

Sostenibilità del ciclo dei rifiuti nelle grandi città: il caso della FORSU a Roma

Carlo Sgandurra, Flaminia Violati, Maria Rosaria Boni

1. Introduzione
2. Ciclo dei rifiuti e impiantistica a servizio della Capitale
3. Le preoccupazioni della popolazione e delle comunità locali
4. Le risposte tecniche esaminate in collaborazione con il DICEA
5. Condizioni fondamentali per la realizzazione ottimale del progetto

Introduzione

Il servizio di igiene urbana è uno dei più critici per la Capitale, ritenuto insoddisfacente da una larga maggioranza di romani e anche dei turisti¹. I problemi originano per una parte non trascurabile dalla carenza impiantistica che interessa soprattutto il trattamento della frazione organica e il trattamento/smaltimento dei residui indifferenziati. La mancanza di sbocchi certi e prossimi crea periodicamente colli di bottiglia che si ripercuotono negativamente sulla raccolta in città e anche sulla pulizia delle strade, esasperando e demotivando la popolazione, una parte della quale finisce per rinunciare a collaborare con la necessaria attenzione sia alla prevenzione (riduzione di rifiuti e imballaggi), sia alla corretta differenziazione, ma anche alla pulizia e al decoro della città in generale.

È evidente che la permanenza dei sacchetti di rifiuti fuori dai cassonetti e lungo le strade della città rappresenta - oltre che un oltraggio alla bellezza della città eterna - un importante fattore di rischio igienico sanitario e una fonte completamente incontrollata di inquinamento dell'aria. In questo contributo si parte con l'evidenziare come l'obsolescenza degli impianti di trattamento

¹ ACoS. Relazione annuale sullo stato dei Servizi pubblici locali e sull'attività svolta, 2022. Cap. 2 Igiene Urbana, Cap. 7 Cultura e turismo, Cap. 9 Qualità della vita a Roma.

dei rifiuti indifferenziati e la mancanza di impianti di smaltimento dedicati, lungi dal favorire e dall'incentivare la raccolta differenziata e l'effettivo recupero di materia, abbiano creato le basi per l'emergenza romana, innescando un circolo vizioso che ha finito per compromettere anche la quantità e la qualità della differenziata.

L'impiantistica di chiusura del ciclo dei rifiuti deve infatti corrispondere alle caratteristiche merceologiche dei flussi prodotti e raccolti in modo separato. La disponibilità dell'impiantistica necessaria condiziona l'efficacia del servizio in modo determinante, quindi è importante che sia adeguata anche a supportare le fasi di transizione verso l'obiettivo di un modello circolare ottimale, dove i rifiuti sono utilizzati il più possibile come materie prime seconde o come fonti di energia. In questo senso, è illusorio predisporre direttamente un'impiantistica minimale per lo smaltimento dei residui, adeguata alla gestione ottimale prevista quale obiettivo a regime, trascurando quella necessaria a gestire la transizione. A Roma, la discarica di Malagrotta è stata chiusa nel 2013 puntando solo sulla differenziata, senza realizzare un'alternativa impiantistica adeguata, per cui dopo 9 anni il ciclo dei rifiuti segue una logica emergenziale e l'obiettivo "Rifiuti zero" sembra essere più lontano che mai.

D'altra parte, il vuoto impiantistico che si è ampliato negli anni può essere al momento sfruttato dalla Capitale per adottare le migliori tecnologie disponibili e organizzare una chiusura del ciclo dei rifiuti ottimale dal punto di vista dell'economia circolare e della riduzione degli impatti ambientali e sulla salute, sfruttando il recupero energetico oltre a quello di materia e minimizzando gli scarti da inviare a discarica.

In questo senso, il percorso di uscita dall'emergenza rifiuti può diventare terreno di sperimentazione dell'efficacia delle best practice del settore, purché nell'interregno dei tempi necessari alla realizzazione delle infrastrutture siano implementate misure di breve periodo per tamponare il degrado in città, invogliando i cittadini a credere nel progetto dell'Amministrazione e a collaborare per migliorare l'ambiente urbano e per rispettare Roma (Box 84.1).

Box 84.1 - Sostenibilità del ciclo dei rifiuti ed efficacia dell'economia circolare.

La sostenibilità del ciclo dei rifiuti deve essere progettata come un unicum in modo organico e coerente, dall'organizzazione della raccolta, alla dotazione impiantistica di trattamento, riciclo, recupero e smaltimento. Affinché la circolarità sia efficace, non si può prescindere da:

- autonomia impiantistica per garantire gli sbocchi necessari alla raccolta in città;
- tecnologie di trattamento all'avanguardia, che minimizzino gli impatti ambientali;
- organizzazione incentivante della raccolta per la qualità e la quantità della differenziata;
- collaborazione dei cittadini, da motivare attraverso risultati tangibili e comunicazione, ma anche attraverso incentivi, controlli e sanzioni per chi non rispetta le regole.

Nello stesso tempo, l'azione politica e amministrativa deve tornare a promuovere nella popolazione romana l'assunzione delle proprie responsabilità, che nello specifico rappresentano la disponibilità a chiudere sul proprio territorio e in modo sostenibile – sia dal punto di vista ambientale che economico – il ciclo dei rifiuti prodotti. La portata etica e filosofica di questa necessaria azione politica, dopo anni di scelte irresponsabili, va naturalmente affiancata dalla priorità di tutelare le comunità più vicine alle zone individuate per la realizzazione dell'impiantistica.

L'opposizione delle comunità locali alla localizzazione di impianti di trattamento, recupero e smaltimento dei rifiuti va affrontata condividendo con la massima trasparenza l'intera progettualità e i risultati dei monitoraggi di processo sugli impatti e sulle emissioni, assicurando le indispensabili garanzie ambientali e offrendo compensazioni significative. In quest'ottica, è importante

valutare nel dettaglio gli argomenti alla base della resistenza della popolazione, offrendo risposte tecnico-scientifiche imparziali, in modo da distinguere le preoccupazioni fondate da quelle ideologiche o erranee, trovando soluzioni per le prime e rassicurando rispetto alle seconde.

In tale ottica questo contributo focalizza sulle tecnologie di trattamento della frazione organica da rifiuti solidi urbani (FORSU), valutando costi/benefici ambientali ed economici delle diverse possibili alternative, con una specifica attenzione alla tecnologia scelta per i due nuovi impianti da 100 mila tonnellate/anno che dovranno essere realizzati a Casal Selce e a Cesano: digestione anaerobica con upgrade per la produzione di biometano e una fase di post compostaggio dei digestati.

Ciclo dei rifiuti e impiantistica a servizio della Capitale

L'organizzazione del ciclo dei rifiuti romani può contare su un'autonomia di trattamento da parte di Ama che complessivamente nel 2021 raggiunge il 13%: nel 2021 Ama ha trattato il 15% dell'indifferenziato, il 9% dell'organico e ha selezionato il 10% del multimateriale leggero (Fig. 84.1).

In mancanza di nuovi investimenti, l'obsolescenza e i danneggiamenti degli impianti esistenti hanno determinato negli ultimi 5 anni un crollo dell'autonomia di trattamento (una diminuzione del 24% rispetto al biennio 2015/16, quando l'autonomia raggiungeva il 38%). Sebbene il ciclo dei rifiuti romani si chiuda prevalentemente nel Lazio, rimane l'importante eccezione della frazione organica, che si aggiunge alla criticità della totale mancanza della discarica di servizio, dopo la definitiva chiusura di quella di Malagrotta nel 2013 (Fig. 84.2).

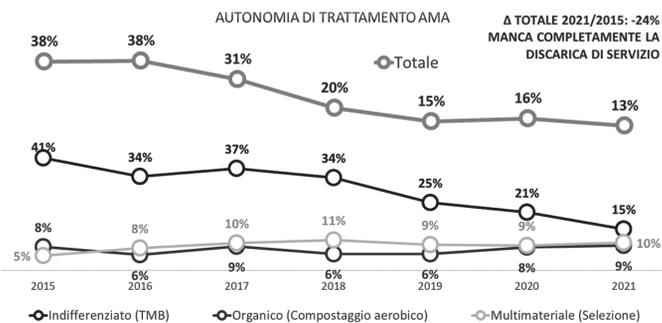


Fig. 84.1 - Recente andamento della capacità di trattamento Ama (2015/2021).

Fonte: Elaborazioni ACOS su dati Ama.

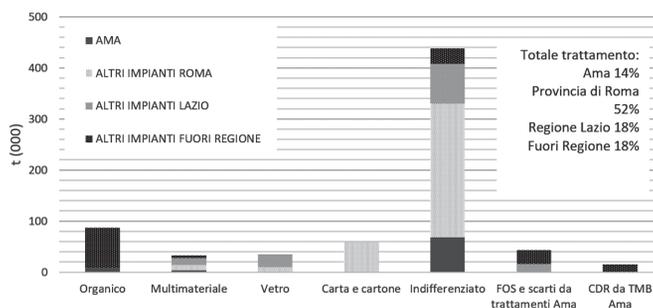


Fig. 84.2 - Destinazione dei rifiuti a Roma e dei residui di trattamento Ama (I semestre 2021). Fonte: Elaborazioni ACOS su dati AMA.

Senza nulla togliere all'importanza della prevenzione e della raccolta differenziata nell'ambito della chiusura del ciclo dei rifiuti, va detto però che l'approccio "rifiuti zero", interpretato alla lettera e promosso in passato dalle recenti amministrazioni capitoline, ha sostanzialmente condotto a un immobilismo totale sul fronte dell'adeguamento impiantistico della Capitale.

Tale lettura si è dimostrata irresponsabile e fuorviante e impone di fare chiarezza su alcuni assunti:

- NON È VERO CHE SI PUÒ FARE A MENO DI UNA DISCARICA DI SERVIZIO (necessaria, anche laddove la prevenzione e la differenziata siano ottimali, per accogliere i residui dei trattamenti, sia dei rifiuti indifferenziati, sia di quelli avviati a riciclo e recupero);
- LA TERMOVALORIZZAZIONE CONSENTE IL RECUPERO ENERGETICO E PERMETTE DI MINIMIZZARE GLI SCARTI E LE CENERI DA INVIARE A DISCARICA;
- NON È VERO CHE IL COMPOSTAGGIO AEROBICO (DOMESTICO, DI COMUNITÀ O IN IMPIANTI DIFFUSI DI PICCOLA TAGLIA) SIA LA MIGLIORE OPZIONE DI TRATTAMENTO DELLA FORSU: gli impianti di trattamento della frazione organica da raccolta differenziata con recupero energetico, sotto alcune condizioni tecnologiche, garantiscono il miglior impatto ambientale e la massima circolarità, soprattutto tenendo conto della dipendenza energetica dell'Italia dall'estero e dalla produzione termoelettrica alimentata da combustibili fossili.

Senza tenere conto di questi punti, il risultato è sotto gli occhi di tutti: i residui di Roma vengono esportati in altre discariche del Lazio o addirittura fuori regione, esponendo la Capitale al rischio di razionamenti degli sbocchi. La FORSU prodotta a Roma viaggia per circa 500 km e viene trattata in Veneto e in Friuli Venezia Giulia. Il rifiuto politico e ideologico nei confronti della discarica di servizio e/o di un termovalorizzatore per gli scarti ha inoltre portato al commissariamento di Roma al fine di realizzare la necessaria impiantistica.

Forte del supporto tecnico-scientifico del Dipartimento di Ingegneria Ambientale dell'Università La Sapienza di Roma (con cui è in corso una apposita convenzione), ACoS ha più volte segnalato all'amministrazione capitolina la priorità relativa alla dotazione impiantistica della Capitale e l'opportunità di colmare il vuoto infrastrutturale con la scelta delle migliori tecnologie disponibili in termini di sostenibilità economica ed ambientale del ciclo dei rifiuti.

La Figura 84.3 mostra gli interventi sull'impiantistica a servizio della Capitale a partire dal 1995. Gli ultimi impianti di proprietà pubblica realizzati a Roma sono quelli di trattamento meccanico-biologico (TMB) per i rifiuti indifferenziati, collaudati nel 2006 e nel 2008 e localizzati rispettivamente nei siti di Rocca Cencia e di via Salaria. L'impianto di compostaggio aerobico di Maccarese è stato avviato nel 2004, autorizzato per trattare 30 mila tonnellate all'anno, ma attualmente ne tratta circa la metà, producendo soprattutto scarti.

In seguito alla definitiva chiusura della discarica di Malagrotta (2013), non è stata prevista un'impiantistica alternativa, confidando sostanzialmente su una presunta possibilità di chiudere il ciclo dei rifiuti grazie alla prevenzione, alla differenziazione e al recupero di materia. L'impiantistica e l'effettiva capacità di trattamento a servizio della Capitale in realtà sono andate diminuendo a causa dell'obsolescenza delle strutture e anche dell'incendio del TMB Salaria occorso alla fine del 2018.

Dopo un'inerzia ultradecennale sul fronte degli investimenti in infrastrutture di gestione dei flussi di rifiuti, a febbraio del 2018 Roma Capitale ha presentato in Regione Lazio i progetti per realizzare due impianti di compostaggio aerobico per una capacità totale di trattamento di 120 mila tonnellate/anno. Nonostante autorizzati, la realizzazione non è stata avviata e la nuova amministrazione, insediata alla fine del 2021, si è subito adoperata per sostituire i progetti con una tecnologia più evoluta (digestione anaerobica con upgrade per la produzione di biometano e fase di post compostaggio) che, come argomentato più avanti, garantisce un miglior impatto odorigeno ed ambientale, la massima circolarità attraverso il recupero energetico e di materia e anche un miglior bilancio economico (Box 84.2).

Infine, al momento (giugno 2022) è in fase di valutazione l'opportunità di realizzare un termovalorizzatore per i residui non riciclabili di Roma onde minimizzare il fabbisogno di discarica, ultima opzione cui ricorrere per la chiusura del ciclo dei rifiuti.

Naturalmente, la realizzazione di impianti apre la questione dell'individuazione dei siti e delle assicurazioni e compensazioni da garantire alla popolazione residente nelle zone limitrofe. Per questo motivo è importante che la comunicazione sia più trasparente possibile e che il confronto sia impostato non solo sul piano politico, ma anche su quello tecnico. L'obiettivo comune deve essere quello della massima circolarità e della tutela dell'ambiente, tenendo conto sia degli impatti complessivi, sia di quelli locali sui territori più interessati dal ciclo dei rifiuti.

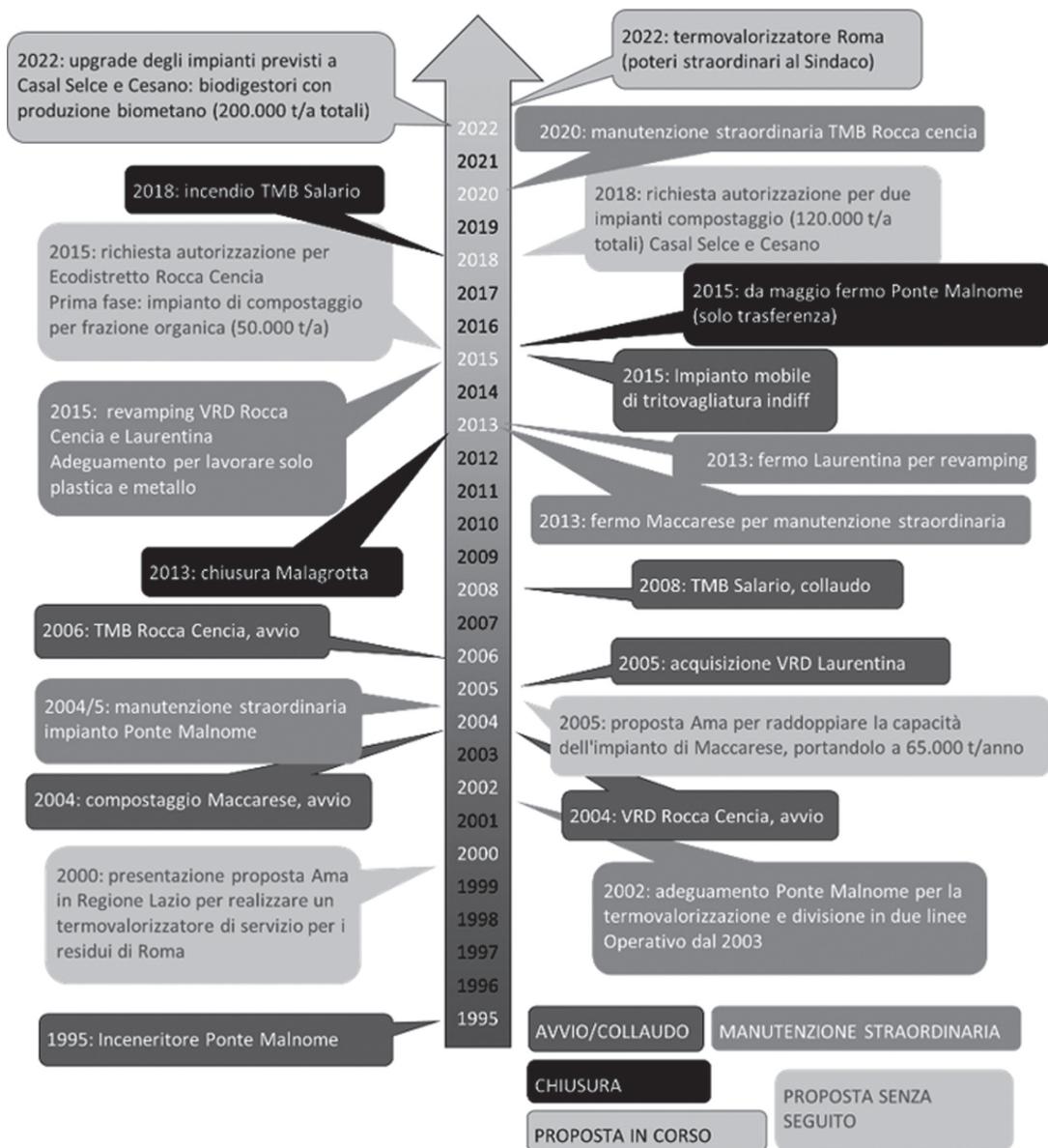


Fig. 84.3 - Interventi sull'impiantistica Ama (1995-2022)

Fonte: Elaborazione ACoS su piani finanziari e bilanci AMA, vari anni.

Box 84.2 - Trattamento delle frazioni organiche: sostenibilità ambientale ed economica degli impianti di digestione anaerobica con produzione di biometano (DICEA).

In un'ottica di economia circolare, un sistema integrato di gestione dei rifiuti oltre al recupero di materia non può prescindere dal recupero energetico. Dal punto di vista ambientale, gli impianti di digestione anaerobica con l'upgrade per la produzione di biometano consentono:

- la valorizzazione energetica delle frazioni organiche;
- la riduzione delle emissioni GHG (gas serra) rispetto al compostaggio aerobico;
- la riduzione dell'impatto ambientale complessivo in termini di Global Warming, energia non rinnovabile, impatto respiratorio ed ecotossicità terrestre.

A livello economico, la competitività di tali impianti aumenta al crescere della taglia. I volumi della frazione organica prodotti nella Capitale garantiscono pertanto una gestione ottimale. Fra i vantaggi di questa tecnologia, si possono contare:

- l'uso del biometano per autotrazione e/o come fonte di energia per altri usi;
- l'applicazione dei CIC (Certificati di Immissione in Consumo);
- la possibilità di produzione della CO₂ ottenuta dall'upgrade da biogas a biometano, da valorizzare per usi industriali o alimentari;
- il risparmio connesso al mancato trasporto fuori regione delle frazioni organiche (con un beneficio ambientale ulteriore in termini di riduzione della CO₂ equivalente connessa al trasferimento).

Le preoccupazioni della popolazione e delle comunità locali

Tenendo conto delle reazioni da parte di vari comitati di quartiere e associazioni in relazione alla localizzazione degli impianti di trattamento dell'organico tramite digestione anaerobica con produzione di biometano, i cui progetti sono già approvati e in procinto di essere avviati a realizzazione, l'Agenzia ha raccolto le principali preoccupazioni proprio allo scopo di portare il confronto dal piano politico a quello tecnico, fornendo risposte scientifiche basate su osservazioni sistematiche e confrontando per ogni singolo aspetto gli impatti delle diverse alternative tecnologiche esistenti.

Da una ricognizione sul web e da un confronto diretto, le principali preoccupazioni emerse, per ordine di importanza, sono le seguenti:

- Incremento del traffico pesante su un sistema viario ritenuto inadeguato;
- Emissioni odorogene;
- Possibili conseguenze sulla salute;
- Grande dimensione degli impianti;
- Emissioni totali degli impianti;
- Rischio di perdite di metano;
- Utilizzo del compost nei terreni agricoli;
- Qualità del compost in uscita;
- Quantità di compost non a norma prodotto;
- Insufficiente contributo all'economia circolare;
- Insufficiente percentuale di recupero di materia/riciclo;
- Maggiori scarti a discarica.

In generale, tutti i riscontri che emergono da cittadini e comitati delle aree interessate dalla realizzazione degli impianti indicano una netta preferenza per un'organizzazione del trattamento dell'organico in piccoli impianti di compostaggio aerobico distribuiti sul territorio, cui associare compostaggio domestico e di comunità.

Le risposte tecniche esaminate in collaborazione con il DICEA

Nel dare risposta a tutte le preoccupazioni, è opportuno cominciare col distinguere alcune più pertinenti da altre meno fondate, che possono comprensibilmente derivare da precedenti esperienze negative di tipo:

- tecnico (anche se diverse dal caso in esame per dimensione, tipologia di rifiuti trattati e tecnologia, come ad esempio gli impatti sul territorio della discarica di Malagrotta o del TMB Salario);
- politico (fiducia nella capacità/volontà delle istituzioni di tutelare l'ambiente e la popolazione);

oppure da un'informazione di carattere politico, ma erronea, parziale o approssimativa, diffusa attribuendole una ingiustificata scientificità.

Le preoccupazioni emerse e descritte nel paragrafo sopra sono state affrontate da ACoS condividendole con il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA) dell'Università La Sapienza di Roma per un confronto tecnico, al fine di valutarle e di individuare le soluzioni realmente più adatte a tutelare l'ambiente locale e la vivibilità delle zone interessate, senza rinunciare a creare un ciclo dei rifiuti efficace e sostenibile, indispensabile per restituire la giusta dignità alla Capitale.

Di seguito, una descrizione generale delle principali opzioni tecnologiche esistenti per gli impianti di trattamento della frazione organica da raccolta differenziata (FORSU; Box 84.3) e le risposte puntuali alle preoccupazioni espresse dai cittadini.

Box 84.3 - Opzioni tecnologiche e BAT per il trattamento della FORSU.

In un'ottica di economia circolare, un sistema integrato di gestione dei rifiuti oltre al recupero di materia non può prescindere dal recupero energetico.

In estrema semplificazione, le alternative impiantistiche di trattamento delle frazioni organiche sono:

- *il Compostaggio Aerobico*
- *la Digestione Anaerobica (DA) con produzione di biogas valorizzato energeticamente attraverso cogenerazione*
- *la Digestione Anaerobica (DA) con produzione di biometano.*

La DA ed il conseguente biogas/biometano prodotto rappresentano una possibilità, tecnicamente percorribile, di valorizzazione energetica delle frazioni organiche che garantisce la massima circolarità e maggiore tutela dell'ambiente.

Una delle principali preoccupazioni, quella del *considerevole incremento del traffico pesante*, sembra la più rilevante anche alla luce della valutazione tecnica. Il problema del traffico indotto sulla rete viaria esistente a livello locale va affrontato quantificandolo ed eventualmente pianificando la movimentazione dei materiali e degli addetti all'impianto in modo da minimizzarne l'impatto. Nell'ipotesi di trasporto su gomma, l'aggravio del traffico pesante può essere quantificato tenendo conto della potenzialità massima di trattamento annuo di ognuno dei due biodigestori (100 mila tonnellate/anno) e delle giornate di lavoro (circa 310 giornate dal lunedì al sabato), talché ogni giorno potrebbero entrare 320 tonnellate di organico: il che porta a stimare un traffico pesante giornaliero indotto di circa 45 camion da 7,5 tonnellate, cui si aggiungerebbe quello leggero eventualmente legato al personale impiegato negli impianti.

Naturalmente, anche in questi termini (tutto sommato limitati), tale traffico si aggiunge a livello locale a quello esistente, destando preoccupazione nei residenti anche per le emissioni

correlate. Questi aspetti negativi devono necessariamente essere valutati e possibilmente limitati pianificando la viabilità e la mobilità indotta: la prima opzione da valutare per servire gli impianti è la fattibilità alternativa dell'adeguamento delle infrastrutture locali su ferro; se questa strada non fosse percorribile, sarebbe opportuno pianificare gli orari dei flussi in entrata e in uscita per scaglionarli ed evitare le ore di maggior traffico, privilegiando l'impiego di mezzi a basso o bassissimo impatto ambientale (mezzi nuovi a metano o a idrogeno, ad esempio), che potrebbero far parte del pacchetto delle misure politiche a tutela dell'ambiente locale da aggiungere ad altre compensazioni ed agevolazioni.

Per quanto riguarda le *emissioni totali dell'impianto*, contrariamente a quanto emerge dalle preoccupazioni espresse, sono meno impattanti nel caso della digestione anaerobica (DA), soprattutto se con upgrade per la produzione di biometano, dato che questa tecnologia consente anche di risparmiare combustibili fossili².

L'impatto ambientale attualmente riconducibile al trattamento anaerobico dell'organico (anche senza upgrade per la produzione di biometano) è nettamente migliore di quello aerobico, sia in termini di bilancio energetico complessivo, sia in termini di emissioni di gas serra (CO₂ equivalenti).

A tale proposito, la Tabella 84.1 riporta i risultati di uno studio del 2019 da cui emerge che in media la DA ha un'impronta di carbonio netta di -40 kg di CO₂ equivalente per tonnellata di rifiuti trattati e anche un'efficienza di recupero energetico del 12%, nettamente migliore rispetto al compostaggio che per gli stessi parametri ha rispettivamente +80 kg CO₂eq./t e solo l'1% di recupero energetico.

L'integrazione dei processi anaerobico e aerobico (DA + post-compostaggio) dei rifiuti organici potrebbe determinare una riduzione annua delle emissioni di GHG (Greenhouse Gases, gas a effetto serra) pari a quasi il 23% di quelle di un impianto di solo compostaggio aerobico di capacità di trattamento equivalente³.

Inoltre, l'upgrade per la produzione di biometano implica una ulteriore riduzione dell'impatto ambientale complessivo per tutti i parametri: riscaldamento globale (Global Warming, GWP), energia non rinnovabile (NREP), impatto respiratorio (RINP) ed ecotossicità terrestre (TECP). Tutti i valori complessivi per ciascuna categoria di impatto ambientale sono negativi (per GWP e NREP)

Tab. 84.1 - Impatto ambientale del trattamento dell'organico in impianti anaerobici e aerobici.

Impatto ambientale in termini di:	Consumo di energia primaria (MJ/t)		Emissioni gas serra (CO ₂ equivalente kg/t)	
	media	best practice	media	best practice
Digestione anaerobica	-1.993	-4.376	-40	-169
Compostaggio aerobico	1.332	757	80	58

Fonte: Elaborazioni ACoS su SLORACH P.C. et al., *Energy demand and carbon footprint of treating household food waste compared to its prevention*, ENERGY PROCEDIA, Volume 161, march 2019, pages 17-23.

² Incidentalmente, le attuali tensioni internazionali, politiche e sui mercati energetici, comporteranno per l'Italia incrementi di costo, senza contare gli effetti deleteri sull'ambiente nel caso si dovesse sostituire massicciamente gli attuali approvvigionamenti di gas con l'LNG (Gas Naturale Liquefatto) da fracking.

³ Marchi M., Biagini A., Mangiavacchi S., Menghetti F., Vigni F., Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N. (2015), Integration of anaerobicaerobic digestion of organic wastes: GHG emission impacts at micro and macro scale, *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 2-(4), pp. 263-269.

o pressoché neutrali, evidenziando che l'impianto da rifiuti organici con produzione di biometano implica una sostanziale riduzione dell'impatto ambientale complessivo⁴.

La maggiore efficienza energetica e il contestuale minor impatto ambientale sono confermati anche da uno studio del 2022⁵, in cui vengono valutate 19 categorie di impatto per due compost ottenuti a partire da FORSU tal quale e da FORSU sottoposta a DA. Il trattamento della FORSU attraverso la DA prima del compostaggio è risultato più vantaggioso per l'ambiente rispetto al compostaggio diretto della materia prima, che ha mostrato impatti ambientali maggiori per 17 categorie su 19. Inoltre, nella categoria cambiamento climatico, il risparmio netto totale di CO₂ eq./t è stato calcolato rispettivamente in soli -12 kg per il compost diretto da FORSU e in -434 kg per il compost da FORSU sottoposta preventivamente a DA. I dati sono di particolare interesse in quanto prendono in esame i due scenari, compostaggio e DA+compostaggio, all'interno dello stesso impianto e con il medesimo materiale in ingresso: in questo modo si ha una comparativa molto più solida rispetto a confronti svolti tra impianti differenti e probabili differenze anche nel materiale trattato.

Pertanto, la DA con post-compostaggio, rispetto al solo compostaggio aerobico, da un'analisi della letteratura scientifica, mostra un minore impatto ambientale. La produzione di biometano, ed il suo utilizzo negli autoveicoli in sostituzione delle fonti fossili, rappresenta lo scenario migliore con un bilancio netto negativo a livello di emissioni. In particolare, gran parte dei minori impatti deriva dal minore consumo di combustibili fossili e dalle emissioni evitate per il loro utilizzo in autoveicoli.

A livello di emissioni, le ricadute strettamente legate al processo di DA con produzione di biogas sono principalmente dovute ai consumi di energia elettrica (se non autoprodotta) o alle emissioni in atmosfera della combustione connessa all'eventuale cogenerazione. Quest'ultimo aspetto rappresenta una delle principali possibili preoccupazioni legate al trattamento anaerobico delle frazioni organiche. L'upgrade della DA, con trasformazione del biogas in biometano, esclude le fasi di cogenerazione, eliminando quindi gli effetti nocivi della combustione in loco (che non avviene più).

Invece i contributi relativi all'utilizzo del biometano come carburante per i trasporti sono limitati e principalmente legati alle emissioni di particolato e protossido di azoto, poiché la CO₂ originata dalla sua combustione, essendo biogenica, è neutrale a livello di gas serra (GHG). Infine la possibilità di produzione di CO₂, ottenuta dall'upgrade da biogas a biometano, per uso industriale o alimentare in funzione del grado di purezza raggiunto, andrebbe ad aggiungersi alle voci di diminuzione a livello di GHG e rappresenterebbe un'altra possibile fonte di remunerazione economica.

Quanto alla preoccupazione relativa alle *perdite di metano* che derivano dal processo di trasformazione del biogas, anche queste vanno quantificate. In estrema semplificazione:

nell'upgrade

- da biogas (55% metano CH₄, 44% anidride carbonica CO₂, 1% altro: azoto N₂, ossigeno O₂ e idrogeno H₂)
- a biometano (97% metano, 1.5% anidride carbonica; 1.5% altro)

per sottrazione della CO₂, si ottiene un residuo gassoso di trattamento composto prevalentemente di anidride carbonica e di una piccola percentuale di metano. Tale valore è per la maggior

⁴ Ardolino F., Parrillo F., Arena U. (2018), Biowaste-to-biomethane or biowaste-to-energy? An LCA study on anaerobic digestion of organic waste, *Journal of Cleaner Production*, 174, pp. 462-476. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617326240>

⁵ Le Pera et al. (2022), Composting food waste or digestate? Characteristics, statistical and life cycle assessment study based on an Italian composting plant, *Journal of Cleaner Production*, Volume 350, 20 May 2022, 131552. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622011714#bib56>

parte delle tecnologie di upgrade inferiore all'1%, fino alle efficienze migliori in cui si hanno perdite di metano solo dello 0,04%⁶.

La qualità del compost in uscita prodotto da FORSU è determinata non solo dal tipo di tecnologia adottata, ma soprattutto dalle caratteristiche del materiale in ingresso. La scarsa qualità del compost è principalmente dovuta alle impurità presenti nella materia prima, che possono essere inerti al processo biologico, come il vetro, o possono inquinare il suolo, come plastica e metalli. Di conseguenza, un'elevata efficienza del sistema di separazione della FORSU alla fonte rappresenta il primo livello per garantire un compost di alta qualità ed è sempre da preferire ai processi di separazione post-raccolta.

A parità di materiale in ingresso, è dimostrato che il trattamento integrato anaerobico/aerobico permette di ottenere una migliore qualità del compost in uscita per gli usi agricoli. La fitotossicità può infatti essere valutata mediante saggio biologico di germinazione e relativo indice (IG: fitotossicità maggiore al diminuire dell'indice). Nello studio del 2022 citato sopra⁷, l'IG medio del compost da FORSU precedentemente sottoposta a DA è del 91% e generalmente superiore a quello del compost direttamente da FORSU (79%), dimostrando pertanto la minore fitotossicità del compost ottenuto dopo un primo processo di trattamento anaerobico.

Altra preoccupazione sull'uso del compost derivato dai rifiuti alimentari riguarda l'accumulo di metalli pesanti nel suolo e il successivo trasferimento nelle piante e nelle acque sotterranee. Tuttavia, i valori medi dei metalli misurati in entrambe le tipologie di compost erano ben al di sotto dei limiti normativi italiani.

Il compost derivato dalla FORSU sottoposta a DA può essere utilizzato in agricoltura biologica (Commissione Europea, 2008⁸) e agisce come sostituto dei fertilizzanti chimici, migliorando la struttura e la fertilità del suolo, aumentando la produttività e contribuendo alla sicurezza alimentare. Si calcola che nell'UE circa 60 milioni di tonnellate all'anno di FORSU potrebbero essere trasformate mediante DA e processi di compostaggio in circa un milione di tonnellate di azoto e 20 milioni di tonnellate di carbonio organico da destinare all'agricoltura e che oggi vengono invece sprecati attraverso il conferimento in discarica⁹.

La migliore efficienza del processo combinato DA e compostaggio applicato alla FORSU, è dimostrato anche dalla maggiore efficienza di degradazione degli imballaggi a base di bioplastica¹⁰. La DA contribuisce alla disintegrazione del materiale, mentre il solo trattamento aerobico sembra essere quasi inefficace, soprattutto per l'acetato di cellulosa modificato. La presenza di acetato di cellulosa durante la DA della FORSU ha aumentato la resa in metano di circa il 4,5%. Inoltre le analisi biologiche hanno confermato l'assenza di possibili effetti tossici sul compost finale dal trattamento della bioplastica.

Gli scarti a discarica, al contrario di quanto emerge dalle preoccupazioni rilevate dall'Agenzia, sono molto più rilevanti negli impianti di semplice compostaggio aerobico rispetto agli impianti integrati anaerobico/aerobico.

⁶ Ardolino et al. (2021), Biogas-to-biomethane upgrading: A comparative review and assessment in a life cycle perspective, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 139, April 2021, 110588. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120308728>

⁷ Le Pera et al. (2022), *cit.*

⁸ Regolamento (CE) 889/2008 della Commissione del 5 settembre 2008 recante modalità di applicazione del Regolamento (CE) 834/2007 del Consiglio, relativo alla produzione biologica, all'etichettatura dei prodotti biologici e ai controlli. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0889&from=EN>

⁹ Winaina et al. (2020), Resource recovery and circular economy from organic solid waste using aerobic and anaerobic digestion technologies, *Bioresource Technology*, Volume 301, April 2020, 122778. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085242030047X>

¹⁰ Gadaleta et al. (2022), The influence of bio-plastics for food packaging on combined anaerobic digestion and composting treatment of organic municipal waste, *Waste Management*, Volume 144, 1 May 2022, pp. 87-97. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X22001477>

Nel Piano Regionale Rifiuti¹¹, si evidenzia come nel 2017 ben il 35.2% del totale prodotto in impianti di compostaggio aerobico è rappresentato da compost fuori specifica (codice catalogo europeo rifiuti CER 190503), per un quantitativo di 22.826 tonnellate ed interamente destinato allo smaltimento in discarica all'interno del territorio regionale. I dati 2020 per il Lazio, dal Catasto Nazionale Rifiuti, prendendo a confronto anche alcune regioni del Nord, confermano elevate percentuali di scarti in uscita dagli impianti di compostaggio aerobico: 21.4% nel Lazio e fino al 42.9% in Emilia Romagna (Tabella 84.2)¹².

Viceversa, per gli impianti che prevedono contestualmente DA e compostaggio si evidenziano percentuali di scarto significativamente più basse (inferiori all'1%), come riportato nella Tabella 84.3. I dati regionali sul compostaggio aerobico sono inoltre comprensivi di tutti gli impianti e non solo di quelli che trattano la FORSU: se si considerano gli impianti in cui viene conferita prevalentemente la FORSU, la percentuale di scarti in uscita dagli impianti di compostaggio aerobico è ancora maggiore.

La Figura 84.4 evidenzia graficamente la differenza degli input e degli output riportati nelle Tabelle 84.2 e 84.3. Come si può vedere, nonostante la percentuale di FORSU in ingresso negli impianti di trattamento integrato anaerobico/aerobico sia preponderante, gli scarti in uscita sono irrilevanti; al contrario, nel compostaggio aerobico sono consistenti anche con FORSU in ingresso inferiore al 30%.

Nella Tabella 84.4 e nella Figura 84.5 sono riportati input e output al 2020 degli impianti di compostaggio aerobico che trattano FORSU nella Regione Lazio. I dati evidenziano scarti da in-

Tab. 84.2 – Input e output degli impianti di compostaggio aerobico (2020).

Regione	Impianti	INPUT (t 000)				OUTPUT (%)			
		FORSU	Verde	Fanghi	Altro	ACM	ACV	Scarti	Altro
Lombardia	64	189,9	560,7	68,2	164,2	46,2	42,2	9,6	2,0
Veneto	53	94,7	199,0	109,8	27,0	13,0	23,9	6,4	56,7
Emilia-Romagna	10	59,1	129,6	15,6	10,4	18,7	24,8	42,9	13,6
Lazio	17	39,0	73,5	15,9	9,9	24,0	36,8	21,4	17,8

Fonte: Elaborazioni ACoS su dati del Catasto Nazionale dei Rifiuti, www.catasto-rifiuti.isprambiente.it.

Tab. 84.3 – Input e output degli impianti di trattamento integrato anaerobico/aerobico (2020).

Regione	Impianti	INPUT (t)				OUTPUT		
		FORSU	Verde	Fanghi	Altro	Digestato	Ammendanti	Scarti
Lombardia	7	808,1	38,6	14,6	11,7	11,0	88,7	0,3
Veneto	5	485,5	119,4	8,0	49,1	1,4	98,5	0,1
Emilia-Romagna	9	424,7	87,3	0,0	12,2	-	99,8	0,2
Lazio	2	78,3	24,0	4,4	0,6	39,5	60,3	0,1

Fonte: Elaborazioni a c o s su dati del Catasto Nazionale dei Rifiuti, www.catasto-rifiuti.isprambiente.it.

¹¹ Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio, DCR Lazio 5 agosto 2020, n. 4 (p. 90 e ss).

¹² <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=gestimpianto&aa=2020®id=2&impid=12&imp=Lazio&mappa=4#p>

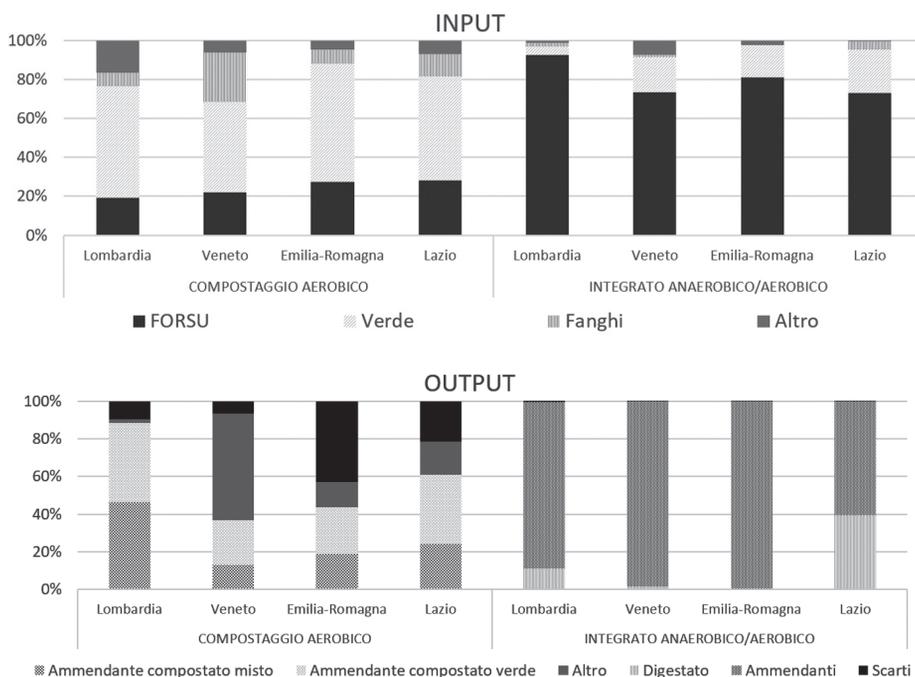


Fig. 84.4 – Input e output degli impianti di compostaggio aerobico e di trattamento integrato anaerobico/aerobico a confronto (2020). Fonte: Elaborazioni ACoS su dati del Catasto Nazionale dei Rifiuti, www.catasto-rifiuti.isprambiente.it.

Tab. 84.4 – Input e output degli impianti di compostaggio aerobico della FORSU nel Lazio (2020).

Provincia	Comune	INPUT (t 000)				OUTPUT (%)			
		FORSU	Verde	Fanghi	Altro	ACM	ACV	Scarti	Altro
VITERBO	Tuscania	17,3	3,6	-	2,2	60,7	-	39,3	-
ROMA	Fiumicino	14,4	0,3	-	0,8	17,1	-	82,9	-
LATINA	Aprilia	2,7	13,2	15,9	2,1	3,4	-	2,0	94,6
LATINA	Pontinia	4,4	0,3	-	2,3	68,4	-	31,6	-

Fonte: Elaborazioni ACoS su dati del Catasto Nazionale dei Rifiuti, www.catasto-rifiuti.isprambiente.it.

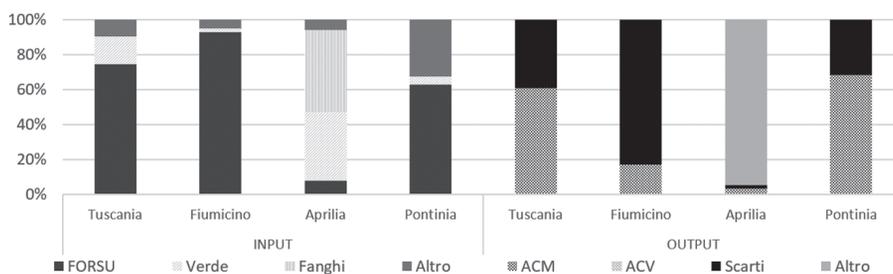


Fig. 84.5 – Input e output degli impianti di compostaggio aerobico della FORSU nel Lazio (2020). Fonte: Elaborazioni ACoS su dati del Catasto Nazionale dei Rifiuti, www.catasto-rifiuti.isprambiente.it.

viare a discarica in percentuale consistente, fino a una punta dell'82.9% per l'impianto Ama di Fiumicino, ormai obsoleto; gli impianti inoltre non producono ammendante compostato verde (ACV), ma solo ammendante compostato misto (ACM). L'impianto di Aprilia, che riceve FORSU in minima parte, presenta un output completamente diverso.

Nell'*economia circolare* (EC) si generano meno rifiuti, che inoltre possono essere considerati input per ulteriori cicli, senza esaurimento delle risorse naturali. Infatti, materia organica, cibo e materiali di scarto di origine biologica possono rientrare nel sistema attraverso processi come la digestione anaerobica e il compostaggio. Rispetto all'approccio EC, la strategia europea di bioeconomia (BE)¹³ copre tutti i settori economici e industriali basati sulla produzione, l'uso, la conservazione e la rigenerazione sostenibili delle risorse biologiche per produrre cibo, mangimi, materiali, energia e servizi. Ottenere bioenergia e biomateriali da fonti rinnovabili bio-based, invece di limitate risorse naturali attraverso il trattamento dei rifiuti, è il principio fondamentale della BE. Nonostante alcuni aspetti e obiettivi di EC e BE siano condivisi (come l'eco-efficienza, la riduzione delle emissioni globali di gas serra (GHG) e la valorizzazione dei rifiuti), le due strategie si completano a vicenda, generando un modello di bioeconomia circolare (BEC) che può essere la base per la piena sostenibilità delle società future¹⁴. Nel modello di BEC integrato, la circolarità e la sostenibilità giocano il ruolo più importante. Le energie rinnovabili e le biomasse sostituiscono i combustibili fossili per cui tale approccio è caratterizzato da un bassissimo impatto ambientale.

Tale approccio emerge chiaramente anche dalle Linee programmatiche pubblicate a settembre 2021 dal MiTE in relazione alla Strategia nazionale per l'economia circolare, facendo esplicitamente riferimento agli impianti di DA integrati con post compostaggio e upgrade per la produzione di biometano in più parti del documento¹⁵, sia in relazione alla BE per la sostituzione di combustibili fossili, sia per l'utilizzo del compost in agricoltura per il trattamento dei terreni in sostituzione di altri fertilizzanti chimici, sia per il ciclo delle risorse idriche, indicando esplicitamente l'opportunità dell'utilizzo delle acque reflue nei cicli industriali e per ulteriore produzione di biocarburanti (Box 86.4).

La più generale *preoccupazione per la salute* raccoglie alcuni aspetti delle preoccupazioni legate alle emissioni degli impianti (dovute all'incremento del traffico e al trattamento) e all'impiego del compost nei campi, che come si è visto risultano minimizzate proprio nel caso della DA integrata con la fase aerobica e con l'upgrade per la produzione di biometano.

L'incremento del traffico locale, largamente indipendente dalla tecnologia degli impianti, è l'aspetto che va curato con più attenzione, richiedendo garanzie sull'uso di mezzi a basso impatto ambientale e una specifica programmazione dei flussi in entrata e in uscita per minimizzare i passaggi.

Per quanto riguarda le emissioni di trattamento, come si è argomentato sopra e come emerge chiaramente anche dalla documentazione di carattere medico inviata all'Agenzia a supporto delle preoccupazioni delle associazioni¹⁶, per l'anaerobico l'impatto negativo sulla salute è strettamente legato alla fase di combustione dovuta alle attività di cogenerazione in loco del biogas; tale preoccupazione non sussiste però se il biogas, anziché essere bruciato, viene utilizzato per la produzione di biometano (mediante separazione della CO₂) da immettere nella rete o da utilizza-

¹³ Commissione Europea (2018), Bioeconomia: il modo europeo di utilizzare le nostre risorse naturali. Piano d'azione 2018. <https://doi.org/10.2777/79401>

¹⁴ Mak et al. (2020), Sustainable food waste management towards circular bioeconomy: policy review, limitations and opportunities, *Bioresour. Technol.*, Volume 297, February 2020, 122497. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852419317274?via%3Dihub>

¹⁵ Strategia nazionale per l'economia circolare, Linee programmatiche, MiTE, settembre 2021.

¹⁶ Associazione Medici per l'Ambiente, ISDE Italia (2015), Il trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani (FORSU), Position Paper a cura di A. Di Ciaula, P. Gentilini, F. Laghi, G. Tamino, M. Mocci, V. Migaletto.

Box 84.4 - Strategia nazionale per l'economia circolare.

Linee programmatiche MiTE (settembre 2021)

“Il Piano riserva particolare attenzione alla bioeconomia, soprattutto per quanto riguarda una più efficace gestione di scarti, acque reflue e sottoprodotti agricoli e agroalimentari da impiegare nei cicli energetici o produttivi. In particolare, verranno valorizzate le biomasse di scarto, delle colture non alimentari e delle colture in secondo raccolto per la produzione di energia e di biocarburanti da biogas prodotto dalla digestione anaerobica di sottoprodotti in impianti integrati nel ciclo produttivo di una impresa agricola, di allevamento o realizzati da più soggetti organizzati in forma consortile.” (p. 13)

“Sono invece di interesse prioritario gli impianti per il trattamento e la valorizzazione della frazione organica dei rifiuti urbani (che tenderà ad aumentare con l'incremento della raccolta differenziata) con produzione di compost e biogas ed altri bioprodotti.” (p. 26)

“In conformità inoltre con quanto previsto dal Piano per la Transizione energetica, la presente Strategia punta al potenziamento della bioeconomia circolare, in particolare la valorizzazione delle biomasse di scarto, dei rifiuti organici urbani, delle colture non alimentari e delle colture in secondo raccolto per la produzione di energia, di bioprodotti e di biocarburanti, con chiari benefici produttivi, ambientali e climatici.” (p. 27)

“La bioeconomia, ovvero il sistema socio-economico che comprende e interconnette le attività economiche che utilizzano biorisorse rinnovabili del suolo e del mare per produrre cibo, materiali ed energia, rappresenta una declinazione fondamentale dell'economia circolare, in quanto, oltre a basarsi su risorse rinnovabili, alimenta il “ciclo biologico” ovvero il recupero e la valorizzazione energetica degli scarti organici dei processi di produzione e/o dei rifiuti.” (p. 39)

“La Strategia ritiene fondamentale incentivare l'efficace gestione di rifiuti organici urbani, di scarti e sottoprodotti agricoli e agroalimentari da impiegare nei cicli energetici o produttivi. Si fa riferimento, in particolare, alle opportunità di bioeconomia circolare derivanti dalla valorizzazione delle biomasse di scarto, delle colture non alimentari e delle colture in secondo raccolto per la produzione di energia e di biocarburanti da biogas prodotto dalla digestione anaerobica di sottoprodotti in impianti integrati nel ciclo produttivo di una impresa agricola e/o di allevamento o realizzati da più soggetti organizzati in forma consortile.” (p. 40)

“Si rileva, inoltre, la necessità di incrementare [...] i sistemi di riuso della sostanza organica agricola (ad es. deiezioni zootecniche, digestato da fermentazione anaerobica, sottoprodotti e scarti), la consulenza aziendale e l'utilizzo di tecniche di fertilizzazione e distribuzione del materiale organico (effluenti, digestato, compost, ecc.) più efficienti ed efficaci, come, tra le altre, l'iniezione diretta del digestato, la fertirrigazione di precisione e le tecniche a rateo variabile.” (p. 40)

“Nell'uso efficiente delle risorse deve rientrare anche la gestione delle risorse e dei servizi idrici e, in questo senso appare necessario, dal punto di vista industriale e imprenditoriale, incrementare le attività di valorizzazione delle acque di scarico (reflue) depurate. [...] Infine, dalle acque reflue si possono produrre energia o biocarburanti, come il bio-metano, utilizzabile anche per autotrazione.” (p. 58)

re per autotrazione, in sostituzione di analoghi combustibili fossili di importazione. È anzi dimostrato che le emissioni totali sono in questo caso nettamente migliori rispetto al compostaggio aerobico, penalizzante anche dal punto di vista delle emissioni odorigene.

Uno studio del 2019 su diversi substrati sottoposti a compostaggio (10 substrati grezzi e 4 digestati da DA) mostra come il compostaggio dei digestati abbia un potenziale di *emissione di odori* inferiore rispetto ai substrati non sottoposti preliminarmente a DA¹⁷. Il forte impatto odorigeno

¹⁷ Rincòn et al. (2019), Chemical and odor characterization of gas emissions released during composting of solid wastes and digestates, Journal of Environmental Management, Volume 233, 1 March 2019, pp. 39-53 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971831418X#bib50>

delle emissioni generate dal compostaggio di substrati grezzi è stato dimostrato dai loro fattori di emissione di odori superiori a $1.000 \text{ OU}_e/\text{g OM}_0$. Al contrario, il successivo trattamento aerobico dei digestati ha mostrato minori emissioni cumulative di composti e fattori di emissione di odori inferiori a $30,5 \text{ OU}_e/\text{g OM}_0$. Tale differenza è associata al maggior grado di stabilizzazione della materia organica presente nei substrati precedentemente digeriti anaerobicamente.

Sulla veicolazione di rischi per la salute a partire dall'*uso del compost in agricoltura*, infine, l'integrazione con il trattamento aerobico del digestato garantisce il completamento della fase di stabilizzazione. Inoltre, in questo senso la sicurezza non dipende tanto dal tipo e dalla dimensione dell'impianto, ma dalla qualità delle matrici in entrata (nel caso dei rifiuti urbani, dalla qualità della raccolta differenziata).

La *dimensione eccessiva degli impianti* amplifica naturalmente tutte le possibili problematiche anche se, come si è visto, molte delle preoccupazioni attribuite in particolare ai biodigestori non sono fondate, in primo luogo quelle legate alle emissioni, che anzi sono proprio il punto di forza degli impianti di DA che producono biometano rispetto a tutte le altre alternative di trattamento dell'organico.

La dimensione degli impianti previsti a Roma (due da 100 mila t/anno) consente una gestione economicamente sostenibile e può essere definita un buon compromesso rispetto alla dimensione ottimale dell'impianto ai fini dell'efficienza produttiva (che suggerirebbe di realizzare un solo impianto da 250-300 mila t/anno): si evitano così infatti sia i rischi di eventuali interruzioni e gli impatti di un solo grande impianto, sia i costi eccessivamente elevati derivanti da una pluralità di impianti di piccole dimensioni, con inoltre minor grado di efficienza.

Gli svantaggi derivanti da una gestione eccessivamente frammentata in tanti impianti di piccole dimensioni non riguardano peraltro solo la sfera economica, in quanto la dispersione rende più difficile la gestione e il coordinamento dei flussi di rifiuti e soprattutto rende meno efficace il monitoraggio della qualità dei processi di trattamento, delle emissioni e dei materiali in uscita.

Tenendo conto delle cattive abitudini e della bassissima qualità della raccolta differenziata a Roma, infine, risulta evidente il potenziale di rischio ambientale legato alle varie ipotesi di compostaggio domestico e di comunità, che sostanzialmente sfuggirebbero a qualunque possibilità di controllo. Sotto questo aspetto, si tenga presente che il trattamento aerobico in impianto prevede il controllo di numerosi parametri (temperatura, aerazione, umidità, etc.) da cui dipende strettamente la stabilizzazione del compost e la quantità/qualità delle emissioni. Emissioni che a loro volta negli impianti sono soggette a trattamento opportuno e che nel compostaggio domestico sarebbero al di fuori di qualsiasi possibilità di intervento, trasformandosi pertanto in una diffusa fonte di emissioni composta da numerose sorgenti puntuali all'interno del substrato urbano.

Condizioni fondamentali per la realizzazione ottimale del progetto

Alla luce delle preoccupazioni della popolazione e delle risposte tecniche argomentate, l'Agenzia ritiene che i biodigestori anaerobici con upgrade per la produzione di biometano rappresentino la soluzione tecnologica più opportuna per il trattamento della FORSU romana sotto tutti i punti di vista, purché vengano rispettate alcune condizioni fondamentali:

1. *Gli impianti di digestione anaerobica (DA) devono essere necessariamente integrati con una fase di post-compostaggio aerobico* permettendo una migliore qualità del compost in uscita e minimizzando la fitotossicità e i rischi per la salute veicolati attraverso l'uso del compost in agricoltura;
2. *Deve essere esclusa la valorizzazione in loco del biogas*, che deve invece essere completamente trasformato in biometano da utilizzare per autotrazione o da immettere in rete;

3. *I cittadini devono essere sensibilizzati sull'importanza della corretta separazione dei rifiuti organici (FORSU), la cui qualità è fondamentale per la qualità del compost in uscita;*
4. *Occorre applicare la massima trasparenza nella pubblicazione degli esiti dei monitoraggi previsti sulle emissioni e sulla qualità dei materiali in ingresso e in uscita dagli impianti.*

Per le comunità locali interessate più direttamente dalla realizzazione di impianti di chiusura del ciclo dei rifiuti (anche nel caso di impianti che minimizzano l'impatto ambientale e che favoriscono l'economia circolare, come nel caso dei biodigestori) è importante condividere le informazioni relative ai progetti e alle varie fasi di implementazione nell'ottica della massima trasparenza, assicurando:

- a. *la corretta gestione degli impianti ai fini della sostenibilità ambientale e quindi*
 - un piano di monitoraggio permanente degli indicatori ambientali (qualità dell'aria e dei materiali in entrata e in uscita dagli impianti);
 - come detto, la massima trasparenza circa gli esiti dei suddetti monitoraggi;
 - il coinvolgimento di una rappresentanza dei comitati, delle associazioni e dei cittadini in un tavolo che vigili sul rispetto delle frequenze di monitoraggio;
- b. *la valutazione e la pianificazione per minimizzare l'impatto sulla viabilità locale:*
 - valutazione dell'uso e dell'adeguamento delle infrastrutture locali su ferro per il trasporto dei materiali in entrata e in uscita dagli impianti ovvero (se non realizzabile)
 - impiego di mezzi a basso impatto ambientale;
 - gestione degli orari e delle frequenze delle movimentazioni;
 - priorità alla popolazione locale per opportunità di lavoro presso gli impianti;
- c. *compensazioni economiche da veicolare attraverso*
 - riduzioni della tariffa rifiuti;
 - accesso privilegiato all'uso del biometano prodotto;
 - priorità alla popolazione locale per opportunità di lavoro presso gli impianti;
- d. *la massima apertura a mantenere nel tempo un dialogo trasparente e costruttivo inteso a favorire e consolidare la percezione di sicurezza e lo sviluppo di un indotto di buone pratiche.*