolato PM10** (tra cui Milano che ha superato i limiti per 6 anni su 6) al momento della sostituzione del rispettivo parco auto, autobus e mezzi della raccolta dei rifiuti urbani, **all'acquisto di almeno il 25 per cento (che può essere aumentato fino al 30%) di veicoli verdi (tra cui a metano/biometano) a GNC o GNL e elettrico.**

Per dare forza e pratica attuazione a tale principio si prevede che le gare pubbliche nelle quali non si sia ottemperato a tale previsione siano nulle. In quest'ottica CAP potrebbe giocare un ruolo anche nel supportare le pubbliche amministrazioni locali nel processo di decarbonizzazione mediante lo sviluppo del biometano.

A partire dal 18 novembre 2019, e successivamente con cadenza triennale, il governo italiano dovrà inviare alla Commissione europea un piano sull'attuazione e lo stato di avanzamento del Quadro Strategico Nazionale in cui saranno indicate le misure a sostegno della realizzazione e della produzione ripartiti per carburante alternativo e per modo di trasporto (strada, ferrovia, vie navigabili e trasporto aereo), per il sostegno degli impianti di produzione delle relative tecnologie, per eventuali esigenze particolari durante la fase iniziale, nonché per il sostegno delle ricerche e dello sviluppo tecnologico. Il Decreto di approvazione della direttiva Dafi potrà quindi contribuire alla diffusione del biometano favorendo da un lato realizzazione di nuove infrastrutture per il rifornimento, dall'altro incrementando il parco vetture alimentabili con questi carburanti. Va infatti tenuto presente che tra i vettori energetici che consentono di ridurre le emissioni e perseguire i target sulle rinnovabili nei trasporti il biometano già oggi presenta i minori costi sia per la realizzazione delle infrastrutture, sia per l'acquisto delle vetture (ad esempio se lo si confronta con l'elettrico o l'idrogeno).

9.6 Il biometano una opportunità non solo per la mobilità

Riprendendo quanto anticipato al paragrafo 1, non vanno trascurate le possibilità di utilizzo di biometano quale vettore energetico adattabile alle diverse e mutevoli condizioni territoriali e temporali della domanda di energia in ogni settore d'uso considerando l'efficienza dal punto di vista della conversione in energia elettrica potendo sfruttare un parco di generazione a ciclo combinato tra i più moderni al mondo, come pure essere utilizzabile in modo sicuro e efficiente nell'ambito della generazione distribuita.

In un suo articolo, Lorenzo Maggioni, del Consorzio Italiano Biogas, ricorda come *il Consorzio Gas for Climate, analizzando lo scenario in chiave conservativa ed ecosostenibile, ha recentemente calcolato che la filiera europea potrebbe produrre oltre 120 miliardi di metri cubi di gas rinnovabile all'anno entro il 2050. L'utilizzo del biometano nelle infrastrutture del gas per riscaldare gli edifici, produrre elettricità (affiancando eolico e solare) oltre che per alimentare i trasporti pesanti sia a terra sia in mare, può effettivamente generare risparmi annui intorno ai 140 miliardi di euro entro il 2050 rispetto all'alternativa rappresentata da un sistema energetico basato al 100% sull'energia elettrica.*

Il gas rinnovabile, infatti, abbiamo visto che può essere trasportato, stoccato e distribuito attraverso le infrastrutture esistenti del gas ed integrato, in modo efficiente, con l'elettricità rinnovabile per ridurre i costi della decarbonizzazione. Il gas prodotto da fonti rinnovabili utilizzato nelle infrastrutture già esistenti può, inoltre, avere un ruolo chiave nell'abbattimento delle emissioni in Europa entro il 2050 e nel raggiungimento dell'obiettivo dell'Accordo di Parigi di mantenere il riscaldamento globale ben al di sotto dei 2 °C, soprattutto se il suo utilizzo verrà affiancato da tecniche di cattura e stoccaggio del carbonio (CCS) e di cattura e utilizzo del carbonio (CCU).

A livello italiano, secondo uno studio della società di consulenza ambientale Althesys, il potenziamento della produzione di biometano potrebbe evitare emissioni di CO₂ per 197 milioni di tonnellate entro il 2050.

Se si estrapolasse questo dato sulla sola base della popolazione residente, le tonnellate di emissioni di CO₂ evitate nella sola Città Metropolitana di Milano potrebbero essere 11,5 milioni.

A

APPENDICE 1

Per gli impianti di Bresso e Robecco sul Naviglio, dal momento che non hanno a disposizione volumi di digestione liberi, ma risultano sottocaricati in termini di sostanza secca, è possibile eseguire una ulteriore analisi, ovvero pensare di incrementare le rese di digestione dei reattori, che attualmente utilizzano i soli fanghi di depurazione, attraverso trattamento di co-digestione con altre matrici organiche.

L'impianto di Bresso, poiché ubicato in un'area fortemente urbanizzata e pertanto sensibile agli impatti odorigeni, non si presta all'impiego di matrici quali la frazione organica umida dei rifiuti o gli effluenti zootecnici. È stata quindi eseguita una stima della quantità alimentabile e della produzione potenziale di biometano per i soli scarti agricoli (paglie).

I parametri utilizzati sono gli stessi di quelli elencati del paragrafo 7.2. I risultati per l'impianto di Bresso sono riportati nella Tabella 25. Ipotizzando una miscela 50%/50% in peso tra fanghi e scarti agricoli, risulta possibile alimentare l'impianto con 6.104 tonnellate/anno di paglie (corrispondente al 2,6% del potenziale della provincia di Milano) in co-digestione ai fanghi di depurazione e sono potenzialmente producibili **1.058.733 Sm³/anno di biometano**.

Impianto	Volume disponibile	ORL	Alimentazione	TSS/TSS	Alimentazione	TSS/T tal quale	Alimentazione	Biometano producibile
	m ³	kgSV/m ³ /d	kg SV/d	% SV	kg SS/d	% SS/tal quale	t tal quale frazione umida	Sm ³ /anno
Bresso	7.000	2,2	15.400	87,0%	17.701	87,0%	6.104	1.058.773

Tabella 26. Stima del biometano producibile presso l'impianto di Bresso a partire dagli scarti agricoli.

L'impianto di Robecco sul Naviglio, essendo dislocato in un'area di campagna, si presta al trattamento della frazione umida della FORSU, dei reflui zootecnici e dei residui culturali, matrici facilmente reperibili nel territorio circostante, ma può essere fatta una valutazione anche in merito alla disponibilità degli scarti di macellazione.

I parametri utilizzati per la FORSU e per gli scarti agricoli (ORL, resa in biogas, ecc.) sono gli stessi di quelli utilizzati nei paragrafi precedenti. Si ipotizza una miscela 50%/50% in peso tra fanghi e altra matrice organica.

Per gli effluenti zootecnici si sono fatte le seguenti ipotesi:

- ORL pari a 2,2.
- % TSV/TSS pari al 76,3%, ottenuto come media pesata delle percentuali TSV/TSS suggerite dall'ENEA per ciascuna tipologia di effluenti e utilizzando come peso la percentuale di quella tipologia sul totale degli effluenti (dettagli in Tabella 19 e Tabella 26)
- % TSS/T tal quale pari al 9,5%, ottenuto come media pesata delle percentuali TSS/T tal quale suggerite dall'ENEA per ciascuna tipologia di effluenti e utilizzando come peso la percentuale di quella tipologia sul totale degli effluenti (dettagli in Tabella 19 e Tabella 26).

- Miscela 50%/50% in peso tra fanghi e reflui zootecnici.
- Resa specifica di biogas in Sm³ a partire dalle tonnellate tal quale e dalle diverse rese specifiche delle diverse tipologie di effluenti (Tabella 27).
- Percentuale di biometano nel biogas pari al 60% e efficienza di sistema pari al 98%.

	N° capi	Produttività liquame [ton/anno*capo]	Liquame prodotto [ton/anno]	% sul totale	Produttività letame [ton/anno*capo]	Letame prodotto [ton/anno]	% sul totale
Bovini adulti (più di 24 mesi)	41.988	19,5	816.855,5	56,2%	6,8	286.568,1	19,5%
Rimonta (Manzi di 1-2 anni)	19.330	9,9	191.908,2		3,3	63.402,4	
Vitelli (0-12 mesi)	20.620	3,9	79.778,8		1,3	27.218,4	
Maiali adulti	44.456	9,9	440.114,4	24,3%	0,0	0,0	0,0%
Lattanzoli e magroncelli (<50kg)	31.390	1,0	31.076,1		0,0	0,0	
Totale			1.559.733,1			377.188,9	

Tabella 27. Determinazione dei pesi di ciascun effluente.

	Resa specifica biogas [Sm ³ /t]
Liquame bovini	13,98
Liquame suini	16,61
Letame bovini	33,75
Letame suini	81,18

Tabella 28. Rese specifiche in biogas delle diverse tipologie di effluenti.

In merito agli scarti di macellazione, si è invece ipotizzato:

- ORL pari a 2,2.
- % TSV/TSS e % TSS/T tal quale pari al 15% e al 90%, rispettivamente (Tabella 19).
- Miscela 50%/50% in peso tra fanghi e scarti di macellazione.
- Resa specifica in biogas della paglia pari a 105 Sm³/t [tool di AzzerCO₂].
- Percentuale di biometano nel biogas pari al 60% e efficienza di sistema pari al 98%.

Nella Tabella 28 si riportano le stime di quantità delle diverse matrici trattabili e produzione di biometano per l'impianto di Robecco sul Naviglio nel caso di trattamento di matrici diverse. È possibile alimentare l'impianto con 21.271 tonnellate/anno di FORSU in co-digestione ai fanghi di depurazione e sono potenzialmente producibili 1.871.849 Sm³/anno di biometano. In alternativa, si potrebbe alimentare l'impianto con 3.924 tonnellate/anno di paglie (corrispondente all'1,6% del potenziale della provincia di Milano), in co-digestione ai fanghi, ottenendo potenzialmente 680.640 Sm³/anno di biometano. Oppure, alimentare l'impianto con 41.148 tonnellate/anno di scarti zootecnici (corrispondente al 2,1% del potenziale della Città metropolitana di Milano) per ottenere potenzialmente 760.126 Sm³/anno di biometano. Per gli scarti di macellazione, la quantità teoricamente alimentabile nell'impianto è molto maggiore di quanto potenzialmente ricavabile nella provincia, come calcolato nel paragrafo 6.2.3, pari a circa 1.314 tonnellate/anno, quindi il dato sulla produzione potenziale di biometano non è calcolabile.

Impianto	Tipologia di scarti	TSV/ TSS	Alimentazione	TSS/ T tal quale	Alimentazione matrice	Biometano potenziale
		% SV	kg SS/d	% SS/ tal quale	t tal quale	Sm ³ /anno
Robecco	FORSU	90,0%	13.500	20%	21.271	1.871.849
	Agricoli	87,0%	11.379	87,0%	3.924	680.640
	Zootecnici	76,3%	12.973	9,5%	41.148	760.126
	Di macellazione	90,0%	11.000	15,0%	22.000	N.D.

Tabella 29. Stima del biometano producibile presso l'impianto di Robecco a partire dalle diverse matrici.

Per gli impianti di Bresso e Peschiera, a causa della loro ubicazione prossima al centro urbano che impedisce l'utilizzo di matrici organiche che hanno forti impatti odorigeni, Gruppo CAP sta inoltre valutando la possibilità di alimentare i digestori con scarti provenienti da industrie alimentari del territorio circostante, quali industrie dolciarie e casearie.

A

APPENDICE 2

Produzione e raccolta differenziata su scala comunale anno 2017 (ISPRA)				
Istat Comune	Regione	Provincia	Comune	Frazione organica (t)
03015118	Lombardia	Milano	Legnano	6.612,09
03015077	Lombardia	Milano	Cinisello Balsamo	6.477,95
03015182	Lombardia	Milano	Rho	5.350,51
03015070	Lombardia	Milano	Cernusco Sul Naviglio	5.271,71
03015081	Lombardia	Milano	Cologno Monzese	5.023,86
03015166	Lombardia	Milano	Paderno Dugnano	4.876,95
03015205	Lombardia	Milano	Segrate	4.352,43
03015027	Lombardia	Milano	Bollate	3.696,37
03015195	Lombardia	Milano	San Giuliano Milanese	3.476,27
03015002	Lombardia	Milano	Abbiategrasso	3.461,41
03015175	Lombardia	Milano	Pioltello	3.453,64
03015189	Lombardia	Milano	Rozzano	3.392,12
03015168	Lombardia	Milano	Parabiago	3.362,98
03015116	Lombardia	Milano	Lainate	3.304,10
03015093	Lombardia	Milano	Corsico	3.131,92
03015105	Lombardia	Milano	Garbagnate Milanese	3.130,96
03015211	Lombardia	Milano	Settimo Milanese	3.114,24
03015209	Lombardia	Milano	Sesto San Giovanni	2.974,20
03015192	Lombardia	Milano	San Donato Milanese	2.829,63
03015085	Lombardia	Milano	Corbetta	2.749,63
03015130	Lombardia	Milano	Magenta	2.677,87
03015171	Lombardia	Milano	Peschiera Borromeo	2.620,20
03015098	Lombardia	Milano	Cusano Milanino	2.471,12
03015220	Lombardia	Milano	Trezzano Sul Naviglio	2.462,45
03015087	Lombardia	Milano	Cornaredo	2.445,85
03015221	Lombardia	Milano	Trezzo Sull'adda	2.429,94
03015032	Lombardia	Milano	Bresso	2.408,52

03015142	Lombardia	Milano	Melzo	2.377,20
03015108	Lombardia	Milano	Gorgonzola	2.324,87
03015036	Lombardia	Milano	Buccinasco	2.297,60
03015059	Lombardia	Milano	Cassano D'adda	2.280,46
03015060	Lombardia	Milano	Cassina De' Pecchi	2.173,43
03015012	Lombardia	Milano	Bareggio	2.145,82
03015086	Lombardia	Milano	Cormano	2.132,77
03015074	Lombardia	Milano	Cesano Boscone	2.084,64
03015206	Lombardia	Milano	Senago	2.048,90
03015242	Lombardia	Milano	Vimodrone	2.011,42
03015181	Lombardia	Milano	Rescaldina	1.947,46
03015157	Lombardia	Milano	Novate Milanese	1.944,64
03015051	Lombardia	Milano	Carugate	1.923,14
03015009	Lombardia	Milano	Arese	1.888,08
03015154	Lombardia	Milano	Nerviano	1.832,51
03015114	Lombardia	Milano	Inzago	1.797,40
03015072	Lombardia	Milano	Cerro Maggiore	1.724,77
03015140	Lombardia	Milano	Melegnano	1.698,68
03015046	Lombardia	Milano	Canegrate	1.679,98
03015041	Lombardia	Milano	Busto Garolfo	1.653,79
03015213	Lombardia	Milano	Solaro	1.572,73
03015204	Lombardia	Milano	Sedriano	1.562,95
03015010	Lombardia	Milano	Arluno	1.499,46
03015096	Lombardia	Milano	Cuggiono	1.475,44
03015113	Lombardia	Milano	Inveruno	1.367,60
03015076	Lombardia	Milano	Cesate	1.330,45
03015139	Lombardia	Milano	Mediglia	1.311,14
03015173	Lombardia	Milano	Pieve Emanuele	1.172,16
03015169	Lombardia	Milano	Paullo	1.165,00

03015243	Lombardia	Milano	Vittuone	1.154,45
03015103	Lombardia	Milano	Gaggiano	1.145,65
03015210	Lombardia	Milano	Settala	1.096,40
03015011	Lombardia	Milano	Assago	1.091,18
03015237	Lombardia	Milano	Vignate	1.076,56
03015250	Lombardia	Milano	Baranzate	1.074,71
03015062	Lombardia	Milano	Castano Primo	1.054,31
03015176	Lombardia	Milano	Pogliano Milanese	1.052,25
03015106	Lombardia	Milano	Gessate	1.041,10
03015201	Lombardia	Milano	San Vittore Olona	1.007,59
03015172	Lombardia	Milano	Pessano Con Bornago	998,51
03015131	Lombardia	Milano	Magnago	992,96
03015159	Lombardia	Milano	Opera	989,06
03015230	Lombardia	Milano	Vaprio D'adda	975,72
03015226	Lombardia	Milano	Turbigo	955,99
03015178	Lombardia	Milano	Pozzuolo Martesana	910,26
03015151	Lombardia	Milano	Motta Visconti	891,12
03015229	Lombardia	Milano	Vanzago	879,60
03015040	Lombardia	Milano	Bussero	878,70
03015044	Lombardia	Milano	Cambiago	873,47
03015185	Lombardia	Milano	Rodano	853,82
03015115	Lombardia	Milano	Lacchiarella	848,81
03015167	Lombardia	Milano	Pantigliate	840,36
03015170	Lombardia	Milano	Pero	833,07
03015194	Lombardia	Milano	San Giorgio Su Legnano	831,26
03015179	Lombardia	Milano	Pregnana Milanese	814,82
03015248	Lombardia	Milano	Villa Cortese	735,86
03015058	Lombardia	Milano	Casorezzo	734,19
03015015	Lombardia	Milano	Basiglio	731,95

03015125	Lombardia	Milano	Locate Di Triulzi	725,16
03015071	Lombardia	Milano	Cerro Al Lambro	718,79
03015007	Lombardia	Milano	Arconate	718,24
03015078	Lombardia	Milano	Cislano	717,05
03015099	Lombardia	Milano	Dairago	705,72
03015249	Lombardia	Milano	Vanzaghello	696,67
03015247	Lombardia	Milano	Zibido San Giacomo	691,46
03015188	Lombardia	Milano	Rosate	673,47
03015177	Lombardia	Milano	Pozzo D'adda	665,32
03015024	Lombardia	Milano	Binasco	658,09
03015184	Lombardia	Milano	Robecco Sul Naviglio	643,40
03015134	Lombardia	Milano	Marcallo Con Casone	637,55
03015005	Lombardia	Milano	Albairate	635,18
03015200	Lombardia	Milano	Santo Stefano Ticino	635,11
03015224	Lombardia	Milano	Truccazzano	602,84
03015144	Lombardia	Milano	Mesero	584,65
03015183	Lombardia	Milano	Robecchetto Con Induno	580,94
03015191	Lombardia	Milano	San Colombano Al Lambro	573,01
03015219	Lombardia	Milano	Trezzano Rosa	565,55
03015014	Lombardia	Milano	Basiano	553,66
03015244	Lombardia	Milano	Vizzolo Predabissi	545,56
03015038	Lombardia	Milano	Buscate	537,76
03015235	Lombardia	Milano	Vermezzo	529,36
03015202	Lombardia	Milano	San Zenone Al Lambro	513,60
03015164	Lombardia	Milano	Ossona	509,83
03015055	Lombardia	Milano	Casarile	497,40
03015136	Lombardia	Milano	Masate	493,06
03015097	Lombardia	Milano	Cusago	490,81
03015026	Lombardia	Milano	Boffalora Sopra Ticino	470,78

03015158	Lombardia	Milano	Noviglio	449,50
03015050	Lombardia	Milano	Carpiano	434,91
03015122	Lombardia	Milano	Liscate	420,50
03015101	Lombardia	Milano	Dresano	418,28
03015016	Lombardia	Milano	Bellinzago Lombardo	411,04
03015236	Lombardia	Milano	Vernate	407,74
03015019	Lombardia	Milano	Bernate Ticino	391,53
03015110	Lombardia	Milano	Grezzago	352,83
03015035	Lombardia	Milano	Bubbiano	266,92
03015112	Lombardia	Milano	Gudo Visconti	265,11
03015150	Lombardia	Milano	Morimondo	262,73
03015222	Lombardia	Milano	Tribiano	260,26
03015022	Lombardia	Milano	Besate	256,30
03015082	Lombardia	Milano	Colturano	251,30
03015061	Lombardia	Milano	Cassinetta Di Lugagnano	244,12
03015246	Lombardia	Milano	Zelo Surrigone	205,48
03015042	Lombardia	Milano	Calvignasco	205,22
03015165	Lombardia	Milano	Ozzero	186,02
03015155	Lombardia	Milano	Nosate	129,85

BIBLIOGRAFIA

1. Althesys, Il Biometano. Potenzialità, economics e prospettive di sviluppo, 2013
2. CIB Consorzio Italiano Biogas et al., Il biometano fatto bene : una filiera ad elevata intensità di lavoro italiano, 2012
3. CIB Consorzio Italiano Biogas, Biogas Informa n°24 Speciale Biometano, 2018
4. CIB Consorzio Italiano Biogas, Considerazioni sul potenziale del "biogas fatto bene" italiano ottenuto dalla digestione anaerobica di matrici agricole, 2016
5. CIB Consorzio Italiano Biogas et al., Piattaforma biometano, 2016
6. Decreto Legislativo 3 marzo 2011 , n. 28, Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, 2011
7. Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 5 Dicembre 2013, 2013
8. Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 10 Ottobre 2014, Aggiornamento delle condizioni, dei criteri e delle modalità di attuazione dell'obbligo di immissione in consumo di biocarburanti compresi quelli avanzati, 2014
9. Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 2 Marzo 2018, 2018
10. Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 Ottobre 2014 – Direttiva DAFI 2014/94/EU, 2014
11. ENEA, Analisi e stima quantitativa della potenzialità di produzione energetica da biomassa digeribile a livello regionale. Studio e sviluppo di un modello per unità energetiche Parte 1 – Metodologia, 2009
12. GSE, Energia nel settore trasporti 2017, 2018
13. GSE, Rapporto statistico: Energia da fonti rinnovabili in Italia Anno 2017
14. ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani – Edizione 2018, 2018
15. Nielfa et al., Theoretical methane production generated by the co-digestion of organic fraction municipal solid waste and biological sludge, 2015
16. Regione Lombardia, Sostenibilità ambientale: la gestione dei rifiuti in Lombardia, 2016
17. Università Politecnica delle Marche, I sottoprodotti agroforestali e industriali base rinnovabile, 2013

SITOGRAFIA

1. <http://www.aci.it/>
2. <https://www.eea.europa.eu/it/>
3. <http://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/>
4. <https://www.gse.it/>
5. <http://www.assogasmetano.it/>
6. http://statistiche.izs.it/portal/page?_pageid=73,12918&_dad=portal
7. <http://aida.casaccia.enea.it/>
8. <https://www.regione.sardegna.it/>
9. <http://european-biogas.eu/>
10. <http://www.rinnovabili.it/>
11. <https://www.automobile.it/>
12. <https://www.fiat.it/panda>
13. <https://www.facile.it>

