

MIGLIORAMENTO DEI PROFILI AMBIENTALI DELLE PMI COINVOLTE NELLA FILIERA DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI NELL'AREA METROPOLITANA DI ROMA

20

19

MIGLIORAMENTO DEI PROFILI AMBIENTALI DELLE PMI COINVOLTE NELLA FILIERA DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI NELL'AREA METROPOLITANA DI ROMA

2019

Sommario

Premessa

1. Quadro di Riferimento	7
1.1 Analisi del contesto dei rifiuti urbani a livello europeo	8
<i>Dato a livello Nazionale e regionale</i>	<i>12</i>
1.2 Classificazione dei Rifiuti	15
1.3 Tecnologie e flussi per il trattamento dei rifiuti	18
1.3.1 Trattamento biologico	20
1.3.2 Trattamento meccanico biologico	21
1.3.3 Tecnologie di combustione	22
1.3.4 Incenerimento	22
1.3.5 Pirolisi e Gassificazione	24
1.3.6 Combustibile da rifiuti	24
1.3.7 Smaltimento in discarica	25
1.3.8 Movimentazione dei rifiuti	26
1.4 Il cambiamento di paradigma con la Circular Economy	29
1.4.1 Implementare la Circular Economy	30
1.4.2 Il ruolo dell'Europa	33
 2. Analisi di contesto.....	 36
2.1 Produzione dei rifiuti urbani nella Città di Roma (a cura di Unindustria)	36
2.2 Gestione dei rifiuti urbani nella Città di Roma.....	42
2.2.1 Compostaggio	42
2.2.2 Impianti di incenerimento	43
2.2.3 Trattamento meccanico-biologico	44
2.2.4 Trattamento meccanico	45
2.2.5 Discarica	45
2.3 Costi di gestione dei rifiuti urbani nel Comune di Roma.....	47
2.4 Nuovo Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio: le Linee Guida.....	50
2.4.1 Obiettivi strategici generali del nuovo Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio ...	53

3. Sistemi orientati alla circolarità delle imprese.....	57
3.1 Gli standard di certificazione.....	57
3.2 Standard per la diffusione della CE	60
3.2.1 <i>Standard BCORP</i>	61
3.3 HUB di interscambio	64

Premessa

Tutti gli atti strategici e regolamentari dell'Unione Europea, a partire dal VI Programma di Azione per l'Ambiente, pongono come obiettivo prioritario l'uso sostenibile delle risorse correlandolo ad una gestione sostenibile dei rifiuti.

È ormai palese che quasi tutti i comparti delle filiere produttive condividano un certo livello di consapevolezza dell'insostenibilità ambientale ed economica – nel lungo periodo – dell'attuale modello di produzione e consumo e, di conseguenza, dell'urgenza di una transizione verso un modello di economia sostenibile e circolare.

La transizione verso un sistema ad economia circolare, in cui i materiali e l'energia utilizzati per realizzare i prodotti mantengono il loro valore il più a lungo possibile, ed i rifiuti sono ridotti al minimo e si utilizzano quante meno risorse possibili, rappresenta uno dei punti cardine della politica ambientale dell'Unione Europea per sviluppare un'economia sostenibile, competitiva e a basso consumo di carbonio. Tale transizione risponde ad esigenze tanto ambientali, quanto economiche e sociali.

Potrebbe, infatti, migliorare le condizioni ambientali, con ricadute positive su tutti gli aspetti che lo compongono, dalla salute umana, alle attività produttive in termini di risparmio sulle spese per i materiali e sulle innovazioni tecnologiche, con ricadute importanti anche sul versante occupazionale.

Tale modello, pertanto, prevede una nuova forma di pensiero delle fasi dell'attività economica che agisca sul reperimento delle risorse, sulla produzione dei beni e dei materiali, (in modo tale da ridurre sprechi nella fase di trasformazione delle risorse e garantire, contemporaneamente, maggiori performance di durata già nella fase progettuale e massima riutilizzabilità e recupero una volta che il prodotto giunge a fine vita) e, infine, sulla gestione dei rifiuti.

In particolare, per quanto attiene alla filiera del ciclo di vita dei rifiuti nell'area metropolitana di Roma, attualmente il sistema risente dell'assenza di un modello in grado di chiudere completamente il ciclo dei rifiuti.

La conoscenza del sistema rifiuti consente di prendere decisioni e poi di monitorarle, di fornire informazioni accessibili agli operatori economici e al pubblico sulla situazione ambientale e sulle relative tendenze.

È, dunque, fondamentale disporre di una base informativa efficace, continua e accurata, in grado di adeguarsi alla realtà e ai suoi cambiamenti, capace di dar conto delle risposte istituzionali e degli effetti prodotti dalle scelte e dagli interventi correttivi da esse determinati.

Il presente documento, pertanto, ha l'obiettivo, in primo luogo, di ottenere non solo una valutazione dei profili ambientali nella filiera di gestione del rifiuto, ma anche uno stato dell'arte sull'analisi del ciclo di vita del sistema di trattamento di rifiuti presso gli impianti dell'area metropolitana di Roma, quindi delle imprese coinvolte, realizzando un inventario dei consumi diretti di materie prime e di energia durante le diverse fasi del ciclo esaminato.

Mettendo, poi, a sistema i risultati di inventario e di valutazione dei profili ambientali, si potrà arrivare alla realizzazione di proposte di miglioramento sul piano della sostenibilità delle PMI coinvolte.

I benefici a ciò connessi non attengono esclusivamente al perfezionamento del profilo ambientale delle aziende, ma di conseguenza porteranno al potenziamento del posizionamento competitivo delle stesse nel panorama della filiera di gestione e trattamento dei rifiuti.

Si intende ringraziare per la collaborazione l'Università degli Studi della Tuscia, ed in particolare il Magnifico Rettore Prof. Alessandro Ruggieri, il Prof. Alessio Maria Bacchini ed il Prof. Stefano Poconi per il supporto e la professionalità dimostrati nella conduzione di questo studio.

Università degli Studi della Tuscia

Dipartimento DEIM

Rifiuti ed Economia circolare

Alessandro Ruggieri

Alessio Maria Braccini

Stefano Poconi

1. Quadro di Riferimento

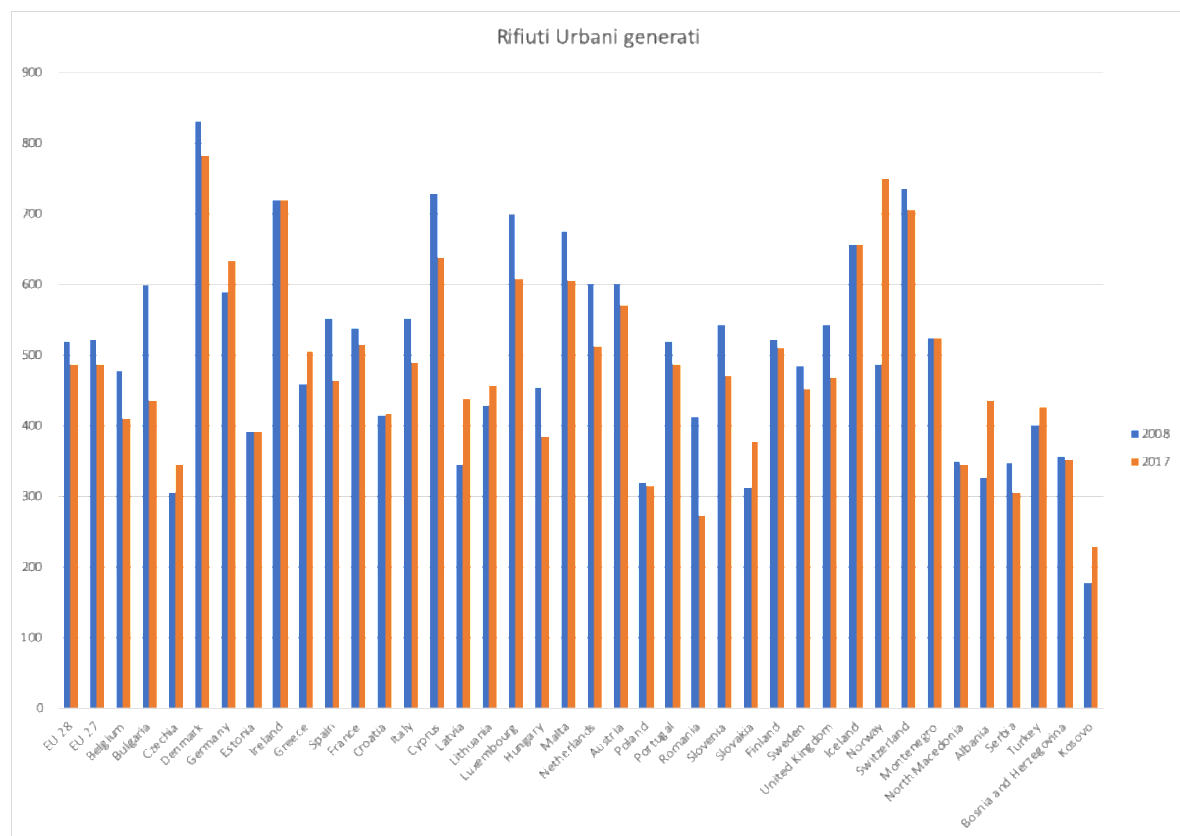
§ 1.1 Analisi del contesto dei rifiuti urbani a livello europeo

La gestione dei rifiuti urbani è da tempo uno degli aspetti più critici nella gestione delle grandi città di tutto il mondo. Con la crescita dell'urbanizzazione la quantità di rifiuti urbani prodotta sta aumentando vertiginosamente. In letteratura (Hoornweg and Bhada-Tata 2012) si stima un aumento mondiale della produzione dei rifiuti urbani di circa 2,2 miliardi di tonnellate nel 2025, anno in cui si raddoppierà la produzione rispetto all'anno 2010. Questo aumento produrrà anche un effetto negativo stimato sul riscaldamento globale. Nello United Nations Environment Programme (2015) si attribuisce ai rifiuti solidi urbani la responsabilità delle emissioni di gas serra, con un contributo percentuale che varia dal 3 al 5%. Accanto a questi dati si aggiungono le emissioni di metano – parte delle quali comunque legate al ciclo di smaltimento dei rifiuti urbani – che hanno un potenziale di riscaldamento, su scala globale superiore a quello del biossido di carbonio in riferimento alle emissioni di gas serra legate all'energia nelle aree urbane (ad esempio, New York (Parshall et al. 2011)).

Tale conteso pone i grandi centri urbani, in maniera indistinta rispetto alla tipologia e allo stadio di sviluppo economico del paese, di fronte ad un'emergenza di tipo ambientale che richiede degli interventi efficienti e strutturali, capaci di andare ad interessare non solo la modalità di produzione del rifiuto, da parte di imprese e cittadini, ma soprattutto il sistema di raccolta, di movimentazione e di smaltimento dei rifiuti prodotti. In termini di gestione del ciclo dei rifiuti solidi urbani la differenza principale tra i rifiuti generati dai diversi paesi in via di sviluppo rispetto a quelli dei paesi industrializzati è rintracciabile nella concentrazione dei contenuti organici più elevati nel primo caso.

Le conseguenze di una gestione impropria dei rifiuti urbani sono al centro di un dibattito scientifico-culturale e riguardano diversi aspetti, come la contaminazione dell'aria, dell'acqua, del suolo (vedere ad esempio Kumar and Samadder 2017; Maheshi 2015); l'esposizione o l'assunzione di sostanze chimiche tossiche e nocive per la salute umana e le relative conseguenze; la diffusione di malattie infettive favorite da sistemi di gestione e smaltimento dei rifiuti inadeguati o addirittura inesistenti (in molte aree del mondo).

Figura 1. Rifiuti Urbani 2008 - 2017 (per kg pro capite)¹



Fonte: Eurostat, 2019

A livello europeo si assiste ad una situazione di sostanziale miglioramento, con delle eccezioni (Repubblica Ceca, Lettonia, Norvegia) rispetto alla situazione espressa in figura 1, che esprime il complesso di rifiuti pro capite per kg generati nell'area euro nel periodo 2004-2017 (cfr. Figura 1). L'Italia mostra un miglioramento nell'arco temporale considerato (Eurostat 2019).

Tabella 1. Generazione di rifiuti area Euro (28) Mila tonnellate

GEO/TIME	mila tonnellate						
	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
European Union - 28 countries	2.547.590	2.567.270	2.427.000	2.454.720	2.484.270	2.507.090	2.537.770
Belgium	52.809	59.351	48.621	61.345	53.839	57.965	63.152
Bulgaria	201.020	162.881	167.646	167.396	161.252	179.677	120.508
Czechia	29.275	24.745	25.419	23.757	23.171	23.394	25.381
Denmark	12.588	14.703	15.155	16.217	16.713	20.808	20.981
Germany	364.021	363.786	372.796	363.544	368.022	387.504	400.071
Estonia	20.860	18.932	19.583	19.000	21.992	21.804	24.277
Ireland	24.499	29.599	22.502	19.807	12.713	15.166	15.25
Greece	33.346	51.324	68.643	70.432	72.328	69.758	72.358

¹ Per Irlanda e Montenegro non sono presenti i dati del 2017. Per il Kosovo si considera la United Nations Security Council Resolution 1244/99.

	<i>mila tonnellate</i>						
GEO/TIME	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Spain	160.668	160.946	149.254	137.518	118.561	110.518	128.958
France	296.580	312.297	345.002	355.081	344.731	324.462	323.474
Croatia	7.208	5.425	4.172	3.157	3.368	3.724	5.277
Italy	139.806	155.025	179.257	158.627	154.427	157.870	163.995
Cyprus	2.241	1.248	1.842	2.371	1.870	1.974	2.462
Latvia	1.257	1.858	1.495	1.498	2.309	2.621	2.532
Lithuania	7.010	6.361	6.333	5.578	5.678	6.200	6.644
Luxembourg	8.315	8.378	9.592	10.441	8.397	7.072	10.130
Hungary	24.660	22.287	16.949	16.735	16.310	16.650	15.938
Malta	3.146	2.861	2.070	1.352	1.456	1.664	1.965
Netherlands	92.448	99.166	102.648	121.145	121.194	132.362	141.024
Austria	53.020	54.286	56.308	46.799	48.045	55.868	61.225
Poland	137.478	153.628	138.984	158.661	162.382	179.179	182.005
Portugal	29.317	34.952	16.882	13.640	13.359	14.368	14.739
Romania	369.300	344.356	189.138	201.432	249.354	176.607	177.562
Slovenia	5.770	6.035	5.038	5.986	4.546	4.686	5.494
Slovakia	10.668	14.501	11.472	9.384	8.425	8.862	10.606
Finland	69.708	72.205	81.792	104.336	91.824	95.969	122.869
Sweden	91.759	94.971	86.168	117.645	156.306	167.026	141.625
United Kingdom	298.798	291.147	282.222	241.820	241.690	263.319	277.254
Iceland	501		772	510	529	815	1.067
Liechtenstein			383	312	466	569	502
Norway	7.453	9.913	10.284	9.432	10.720	10.614	11.131
Montenegro					385	1.164	1.685
North Macedonia			1.362	2.327	8.472	2.186	1.424
Albania							
Serbia				33.615	55.002	49.128	48.965
Turkey	58.820	46.091	64.764	63.540	67.383	73.075	75.534
Bosnia and Herzegovina					4.456		
Kosovo (under United Nations Security Council Resolution 1244/99)					1.166	1.039	2.855

Fonte: Eurostat, 2019

Pur se significativi, i rifiuti urbani rappresentano solo il 10% circa dei rifiuti totali generati, rispetto ai dati riportati dalle statistiche europee sui rifiuti (Eurostat 2019). Tuttavia, la gestione dei rifiuti urbani e del relativo smaltimento ha un profilo politico molto marcato a causa del carattere complesso dell'attività, dovuto alla sua composizione, alla sua distribuzione tra molte fonti di rifiuti e al suo legame con i modelli di consumo.

I dati relativi alla generazione di rifiuti urbani, espressa in chilogrammi pro capite nel periodo 1995 – 2017, mostrano una situazione eterogenea a livello europeo, funzione dei diversi stili di consumo, livelli di ricchezza, e prassi di gestione della raccolta e del trattamento dei rifiuti.

La Danimarca è uno dei paesi con la generazione di rifiuti pro-capite più alta, pari a 781 kg pro capite (anno 2017), mentre la Romania, con un valore di 272 kg pro capite, è uno dei paesi con i quantitativi pro capiti più bassi (Eurostat 2019).

Riguardo il trattamento dei rifiuti urbani, la Tabella 2 mostra le quantità di rifiuti urbani trattati nell'Unione europea (UE-28) per il periodo 2004-2017, prendendo come riferimento il trattamento in milioni di tonnellate e in kg pro capite, rispetto alla categoria di trattamento: discarica, incenerimento, riciclaggio di materiale, compostaggio e altro² (Eurostat 2019).

Tabella 2. Rifiuti municipali interrati, inceneriti, riciclati e compostati

Categorie	Milioni di tonnellate			Kg pro capite		
	2004	2017	2004-2017	2004	2017	2005-2017
<i>Discarica</i>	118	58	-51%	239	113	-53%
<i>Incenerimento</i>	44	70	59%	90	137	52%
<i>Materiale Riciclato</i>	49	74	51%	99	144	45%
<i>Compostaggio</i>	28	42	50%	57	81	42%
<i>Altro²</i>	13	6	-54%	27	11	-59%

Fonte: Eurostat, 2019

Nel periodo di riferimento si assiste ad una consistente diminuzione dello smaltimento dei rifiuti in discarica. Il risultato di questo importante obiettivo è sicuramente imputabile, come evidenzia Eurostat ed il rapporto ISPRA 2018, all'attuazione delle politiche comunitarie sui rifiuti e sull'economia circolare. Sempre dai dati in Tabella 2 è possibile apprezzare una crescita nella percentuale di rifiuti riciclati e destinati all'incenerimento e compostaggio. Anche il valore "Altro" ottiene una percentuale elevata, ma se considerata in valore assoluto i quantitativi risultano decisamente ridotti (6Mt e 11 Kg per capita nel 2017).

² Calcolo stimato da Eurostat. Per info sulla modalità di calcolo consultare <https://ec.europa.eu>

Dato a livello Nazionale e regionale

La produzione dei rifiuti urbani nazionale del 2017 ha permesso di registrare un miglioramento generalizzato rispetto all'anno 2016 sull'intero territorio italiano (ISPRA 2018). La percentuale di riduzione si attesta attorno al 1,74% di tonnellate prodotte. Il confronto con l'anno precedente però mostra, al contrario, un incremento quasi del 2%. Il miglioramento in questo caso compensa solamente in parte la crescita avvenuta nel periodo precedente. Scomponendo il dato a livello regionale, nel 2017 si assiste ad una sostanziale diminuzione dei valori che rispecchiano il dato nazionale, il sud rappresenta l'area geografica con l'indicatore migliore. La Regione Lazio si trova in linea con il dato nazionale, anche dal punto di vista di produzione pro capite dei rifiuti. Difatti, all'interno della Tabella 4 è possibile notare come la produzione pro-capite espressa in Kg in rapporto alla popolazione, evidenzia un andamento che riflette quello della Tabella 3 per l'anno 2016-2017 in cui si assiste ad una riduzione generalizzata. Il confronto con il periodo precedente (2015-2016) mostra come le Regioni del Nord abbiano registrato un aumento significativo (3,16%) per ottenere un miglioramento del 1,36% nel successivo periodo.

La Regione Lazio, al contrario, evidenzia un miglioramento nel 2017 ed una discreta stabilità nel periodo 2015/2016 (-0,8%) (ISPRA 2018).

Tabella 3. Produzione rifiuti Urbani per Area Geografica e raffronto con la Regione Lazio (tonnellate).

Area Geografica	2015	2016	Var % 2015-2016	2017	Var % 2016-2017
Italia	29.524.341	30.112.048	1,99%	29.587.660	-1,74%
Nord	13.719.273	14.152.352	3,16%	13.960.492	-1,36%
Centro	6.555.161	6.613.602	0,89%	6.483.729	-1,96%
Sud	9.249.907	9.346.094	1,04%	9.143.438	-2,17%
Lazio	3.023.402	3.025.497	0,07%	2.972.094	-1,77%

Fonte: Ns elaborazione su dati Ispra, 2018

Tabella 4. Produzione rifiuti Urbani per Area Geografica e raffronto con la Regione Lazio (kg / abitante-anno)

Area Geografica	2015	2016	Var. % 2015-2016	2017	Var. % 2016-2017
------------------------	-------------	-------------	-------------------------	-------------	-------------------------

Italia	486,7	497	2,12%	489,2	-1,57%
Nord	494,3	510,2	3,22%	503,3	-1,35%
Centro	543,2	548	0,88%	538,1	-1,81%
Sud	443,8	449,7	1,33%	441,8	-1,76%
Lazio	513,4	513	-0,08%	504	-1,75%

Fonte: Ns elaborazione su dati Ispra, 2018

Va segnalato che la produzione nazionale dei rifiuti e la produzione pro capite, hanno subito una forte riduzione se si considerano i dati degli ultimi dieci anni (2007-2017). Nel complesso, la riduzione è stata pari al 9,08% riguardo la produzione di rifiuti, anche la quota pro capite si è ridotta nello stesso periodo del 10,35%.

Tabella 5. Quantitativo raccolto (RD) per area Geografica (1000*anno t)

Area Geografica	2015	2016	Var. % 2015-2016	2017	Var. % 2016-2017
Italia	14.020,86	15.822,73	12,85%	16.429,97	3,84%
Nord	8.043,37	9.091,29	13,03%	9.242,69	1,67%
Centro	2.868,23	3.214,27	12,06%	3.356,70	4,43%
Sud	3.109,27	3.517,17	13,12%	3.830,59	8,91%

RD raccolta differenziata

Fonte: Ns elaborazione su dati Ispra, 2018

Tabella 6. RD (RD/RU) pro capite per area Geografica (kg/abitante-anno)

Area Geografica	2015	2016	Var. % 2015-2016	2017	Var. % 2016-2017
Italia	231	261	12,99%	272	4,21%
Nord	290	328	13,10%	333	1,52%
Centro	238	266	11,76%	279	4,89%
Sud	149	169	13,42%	185	9,47%

RD raccolta differenziata

RU rifiuti urbani

Fonte: Ns elaborazione su dati Ispra, 2018

Per quanto riguarda la raccolta differenziata per area geografica, si nota la crescita della percentuale relativa al periodo 2015-2016 a livello Nazionale, rispetto al dato del 2016-2017. Tale variazione è supportata da un aumento localizzato nelle regioni del Sud e del Centro (se si considerano entrambi i periodi). Rispetto al valore pro capite di RD prodotto nei periodi considerati si delinea un andamento molto simile all'evoluzione dei valori prodotti per la raccolta dei rifiuti differenziati espressi dalla Tabella 5. Infatti, la Tabella 6 mostra una crescita pro capite al Sud significativa nel triennio considerato, anche se il livello in valore assoluto è maggiore al Nord che ottiene una crescita del 13% nel periodo 2015-2016 e del 1,5% in quello successivo.

§ 1.2 Classificazione dei Rifiuti

In Italia la classificazione dei rifiuti segue l'art. 184 del D.lgs. 152/2006 (e successivi aggiornamenti³) che pone una prima classificazione in funzione dell'origine e della pericolosità, e successivamente della tipologia di rifiuto. La classificazione che ne deriva prevede una distinzione in rifiuto urbano e rifiuto speciale.

Tabella 7. Classificazione rifiuti urbani e speciali

Rifiuti urbani	Rifiuti speciali:
a) I rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;	a) I rifiuti da attività agricole e agro-industriali, ai sensi e per gli effetti dell'art. 2135 c.c.;
b) I rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di cui alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai sensi dell'articolo 198, comma 2, lettera g);	b) I rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti che derivano dalle attività di scavo, fermo restando quanto disposto dall'articolo 184-bis;
c) I rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;	c) I rifiuti da lavorazioni industriali;
d) I rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;	d) I rifiuti da lavorazioni artigianali;
e) I rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;	e) I rifiuti da attività commerciali;
f) I rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), e) ed e).	f) I rifiuti da attività di servizio;
	g) I rifiuti derivanti dalla attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla

³ Vedere ad esempio d.lgs. n. 128 del 2010, d.lgs. n. 46 del 2014, legge n. 116 del 2014, legge n. 221 del 2015, legge n. 208 del 2015 d.lgs. n. 104 del 2017, etc.

	depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
	h) I rifiuti derivanti da attività sanitarie;

Nella classificazione proposta dal D.lgs. 152/2006, sono presenti i “Rifiuti assimilati agli urbani”. Questa tipologia fa riferimento alla categoria dei “Rifiuti urbani” non pericolosi che provengono da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di civile abitazione, “assimilati” ai rifiuti urbani per qualità e quantità tramite regolamento comunale (vedi art. 184, c. 2, lett. b, ed art. art. 195, c. 2, lett. e).

Un’ulteriore classificazione che presenta una particolarità è rappresentata dai “Rifiuti speciali assimilabili agli urbani” che si trovano in una situazione intermedia, dove le caratteristiche quali-quantitative del rifiuto speciale possono essere assimilate a quella di rifiuto urbano a patto che segua un riconoscimento mediante un’apposita delibera del Comune.

Un’ulteriore classificazione che pone l’articolo 184 è la distinzione tra rifiuto domestico e quello “non” domestico. I primi presentano la caratteristica di non pericolosità, appartengono alla tipologia urbana, comprendendo anche i materiali ingombranti e provengono da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione. I secondi riguardano tutte le ulteriori classificazioni di rifiuti urbani che non provengono da locali o luoghi adibiti ad uso di civile abitazione (la loro classificazione può essere riferita anche alla pericolosità).

La pericolosità è l’ulteriore aspetto disciplinato. Infatti, si considera “pericoloso”, il rifiuto che presenta una o più caratteristiche definite dall’allegato I, parte Quarta D.lgs. 152/2006: “Caratteristiche di pericolo per i rifiuti”. L’Allegato include un elenco vincolante per poter determinare la pericolosità, specificandone le caratteristiche. Solo a titolo di esempio è possibile trovare esplosivi, comburente, sostanze facilmente infiammabili, irritanti”, prendendo in considerazione l’origine e la composizione del rifiuto, nonché la sua reazione (ad es. contatto con l’acqua o con l’aria).

A partire dal 1° giugno 2015 la codifica dei rifiuti e le caratteristiche di pericolo dei rifiuti fanno rispettivamente riferimento alla Decisione 2014/955/UE ed al Regolamento n. 1357/2014. La prima aggiorna il Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER) con tre nuovi codici, mentre la seconda interviene sulla caratteristica del rifiuto. Entrambe hanno la finalità di

aggiornare ed armonizzare le terminologie utilizzate e le definizioni delle caratteristiche di pericolo già previste nel Regolamento 1272/2008.

L'inquadramento all'interno di ciascuna categoria riportata ha delle implicazioni dirette sul sistema della concessione delle autorizzazioni, sugli obblighi di registrazione, adempimenti amministrativi, comunicazioni periodiche, scelta dei fornitori, sui divieti (ad es. di miscele) e sul sistema delle sanzioni.

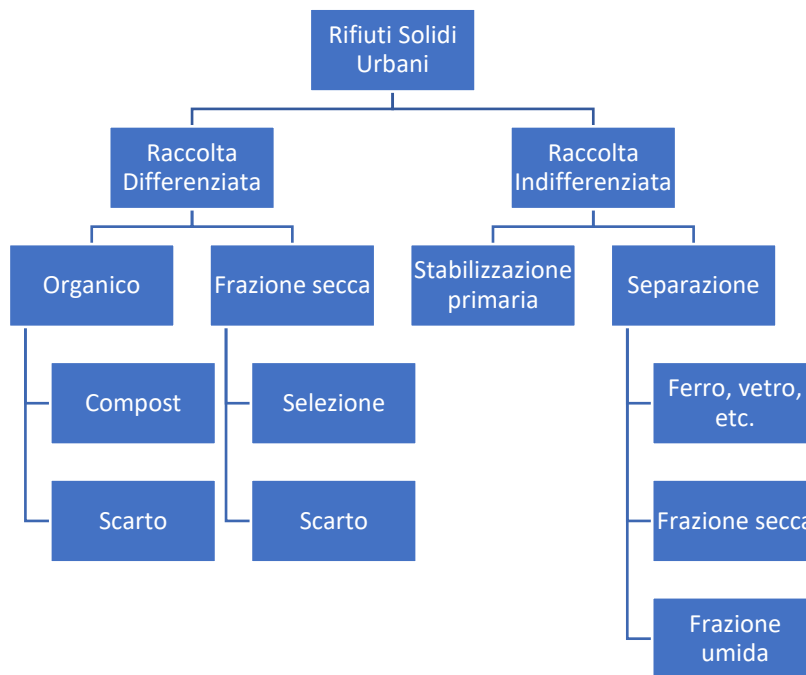
§ 1.3 Tecnologie e flussi per il trattamento dei rifiuti

Il ciclo di trattamento dei rifiuti solidi urbani include l'insieme di attività necessarie dalla produzione del rifiuto fino al suo definitivo esaurimento, considerando il riciclo o riutilizzo, la trasformazione, o lo smaltimento. Il ciclo di trattamento integrato dei rifiuti solidi urbani è organizzato nelle fasi di raccolta, trasporto, trattamento e destinazione finale. In ciascuna di queste fasi vengono utilizzate soluzioni tecnologiche differenti volte a rendere più efficiente il ciclo di gestione dei rifiuti. L'efficienza riguarda la riduzione dei profili di impatto ambientale del ciclo di gestione dei rifiuti e le possibilità di recupero di materiali o energia. Pur se attività strettamente necessaria connessa alle necessità abitative, commerciali e produttive delle popolazioni residenti nei centri urbani, le attività svolte per il completo ciclo di trattamento dei rifiuti presentano significativi impatti negativi sulla salute umana, sulla salubrità dei luoghi, e sull'inquinamento dell'ambiente naturale.

La fase di raccolta del ciclo di gestione dei rifiuti solidi urbani viene svolta con modalità differenti che prevedono la collaborazione dei soggetti che producono i rifiuti. I rifiuti prodotti vengono conferiti o direttamente (porta-a-porta) o tramite dei raccoglitori localizzati all'interno delle abitazioni o nelle strade ad operatori specializzati che sono autorizzati dalla municipalità al ciclo di raccolta e trattamento dei rifiuti solidi urbani. Questi meccanismi di conferimento e raccolta sono completati da servizi di prelievo a domicilio, o dalle possibilità di conferimento in aree specializzate per rifiuti che per materiale, ingombro o peso (quali ad esempio elettrodomestici o mobilio) non possono essere conferiti nei raccoglitori adottati per le necessità quotidiane.

La raccolta dei rifiuti solidi urbani avviene in numerose città con il ricorso alla raccolta differenziata. Questa modalità di raccolta prevede che i produttori dei rifiuti effettuino una prima selezione del rifiuto separandone diverse categorie e conferendole in maniera separata. La raccolta differenziata consente di separare il rifiuto organico umido dai diversi materiali che possono essere oggetto di riciclo e riuso (vetro, carta, cartone, plastica, metallo) e dalla frazione residua che non può essere ulteriormente separata dai cittadini. Le regole per la separazione dei rifiuti e per il conferimento in raccoglitori per la raccolta differenziata variano a seconda delle varie municipalità, e sono funzione delle tecnologie di trattamento dei rifiuti adottate a livello locale o regionale.

Figura 2. Trattamento dei rifiuti solidi urbani



Fonte: Ns elaborazione

La fase successiva alla raccolta riguarda il trattamento dei rifiuti solidi urbani.

La Figura 2 mostra sinteticamente tutte le alternative per il trattamento dei rifiuti solidi urbani. Tutte le diverse modalità di trattamento generano dei residui, di tipo umido o secco, ed in quantità più o meno rilevante. I residui ottenuti alla fine dei processi di separazione e riutilizzo hanno sempre la qualifica di rifiuto, vanno comunque smaltiti, e hanno destinazioni differenti.

Il compost derivante dal trattamento del rifiuto organico presenta diversi livelli di qualità, e viene riutilizzato come ammendante in agricoltura.

I materiali recuperati dalla selezione della frazione secca del rifiuto organico, e dalla separazione del rifiuto indifferenziato vengono avviati al riutilizzo tramite operatori specializzati o consorzi di riciclaggio.

Gli scarti derivanti dalla lavorazione dell'organico e dalla stabilizzazione e separazione del rifiuto differenziato vengono utilizzati in diversi processi di trasformazione che prevedono la

produzione di combustibile o energia a partire dai rifiuti. A loro volta questi processi hanno dei residui di scarto che devono essere smaltiti o nei processi produttivi di materiali edili, o tramite lo stoccaggio in discarica come materiale inerte.

Le frazioni di scarto non riutilizzabili o non trasformate in processi di produzione di combustibile o energia vengono smaltite definitivamente in discarica.

1.3.1 Trattamento biologico

Le tecnologie di trattamento biologico dei rifiuti si applicano sulla parte differenziata dei rifiuti e tipicamente sul rifiuto organico. Il trattamento biologico prevede diversi processi che fanno uso di reazioni chimiche di natura biologica, sia aerobiche che anaerobiche. Le principali tecnologie di trattamento biologico dei rifiuti sono il compostaggio e la digestione anaerobica.

Nei processi di compostaggio la componente organica dei rifiuti derivante dalla raccolta differenziata viene trattata con il ricorso a microrganismi che attivano reazioni in presenza di ossigeno. Il processo di trasformazione produce compost – una miscela di sostanze umide che viene utilizzato come ammendante in agricoltura – e anidride carbonica.

Nei processi di digestione anaerobica invece la componente organica dei rifiuti derivante dalla raccolta differenziata viene trattata con microrganismi che attivano reazioni in assenza di ossigeno. Il processo di trasformazione che ne deriva produce biogas – che può essere riutilizzato come combustibile – e un residuo solido – che può essere utilizzato per migliorare le caratteristiche del suolo, ma non per le necessità di coltivazioni agricole.

La digestione anaerobica ha il vantaggio di poter recuperare energia dai rifiuti al costo della produzione di un residuo secco che ha limitati utilizzi in agricoltura, e può essere utilizzato solo per il recupero ambientale dei terreni o per la copertura delle discariche. Il compostaggio invece produce un materiale migliore che consente l'uso diretto in agricoltura come ammendante, ma ha lo svantaggio di produrre un impatto ambientale negativo derivante dalla produzione di gas serra senza la possibilità di recuperare energia.

Esistono impianti che combinano i vantaggi di entrambe le tecnologie e che consentono di effettuare prima un ciclo di trattamento anaerobico dal quale viene ricavata l'energia, e poi un ciclo di trattamento aerobico al termine del quale si ottiene il compost. Questa tecnologia viene denominata trattamento integrato anaerobico/aerobico dei rifiuti, ed è la modalità di trattamento

che maggiormente contribuisce all'aumento delle quantità trattate delle frazioni organiche dei rifiuti selezionati e avviati al recupero.

1.3.2 Trattamento meccanico biologico

Il trattamento meccanico biologico è una tecnologia di trattamento a freddo dei rifiuti che si svolge in impianti dedicati, a temperatura ambiente, e che non fa ricorso a reazioni di tipo termico. Questo tipo di trattamento pertanto non produce temperature elevate. Il trattamento meccanico biologico è applicato sui rifiuti indifferenziati e può anche essere applicato sul residuo di rifiuto derivante dalla raccolta differenziata che non può essere destinato al riciclo. Il trattamento meccanico biologico sfrutta la combinazione di processi meccanici e processi biologici aumentando la probabilità di separare i rifiuti, o diversi materiali contenuti all'interno dei rifiuti, per consentire un recupero di risorse anche da rifiuti indifferenziati.

La parte meccanica del trattamento è utilizzata per separare la componente umida dalla componente secca. La componente umida potrà essere utilizzata per alimentare il processo di trattamento organico. La componente secca può invece essere indirizzata ad un processo di riciclo, oppure utilizzata per la produzione di combustibile da rifiuti. La scelta dell'alternativa dipende o da obiettivi di tipo politico o strategico, ma può anche dipendere dai materiali contenuti all'interno del rifiuto trattato meccanicamente, che per la combustione non dovrà contenere né materiale non combustibile, né materiale pericoloso. Nel caso siano presenti materiali di questo tipo andrà fatta una opportuna separazione prima di poter ulteriormente trattare il rifiuto. I materiali che non possono essere ulteriormente separati, così come anche i residui al termine del ciclo di trattamento meccanico, sono destinati allo smaltimento in discarica.

Per quantità e tipologia di rifiuto, il trattamento meccanico presenta diverse sfide nonché diversi impatti sulla salute delle persone coinvolte all'interno del processo. Per ridurre questi aspetti e per rendere il processo di trattamento il più efficiente possibile, negli impianti moderni si fa uso di tecnologie elettromeccaniche o anche digitali che permettono di rendere quanto più possibile automatica l'identificazione dei vari materiali e dei vari tipi di rifiuto, e la loro separazione. Tali tecnologie prevedono il ricorso a strumenti di tipo ottico, magnetico, pneumatico, spettrografico e a machine learning.

1.3.3 Tecnologie di combustione

La combustione è una tecnologia che usa una reazione termochimica mediante la quale un rifiuto, o la porzione residua del trattamento di un rifiuto, viene bruciato in impianti preposti a tale finalità di trattamento. La combustione del rifiuto è una metodologia di trattamento che evita lo smaltimento del rifiuto in discarica. Ha una elevata efficacia – superiore allo 80% - per la riduzione dei rifiuti sia in massa che volume. La combustione consente poi il recupero dell'energia dal rifiuto, tipicamente nella forma di calore generato dalla combustione, o di energia elettrica prodotta sfruttando il vapore generato dal calore prodotto dalla combustione. Sotto questo punto di vista le tecnologie di combustione promettono di poter esplorare approcci sostenibili nella produzione dell'energia a partire dai rifiuti, in quanto consentono di generare una risorsa (energia) a partire da un problema (il rifiuto) la cui unica destinazione alternativa è lo stoccaggio in discarica.

Pur se estremamente efficiente dal punto di vista dell'abbattimento, la combustione produce comunque un residuo importante in termini di massa, in misura dipendente dall'efficienza della tecnologia di combustione adottata, ma che in media ammonta ad un 10-20% della massa iniziale. Tale residuo ha spesso la caratteristica di rifiuto speciale, può essere riutilizzato in parte per la realizzazione di materiali edili, o in alternativa va smaltito in discarica.

Le tecnologie di combustione producono però impatti ambientali e sulla salute umana potenzialmente significativi sotto forma di gas serra o polveri sottili. Le tecnologie di combustione sono comunque oggetto di innovazione e monitoraggio continuo per ridurre al minimo queste esternalità negative.

Allo stato attuale esistono diverse tecnologie di combustione dei rifiuti che si caratterizzano per il diverso tipo di processo chimico, le performance, e i risultati prodotti dalla trasformazione stessa. Le tecnologie principali di combustione dei rifiuti attualmente disponibili sono: l'incenerimento, la pirolisi, la gassificazione, e la produzione di combustibile da rifiuti.

1.3.4 Incenerimento

L'incenerimento è la tecnologia più comune di recupero di energia dai rifiuti. Il processo prevede la combustione dei rifiuti in inceneritori e il riutilizzo del calore prodotto per la produzione di energia. Il calore generato dall'incenerimento viene utilizzato per la produzione di vapore acqueo che alimenta delle turbine dalle quali viene generata energia elettrica.

Alternativamente il calore prodotto può essere utilizzato in quanto tale per l'alimentazione di una rete di riscaldamento o tele-riscaldamento.

Il processo di incenerimento è più efficiente nel recupero di calore rispetto al recupero di energia elettrica. La percentuale di energia elettrica recuperata dal processo di incenerimento è nell'ordine del 20-25%, mentre il calore prodotto è maggiore.

Per la natura dei processi che consentono di mettere in pratica, gli impianti di incenerimento dei rifiuti vengono frequentemente denominati termovalorizzatori per rappresentare il processo di valorizzazione dei rifiuti che prevede il riutilizzo dell'energia termica prodotta dalla combustione.

I rifiuti oggetto di incenerimento devono subire dei processi di trattamento precedenti alla combustione, necessari ad eliminare dal rifiuto la componente che può ridurre l'efficacia della termovalorizzazione (materiale che non può bruciare e componente umida se presente). Idealmente i rifiuti destinati a combustione non dovrebbero contenere alcun materiale che può essere oggetto di riciclo. Per tale motivo dovrebbe essere destinata a incenerimento solo la componente di scarto secca dai processi di selezione del rifiuto organico e della raccolta differenziata.

L'acqua prodotta dal processo di termovalorizzazione, oltre ad essere utilizzata per la produzione di energia elettrica, può anche essere utilizzata per il riscaldamento o il tele-riscaldamento.

Oltre al residuo di combustione l'incenerimento produce anche un residuo gassoso che viene immesso in atmosfera opportunamente trattato con filtri e catalizzatori per ridurre la quantità di agenti inquinanti all'interno che – se immessa nell'atmosfera – contribuirebbe all'inquinamento.

Questo tipo di impianti raggiunge la sua efficienza massima se organizzati secondo la logica del ciclo continuo. Questo richiede una costante alimentazione di rifiuti nel processo di combustione. Gli impianti di termovalorizzazione sono tipicamente di grandi dimensioni e possono avere il problema di perdita di efficienza o perdita economica se la maggiore efficienza di altre metodologie di trattamento di rifiuti – quali ad esempio la raccolta differenziata – fanno diminuire il quantitativo di rifiuti in ingresso. Se il quantitativo di rifiuti è insufficiente per alimentare il ciclo continuo questo fa nascere la necessità per questi impianti di procurarsi i

rifiuti anche da aree più distanti per poter alimentare il ciclo. Se da un punto di vista questo comporta il mantenimento degli standard di efficienza dell'impianto, da un altro punto di vista contribuisce a peggiorare l'impatto ambientale del processo di trattamento di rifiuti perché è necessario aggiungere sia il costo necessario per il trasporto, che l'energia utilizzata per il trasporto e le immissioni in atmosfera di gas serra da parte dei vettori che si occupano del trasporto dei rifiuti.

1.3.5 Pirolisi e Gassificazione

La pirolisi è un processo termochimico che consente di recuperare l'energia presente all'interno di rifiuti contenenti carbonio per la produzione di combustibile liquido. Il processo di decomposizione avviene ad elevata temperatura – tra i 300 e i 500 C° – in assenza di ossigeno.

La gassificazione è una variante del processo di pirolisi che sfrutta sempre un processo termochimico ma a temperature più elevate – tra i 900 e 1600 C° – ed in presenza di ossigeno.

I processi di pirolisi e gassificazione, anziché il processo di combustione, sfruttano la reazione chimica di riduzione delle molecole presenti all'interno del rifiuto in molecole più piccole rispetto a quelle originarie. I processi di pirolisi e gassificazione sono più efficienti in termini di percentuale di recupero dell'energia elettrica a partire dai rifiuti se la reazione termochimica avviene in impianti ad alto rendimento. Anche in questo caso i rifiuti vanno trattati in precedenza per eliminare materiali pericolosi o che non possono essere oggetto della reazione di gassificazione.

Rispetto ad un impianto di termovalorizzazione, un impianto che sfrutta questo meccanismo di trattamento dei rifiuti ha solitamente una dimensione minore, può trattare minori quantità di rifiuto, e può essere posizionato nelle prossimità di centri urbani anche di dimensione minore. Questo rende possibile una gestione locale del trattamento dei rifiuti più capillare, evitando la necessità di trasportare i rifiuti per grandi distanze per alimentare grandi impianti di termovalorizzazione che operano a ciclo continuo.

1.3.6 Combustibile da rifiuti

La produzione di combustibile derivato da rifiuti è una tecnologia di smaltimento dei rifiuti che sfrutta le capacità di materiali quali carta, legno, plastica, pelle, gomma, tessuti e altre forme di rifiuto di poter essere utilizzati come combustibile in impianti di generazione di energia

elettrica. Questo tipo di combustibile può essere sostitutivo del combustibile tradizionale per la produzione di energia elettrica (quale il carbone ad esempio), oppure può essere aggiuntivo e bruciato insieme ad altri tipi di combustibile nello stesso impianto.

Il combustibile prodotto dai rifiuti può avere consistenza solida o liquida. La produzione di combustibile liquido sfrutta un processo di spappolamento meccanico in presenza di liquido. La produzione di combustibile solido invece frammenta il rifiuto secco senza il ricorso a componenti liquide.

L'efficienza del combustibile ricavato da questa forma di trattamento di rifiuto dipende fortemente dalle caratteristiche chimico-fisiche del materiale – il rifiuto – che è oggetto del trattamento. Non sono idonei ad essere utilizzati per la generazione di combustibile derivato dai rifiuti né i rifiuti speciali, né i rifiuti pericolosi.

Rispetto alle tecnologie di incenerimento che usano reazioni termochimiche, la produzione di combustibile a partire dai rifiuti richiede solo impianti per il trattamento e la produzione di rifiuti compattati – comunemente denominati ecoballe – mentre la produzione di energia avviene in impianti tradizionali.

1.3.7 Smaltimento in discarica

Per tanto tempo, ed in alcuni casi ed in paesi in via di sviluppo ancora oggi, utilizzata come unica modalità di smaltimento dei rifiuti, lo smaltimento in discarica è una tecnologia utilizzata oggi sulla frazione di rifiuti non pericolosi e che non può essere oggetto di altri trattamenti o di riciclo o riuso. Le moderne discariche sono infrastrutture sofisticate che adottano una serie di soluzioni che rendono possibile lo smaltimento di rifiuto che non può essere valorizzato altrimenti, evitando l'inquinamento del terreno o delle falde acquifere sottostanti la discarica, la contaminazione delle acque meteoriche o di superficie, il rischio di esplosione o combustione spontanea dei rifiuti, la generazione di cattivo odore, l'attrazione di animali ed insetti.

Le discariche contengono quindi infrastrutture destinate all'intercettazione del percolato, alla raccolta e trattamento delle acque meteoriche, e alla ventilazione e raccolta dei gas generati dalla degradazione anaerobica del materiale organico eventualmente presente nella discarica stessa magari derivante da immissioni fatte in passato, quando sia tecnologie che normative lo rendevano possibile.

Nonostante il ricorso alle più moderne tecnologie permetta la realizzazione di discariche nelle quali la produzione di gas e percolato avviene in quantità tollerabili, queste infrastrutture presentano il problema del seppellimento dei rifiuti nel terreno per un periodo di tempo molto lungo. Questo potrebbe teoricamente costituire un vantaggio per il potenziale sfruttamento dei materiali interrati con tecnologie di trattamento e riciclo attualmente non disponibili ma che potranno essere sviluppate in futuro. Da un altro punto di vista tali soluzioni sono comunque percepite come bombe ecologiche che creano un rischio costante per il territorio sottostante – in particolare per le falde acquifere – e per l’ambiente circostante.

Le discariche possono anche essere utilizzate per alimentare un processo continuo di biodegradazione del materiale stoccato funzionando come un reattore chimico o biochimico. Questo tipo di processo è realizzabile tramite il continuo riciclo del percolato che viene captato dal fondo della discarica e reimmesso dall’alto della discarica frammisto ad acqua. Questo processo aumenta l’efficacia della produzione di gas da parte della discarica che può essere captato e riutilizzato come combustibile. In ogni caso questo tipo di processo dipende dalle caratteristiche chimiche del percolato. L’eventuale presenza di sostanze pericolose in concentrazione significativa nel percolato richiede la sua depurazione, con costi che rendono l’intero processo antieconomico.

Lo smaltimento dei rifiuti in discarica è soggetto a specifici vincoli di qualificazione del rifiuto imposti da normative nazionali ed europee. La possibilità di smaltire un rifiuto in discarica dipende dalle sue proprietà fisiche e chimiche e dalla eventuale o meno presenza di sostanze pericolose nel suo percolato.

Circa le proprietà fisiche queste riguardano sia la dimensione che deve essere minore o uguale a quella potenzialmente gestibile dalle macchine utilizzate in discarica per la movimentazione e il trattamento dei rifiuti, che la stabilità strutturale.

Circa le proprietà chimiche, oltre alle caratteristiche che ne determinano la pericolosità del rifiuto, incidono la presenza di agenti che sono in grado di produrre schiuma o cattivo odore, o la presenza di ferro e manganese.

1.3.8 Movimentazione dei rifiuti

I flussi dei rifiuti spesso seguono dei percorsi che superano i confini nazionali o regionali, per essere soggetti ad un trasferimento estero verso Paesi dell’area Euro e Extra Ue.

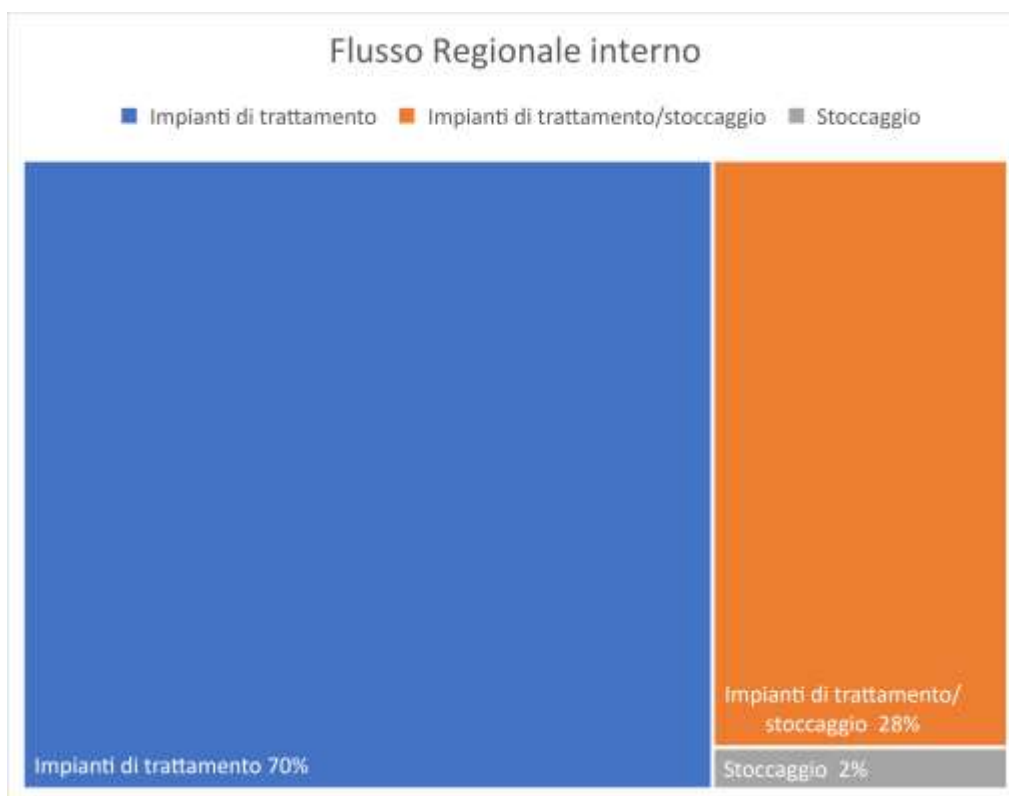
Il ricorso a tale pratica spesso evidenzia le criticità di un sistema che non è autosufficiente nel gestire o trasformare una potenziale ricchezza, generando diseconomie interne espresse in termini di perdita di posti di lavoro, mancato gettito fiscale, perdita di competitività, che si traducono in vantaggio per Paesi esteri.

L'ISPRA individua due principali ambiti in cui si concentra il ricorso alla movimentazione estera, quello del Trattamento finale del rifiuto, come le polveri, le scorie o le ceneri, e quello dei rifiuti recuperabili, assimilabili a legno, vetro, plastiche e metalli. Il quantitativo di rifiuti urbani esportato nel 2017 risulta pari, nel nostro Paese, a 335 mila tonnellate, mentre il livello di rifiuti speciali registrato nell'anno 2016 era prossimo a 3 milioni di tonnellate. I flussi avvengono su tre direttrici principali lo smaltimento (14%), il recupero di energia (39%) ed il recupero di materia (47%). Accanto a tali dati si uniscono quelli sui rifiuti speciali, non pericolosi e quelli pericolosi. Tra i rifiuti non Pericolosi è il recupero di materia che assorbe la percentuale più importante, circa il 91%, con un valore residuale del recupero di energia e dello smaltimento, rispettivamente pari al 7 ed al 2%. I rifiuti pericolosi, al contrario, trovano una destinazione per il 62% allo smaltimento, il 14% al recupero di energia ed il 24% al recupero di materia.

Va sottolineato come tali dati, siano in parte compensati dalle importazioni di rifiuti per attività di riciclaggio.

Accanto ad una movimentazione estera, assistiamo ad una serie di trasferimenti regionali interni. Tale flusso è stimato in 42 milioni di tonnellate annue, con la ripartizione riportata in figura 3. (FISE-ASSOAMBIENTE 2019).

Figura 3. Flusso Regionale interno dei rifiuti



Fonte: Ns elaborazione su FISE-ASSOAMBIENTE 2019.

Ovviamente, la movimentazione stessa del rifiuto genera un impatto ambientale. Il rapporto Ecocerved 2018 individua un allungamento della percorrenza del rifiuto del 17% nel periodo 2012-2016. Stimano infatti una distanza pari a 25 km per un 49% dei rifiuti, un 28% viaggia su una distanza che va tra i 26 ed i 99 Km, mentre il restante 2% compie un percorso superiore ai 100 Km. In totale si calcola una distanza di 1200 MKm circa rispetto al totale di rifiuti prodotti (Fondazione per lo sviluppo sostenibile, FISE UNICIRCULAR, and Unione imprese Economia Circolare. 2018).

Interessante dal punto di vista della movimentazione è il flusso territoriale italiano-estero. All'interno della stessa regione i Mkm percorsi sono pari circa il 348 (29%), all'interno della stessa provincia 131Mkm (11%), all'interno dello stesso comune Mkm 15,1(1%). Rispetto alle Macroaree si registra una movimentazione all'interno della stessa macro-area pari a 525 Mkm percorsi (43%), mentre tra macro-aree diverse la distanza è pari a 471 Mkm (39%). I dati del flusso da/per l'estero incide per il 18%, con 214 Mkm percorsi.

§ 1.4 Il cambiamento di paradigma con la *Circular Economy*

Indirizzare il cammino dell'economia mondiale verso una maggiore sostenibilità è uno degli obiettivi principali delle nuove politiche globali. Tuttavia, non si tratta di un concetto del tutto nuovo: già con la teoria dello sviluppo sostenibile, 20 anni fa, il sistema produttivo veniva chiamato ad uno sforzo per modificare la propria condotta strategica (Bertram 1986; Chen and D.-M., Du 2009; Hofkes 1996). La vera differenza sta oggi nel fatto che ormai questo sforzo è indifferibile, per via della scarsità di risorse, naturali ed economiche, e delle pesanti conseguenze del degrado ambientale. La Circular Economy nasce con l'obiettivo di fare in modo che i sistemi produttivi di tutti i Paesi del mondo riescano a ridurre drasticamente l'impatto delle loro attività sull'ambiente introducendo un nuovo modo di pensare l'economia stessa. La strategia è passare da una economia di tipo Lineare (dalla materia prima al rifiuto) (Zengwei, Jun, and Yuichi 2006; Pauliuk 2018), a una economia di tipo Circolare (Mathews 2011; Geng et al. 2012; Naustdalslid 2014), definite nel Report Towards the Circular Economy implementation: "an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design" (Ellen-MacArthur Foundation 2013).

Seguendo questi approcci si identifica una nuova necessità, ossia quella di restringere la durata delle attività che permettono il riciclo (che attualmente avviene con attività troppo lente rispetto alla dinamicità dei processi produttivi, a questi collegate solo in maniera lasca) e il riuso dei prodotti, riducendo al massimo le lavorazioni e i cambiamenti che un prodotto deve subire per poter essere più rapidamente re-inserito in un ciclo produttivo, aumentando l'efficacia delle attività di riciclo ed evitando la dispersione di parte del potenziale valore (Ma et al. 2014b; Qiao and Qiao 2013).

Gli esempi possibili di applicazioni pratiche di questi approcci sono numerosi: produzione di biogas da scarti alimentari, riutilizzo di plastica per fabbricazione di scarpe e vestiti, ri-lavorazione e riutilizzo di componenti o semi-lavorati, e ovviamente utilizzo di energie pulite e rinnovabili in processi produttivi.

L'interesse per il tema della Circular Economy è diffuso. Nel rapporto della McKinsey si evince che l'economia circolare, solo nel mercato dei prodotti di largo consumo, ha un valore di 700 miliardi di dollari all'anno di risparmi (sempre secondo lo stesso Rapporto, infatti, tra il 60 e l'80% delle risorse viene sprecato al termine del percorso lineare estrazione-produzione-consumo-rifiuto). Tuttavia altre sono anche le ragioni di questo importante rinnovamento che

possono essere sintetizzate in ulteriori tre punti, la tecnologia, i prezzi delle risorse naturali ed il cambiamento nelle scelte di acquisto dei consumatori (Magrini 2013).

1.4.1 Implementare la *Circular Economy*

Oggi esistono non solo le motivazioni relative alla sostenibilità e all'impatto ambientale che suggeriscono di virare ad un paradigma circolare per l'economia, ma esistono, al tempo stesso, anche le condizioni che possono portare ad un pieno sfruttamento delle potenzialità di questo nuovo approccio. Cosa è necessario per far crescere l'economia circolare? L'approccio richiede una visione sistemica con un'attenzione a tre elementi (progettazione di prodotto/processo, modello di business, e comportamento del consumatore), unitamente ad altri fattori abilitanti (quali policy, azioni formative, tecnologia, e strumenti finanziari).

In primo luogo, è necessario uno sforzo per ridurre l'entità delle risorse (sia materiali che energetiche) assorbite nella realizzazione di un prodotto/servizio, aumentando al tempo stesso la possibilità per le stesse di essere riciclate/riutilizzate dopo la conclusione della vita utile del prodotto. Può essere inoltre utile aumentare i cicli di vita dei prodotti riducendone quindi il tasso di ricambio (Pauliuk, Wang, and Müller 2011). Per un reale contributo alla circolarità dei materiali inseriti nei prodotti/servizi occorre un differente approccio alla loro progettazione, che includa la possibilità di riciclo e riutilizzo del prodotto fin dal progetto (Beuren, Gomes Ferreira, and Cauchick Miguel 2013; Mont and Tukker 2006), e preveda l'erogazione dei servizi tramite un mix di elementi/fattori? interrelati facilmente decomponibili e assemblabili in ulteriori configurazioni per erogare servizi innovativi e diversi (Leimeister and Glauner 2008). Esempi di tale approccio già esistono nella realtà. Le fotocopiatrici Xerox sono difatti progettate affinché i loro componenti possano essere rilavorati ed inseriti in altri prodotti. La Habitação Escisi Chemical Co. LTD per fare un altro esempio (<http://www.sekisuichemical.com>) produce case progettate per essere disassemblate. Sono realizzate da componenti modulari che, una volta smontati, sono spediti alla fabbrica per controlli e riparazioni (se necessarie), e sono poi utilizzati per la costruzione di ulteriori abitazioni secondo specifici bisogni dei clienti.

Allo stato attuale si tratta, però, di esempi lungimiranti ma che non denotano un atteggiamento diffuso. In generale, i processi produttivi risultano ancora sotto-utilizzati ed i principi della separazione dei nutrienti tecnici da quelli biologici e l'eliminazione di sostanze tossiche da prodotti e processi produttivi sono poco applicati (Ma et al. 2014a; Jiliang and Junting 2011; X. Li et al. 2011).

Da un approccio di questo tipo sono conseguibili numerosi vantaggi, anche per i produttori: riduzione dei costi e di risorse, massimizzazione dei risultati, generazione di conoscenza e possibilità di utilizzare tale conoscenza per servizi di consulenza, e riutilizzo di prodotti tra diversi servizi (Mittermeyer, Njuguna, and Alcock 2010). Dal punto di vista ambientale esistono ovviamente vantaggi connessi al minor utilizzo di risorse, anche come conseguenza di riduzione di rifiuti, di prodotti con cicli di vita più lunghi, e di riutilizzo e riciclo di materiali e componenti (Baines et al. 2007; M. S. Li et al. 2010).

I processi produttivi devono naturalmente affrontare il problema della riduzione dei rifiuti e dell'impatto ambientale, e della riduzione dell'utilizzo di energia o dello spostamento verso fonti di energia rinnovabile (Brax 2005). Da questo punto di vista un contributo deriva anche dall'integrazione di specifici livelli di servizio nella progettazione e nella realizzazione di prodotti e servizi secondo la logica organizzativa dei sistemi prodotto/servizio (Product Service System) (Beuren, Gomes Ferreira, and Cauchick Miguel 2013). Secondo tale prospettiva le aziende mettono sul mercato un mix di prodotto/servizio indirizzato a soddisfare uno specifico bisogno del cliente, salvaguardando al tempo stesso la sostenibilità della produzione/erogazione del prodotto/servizio (M. B. Cook, Bhamra, and Lemon 2006). In questo approccio i concetti di prodotti de-assemblabili, scomponibili e riconfigurabili sono centrali, al pari del concetto di servitization e dematerializzazione di prodotti e servizi. Anche in questo caso esistono già esempi di applicazione. Sempre la Xerox offre le proprie macchine secondo un modello di servizio basato sul costo per copia e non sul costo per l'acquisto. Electrolux in maniera simile offre lavatrici secondo uno schema di servizio basato sul costo per lavaggio. In una simile modalità organizzativa di un processo produttivo il produttore combina prodotti e servizi in modo da includere nella value delivery anche attività quali la riparazione, ricondizionamento, riciclo e (nel caso) stoccaggio e smaltimento di componenti non riciclabili (Baines et al. 2007). In tale maniera si riduce la produzione di rifiuti e, al contempo, si creano opportunità di mercato.

Questi aspetti, se estesi a livello sistemico e non ad esempi individuali di singole aziende, possono contribuire ad enormi risparmi e vantaggi economici.

L'immediata ricaduta di questo cambiamento è sulle opportunità e sui modelli di business. Sia nel caso dell'adozione di nuovi modelli di progettazione che prevedono il riciclo stretto o breve, che nel caso della combinazione tra prodotti e servizi, nascono conseguenze ed opportunità per la creazione di valore aggiunto e per l'innovazione in prodotti e servizi. Una pletora di scenari diversi si rende possibile, nei quali la proprietà del prodotto rimane al cliente, passa dal cliente

al produttore, o addirittura scomparire perché sostituita da un mix di servizi sono possibili (M. Cook 2004; Tukker 2004). Un primo impatto sul modello di business consiste nel fatto che sia i rifiuti che i prodotti alla fine del proprio ciclo di vita si trasformano in risorse immediatamente riutilizzabili e non più in materiali inerti da stoccare in discarica. Ciò ha conseguenze anche sul comportamento del consumatore che, da un lato, deve riconoscere il valore del prodotto a fine vita, e al tempo stesso deve essere educato e portato a pensare al prodotto con una logica differente da quella del solo possesso finora dominante.

Tra i fattori di contesto che possono avere un ruolo abilitante o facilitante è sicuramente il comportamento del consumatore. È necessario determinare un cambiamento negli stili di consumo, per passare dal possesso all'uso. Se i consumatori sono sempre più consapevoli degli impatti ambientali dei processi produttivi (Manzini, Vezzoli, and Clark 2001; Sakao, Panshef, and Dörsam 2009), tale consapevolezza deve essere generale e innescata da un cambiamento culturale dei consumatori e dei produttori. I consumatori sono abituati ad acquistare e possedere prodotti, meno ad acquistare le loro funzioni e questo influenza (ed è influenzato da) i processi di produzione. Questo aspetto comportamentale è un potenziale ostacolo per la realizzazione della circular economy con i mezzi e gli strumenti già descritti (Rexfelt and Ornäs 2009), sul quale formazione, sensibilizzazione ed incentivi da parte di policy maker possono contribuire molto nel prossimo futuro.

Un secondo aspetto rilevante concerne il ruolo dell'informazione e della conoscenza in questo scenario. Progettazione, produzione, erogazione e consegna sul mercato concernono un significativo scambio di dati, informazioni e conoscenza. Un pieno utilizzo delle tecnologie ICT, insieme alle tecnologie avanzate di processo, può contribuire a migliorare l'efficacia delle strategie della circular economy, anche in relazione alla riduzione dell'impatto di potenziali ostacoli quali la comunicazione con il consumatore (Becker et al. 2009; Boehm and Thomas 2013). Al tempo stesso la progettazione per il riciclo e la de-costruzione, così come la combinazione di prodotti e servizi secondo la logica dei PSS, offre l'opportunità per la creazione e lo sfruttamento di un repertorio significativo di conoscenze, offrendo nuove opportunità all'area di conoscenza che l'Unione Europea ha cercato di stimolare in anni di finanziamenti e di programmi quadro destinati alla ricerca. L'economia circolare potrebbe anche contribuire significativamente all'innovazione scientifica e industriale che produce poi effetti positivi in chiave moltiplicativa sulla ricchezza (Chen and D.-M., Du 2009).

In ultimo, un approccio pieno alla circular economy richiede una prospettiva sistemica, che oltrepassa i confini della singola organizzazione (Frey 2013), e stimola una collaborazione tra soggetti diversi in una logica di decostruzione della catena del valore e di creazione di relazioni di rete (Normann and Ramirez 1993; Stabel and Fjeldstad 1998) che possono anche avere una dinamica locale. Ciò offre nuove opportunità per lo sviluppo di iniziative economiche, anche a livello locale, sfruttando le specificità di ambiti territoriali quali i distretti industriali, o promuovendo la collaborazione tra le aziende a vantaggio del rafforzamento del tessuto produttivo e dell'incremento delle opportunità di mercato, con particolare riferimento al settore terziario.

Seguendo questo approccio si aumenterebbe anche la resilienza dei sistemi produttivi, attualmente fortemente sensibili a fattori geopolitici e/o climatici che possono contribuire a ridurre l'accesso alle risorse creando shock di mercato.

In realtà, diverse multinazionali stanno già affrontato il tema della Circular Economy e stanno lavorando per implementare questo sistema nel loro ambiente produttivo, partecipando anche a iniziative promosse da diverse fondazioni come la Ellen MacArthur Foundation che ha lanciato, tra le tante iniziative, Circular Economy 100. Un raggruppamento di grandi imprese (ad esempio Coca-cola e Ikea) che si stanno impegnando per abbandonare il vecchio sistema produttivo ed abbracciare il nuovo.

1.4.2 Il ruolo dell'Europa

L'Unione europea ha da tempo intrapreso un percorso a supporto della sostenibilità, dell'ambiente, della sicurezza e della salute e ha ripetutamente tentato di trasmettere, direttamente e indirettamente, attraverso i suoi programmi, gli strumenti per una transizione verso un nuovo paradigma di sviluppo, in grado di avviare la spirale di cambiamento competitiva. Un esempio di questo impegno è l'adozione delle politiche di Economia Circolare da parte della Commissione Europea (CE) nel "Circular Economy Package" che, nel 2014, ha incluso "Towards a circular economy: A zero waste program for Europe" e, nel 2015 "Closing the loop – An EU action plan for the circular economy".

Il Piano d'azione europeo per l'economia circolare conteneva le proposte di revisione delle principali Direttive sui rifiuti (la direttiva sui rifiuti – 2008/98/CE – e quella in materia di discariche – 1999/31/CE, la direttiva sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio – 94/62/CE, sui veicoli fuori uso – 2000/53/CE, su pile e accumulatori e rifiuti di pile e accumulatori –

2006/66/CE, sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) – 2012/19/UE.9) finalizzate a progettare in modo ecocompatibile beni e servizi, favorendo la prevenzione, il ricorso alle materie prime seconde, l'allungamento del ciclo di vita dei prodotti (tecnologicamente) in circolazione

E puntando su una minimizzazione delle perdite e sprechi ed orientare i finanziamenti (sia fondi strutturali, sia Horizon 2020) verso il nuovo paradigma sviluppo.

Inoltre, con la sottoscrizione dell'Agenda 2030 e l'Accordo di Parigi sul clima si sta tentando di spingere sempre più la transizione verso un'economia a basse emissioni, puntando sull'efficienza energetica ed ambientale. Tali iniziative sono rivolte al perseguimento di una serie di obiettivi da raggiungere entro il 2030, come la una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra, rispetto ai limiti del 1990; il miglioramento dell'efficienza energetica e rinnovabile (soglie di almeno il 27%) e complessivamente, il conseguimento degli obiettivi fissati nei settori dei trasporti, della gestione dell'acqua e dei rifiuti.

Ricordiamo la costituzione del High-Level Expert Group (HLEG) della Commissione Europea per individuare un panel di esperti per elaborare una serie di raccomandazioni sulla strategia europea della finanza sostenibile, che ha portato come step successivo alla pubblicazione dell'Action Plan Financing Sustainable Growth, che definisce una linea operativa su tre punti cardine:

- Orientare i flussi di capitale verso gli investimenti sostenibili, al fine di ottenere una crescita sostenibile e inclusiva;
- Gestire i rischi finanziari che derivano dal cambiamento climatico, dal degrado ambientale e dalle disuguaglianze sociali;
- Favorire la trasparenza e incoraggiare un approccio di lungo periodo nelle attività economico-finanziarie.

Inoltre, tra le proposte della Commissione troviamo il “Low carbon benchmarks and positive carbon impact benchmarks”, ossia una nuova generazione di indici di riferimento di basse emissioni di carbonio, necessari per contribuire a stimolare gli investimenti in progetti e attività sostenibili, anche rispetto alle imprese che adottano strategie di risparmio energetico. Oppure il “Green supporting factor” con cui la Commissione ha proposto di incorporare i rischi climatici nelle politiche di gestione del rischio delle banche e sostenere le istituzioni finanziarie

che contribuiscono a finanziare progetti sostenibili, con effetti diretti sulle imprese, banche ed assicurazioni.

Il 22 maggio 2018 gli Stati Membri hanno approvato le misure per adeguare la legislazione dell'Unione alla normativa sui rifiuti, sancendo in questo modo un'unione politica più vicina ai principi dell'economia circolare. Con il pacchetto sui rifiuti si introducono nuovi valori soglia per il riciclo e la raccolta differenziata ed il conferimento dei rifiuti in discarica.

Gli obiettivi di riciclo seguono una progressione che va dal 55% entro il 2025, per arrivare al 60% del 2030 ed al 65% nel 2035. Crescono gli obiettivi di riciclaggio dei rifiuti di imballaggio, come plastica, legno carta e cartone, alluminio, vetro e metalli ferrosi. La raccolta differenziata dovrà, entro il 2022 prevedere una raccolta separata dei rifiuti domestici pericolosi, entro il 2023 i rifiuti organici ed entro il 2025 quelli tessili.

Rimangono tuttavia alcune criticità relative alla disciplina ed alla gestione dei sottoprodotti. Sebbene con il decreto del 13 ottobre 2016 n. 264 l'Italia è intervenuta con il "Regolamento recante criteri indicativi per agevolare la dimostrazione della sussistenza dei requisiti per la qualifica dei residui di produzione come sottoprodotti e non come rifiuti". Permangono dal punto di vista operativo ancora molti problemi interpretativi ed applicativi su come attuare politiche di simbiosi industriali per la valorizzazione di sottoprodotti che non siano considerati rifiuti.

2. Analisi di contesto (a cura di Unindustria)

§ 2.1 Produzione dei rifiuti urbani nella Città di Roma

Secondo i dati pubblicati da ISPRA nel Rapporto Rifiuti Urbani - Edizione 2018, nel Lazio, nel 2017, sono state prodotte 2,972 milioni di tonnellate di rifiuti urbani, di cui 1,35 milioni raccolti in modo differenziato (45,5%), 1,61 milioni raccolti in modo indifferenziato e circa 10 mila tonnellate di ingombranti raccolti e avviati a smaltimento. Nel complesso la produzione Pro-capite di rifiuti Urbani nel 2017 (rispetto ad una popolazione di riferimento pari a 5,896 milioni) è stata di 504 Kg/abitante annuo. Allo stesso tempo la quota pro capite di raccolta differenziata, nello stesso anno, è stata di 229,4 Kg per abitante.

In generale il quadro che appare è migliorato rispetto alla rilevazione ISPRA dell'anno precedente, con una riduzione che si attesta attorno alle 53 mila tonnellate. Se confrontiamo il dato con l'anno 2015 la riduzione è pari a 189 mila tonnellate, che si traducono in una riduzione Pro capite di Rifiuti Urbani di 79,5 kg/abitante, ed un incremento di 86,9 kg/abitante della produzione di rifiuti Differenziati.

Tabella 8. Produzione di rifiuti Regione Lazio

Anno	2013	2014	2015	2016	2017
Popolazione	5.870.451	5.892.425	5.888.472	5.898.124	5.896.693
RU totale in milioni (tonnellate)	3.161	3.082	3.023	3.025	2.972
Pro capite RU (kg/ab*annuo)	583,5	523,1	513,4	513,0	504,0
Pro capite RD (kg/ab*annuo)	142,5	171,2	192,6	217,3	229,4

Fonte: Elaborazione su dati ISPRA 2018

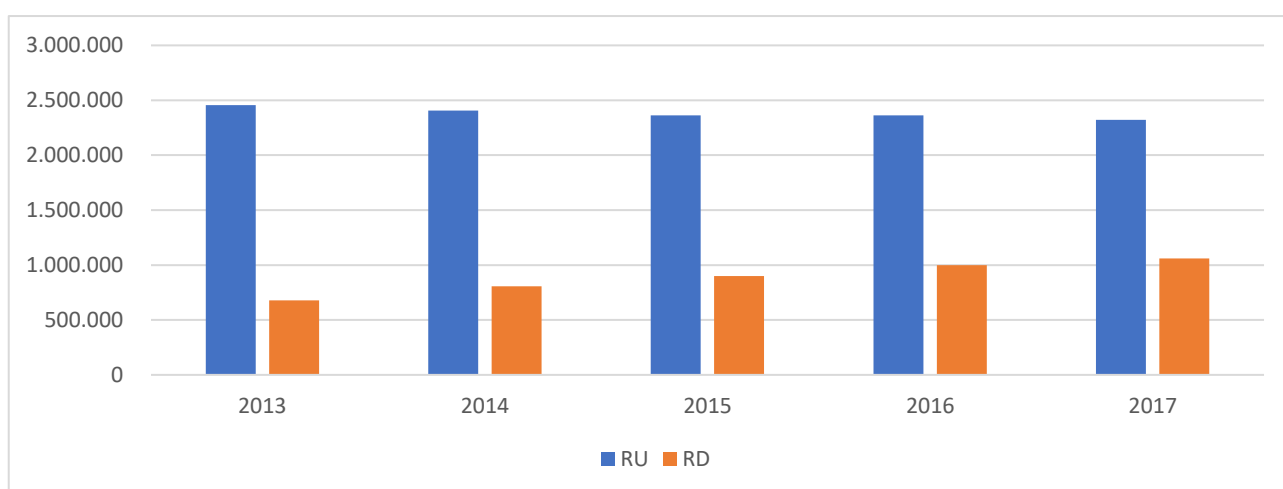
Spostando il focus sul dato provinciale della Regione Lazio, è possibile notare come Roma mantenga un primato sul livello di produzione pro capite di Rifiuti urbani, pari a 532 kg/abitante-anno, rispetto alla provincia più virtuosa, quella di Frosinone, che fa registrare un consumo pro capite di 362 kg/abitante-anno. Il dato comparato con l'anno precedente (Rapporto ISPRA 2017) vede un miglioramento nella produzione pro capite di rifiuti di 38,5 nella provincia di Roma di (542,5 kg/abitante-anno)

In valore assoluto la produzione totale di RU della provinciale di Roma si attesta attorno al 77% della produzione totale regionale.

La produzione differenziata di rifiuti nella provincia romana pesa sul totale di rifiuti urbani prodotti con una quota del 45,68% . Rispetto a tale valore, la produzione pro capite di RD prodotti nella provincia è di 243,2 kg/abitante-anno, anche questo dato superiore al dato totale della Regione Lazio, che si afferma attorno ai 231 kg/abitante-anno.

Nel 2017, rispetto all'anno precedente, la variazione percentuale dei RU totali fa registrare un miglioramento esiguo, del 1,78% circa.

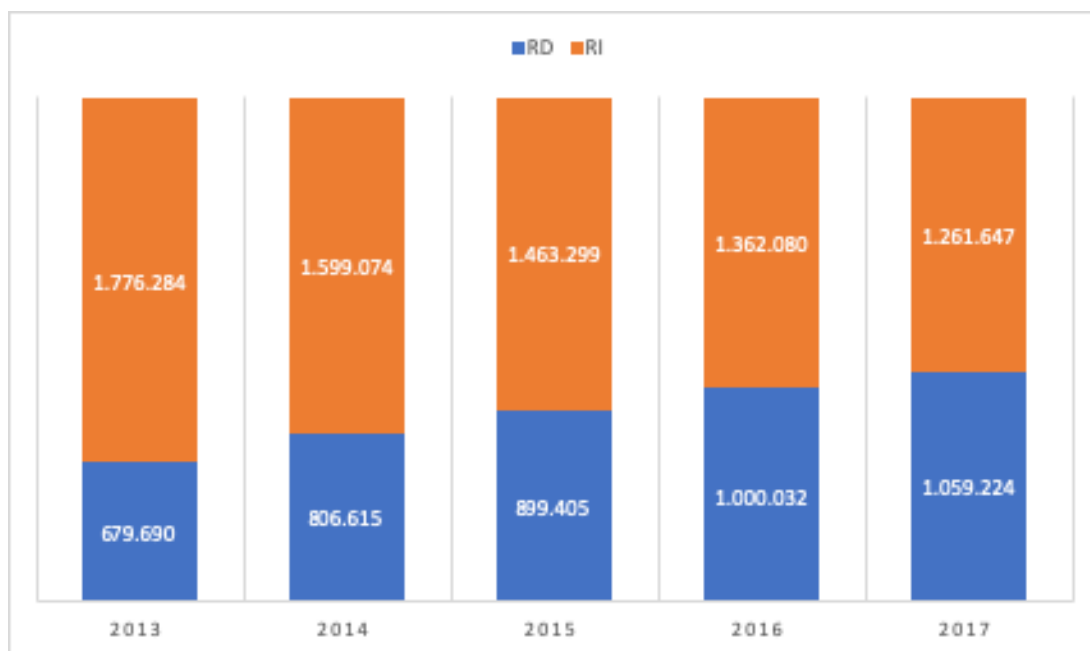
Figura 4. Andamento produzione RU e RD nella Città Metropolitana di Roma



Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

La figura 4 mostra l'andamento della produzione dei rifiuti urbani e differenziati nel periodo 2013-2017. Dal grafico appare chiaramente la progressiva riduzione, anche se contenuta, di un miglioramento, in valore assoluto della produzione totale di rifiuti urbani. D'altra parte, si nota il costante incremento assunto dai rifiuti differenziati. La seguente figura 5 evidenzia il rapporto tra RU e RD, considerando la quota eccedente di rifiuti differenziati come indifferenziata.

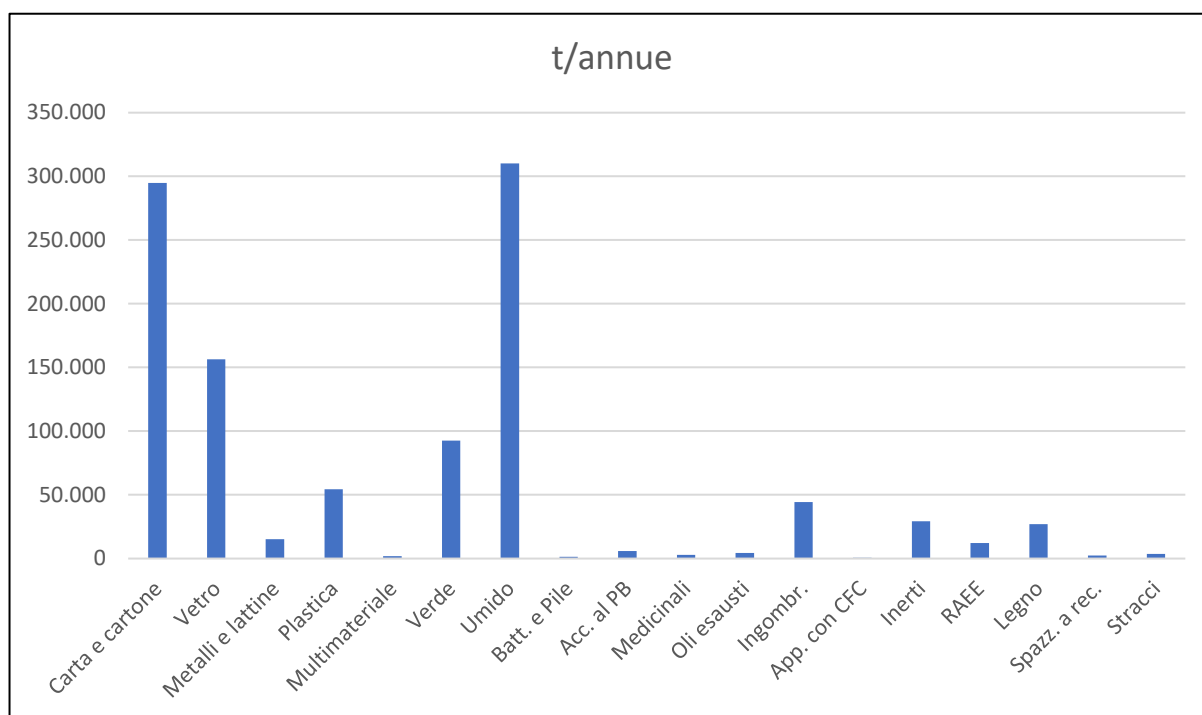
Figura 5. Rapporto RI e RD nella Città Metropolitana di Roma



Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

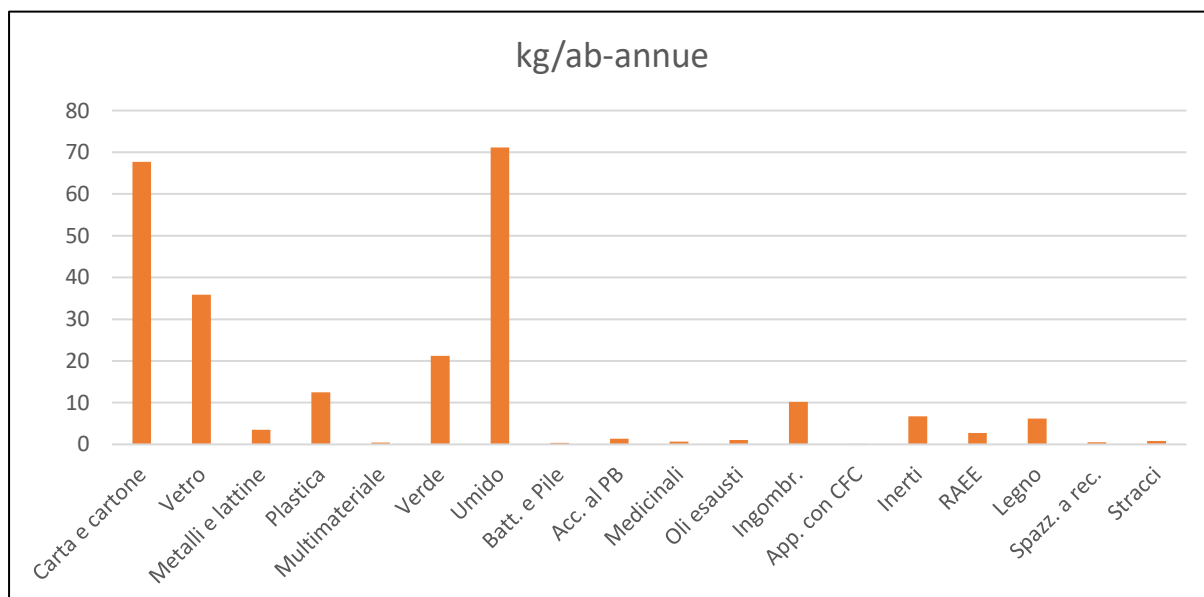
Dall'analisi di dettaglio dei rifiuti differenziati nella Città Metropolitana di Roma, secondo una ripartizione per tonnellate annue prodotte e produzione pro capite kg/abitante-anno (fig. 6 e 7), è possibile notare come i livelli più alti si concentrino nella percentuale di umido (310.089t), carta e cartone (294.742t), seguita dalla raccolta di vetro (156.362t). La raccolta di plastica risulta pari a 54.365t, con una quota pro capite di 12,48 kg annue, per un valore totale nel territorio pari a 54 mila tonnellate annue.

Figura 6. Dettaglio t/annue RD 2017



Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

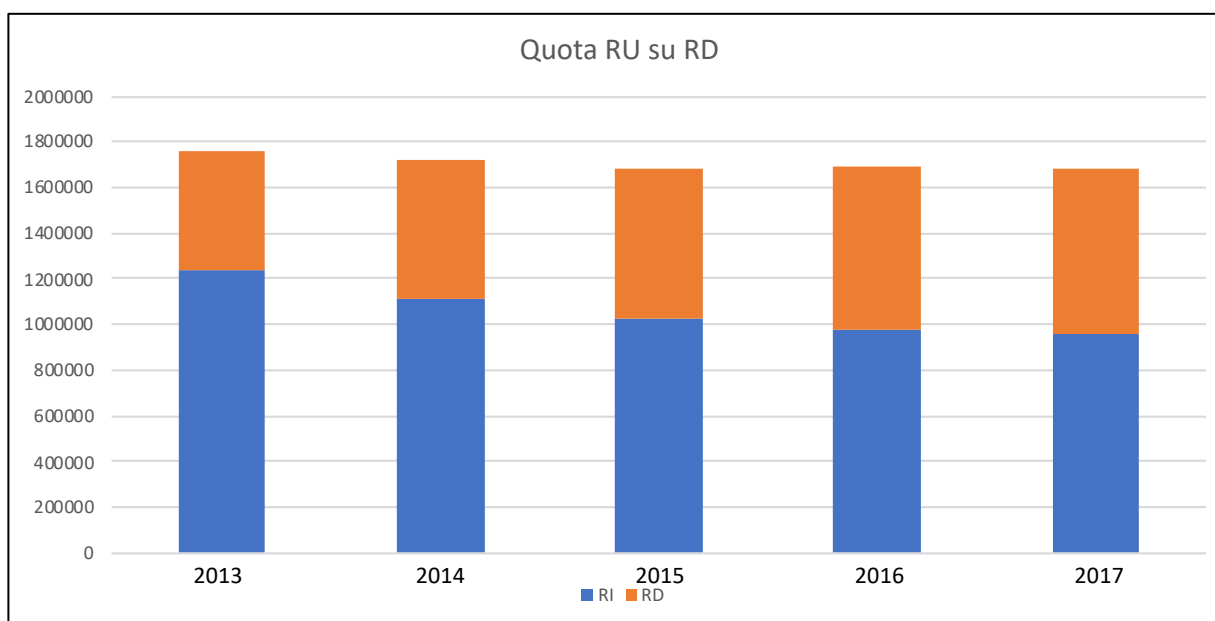
Figura 7. Dettaglio pro capite kg/ab-annue RD 2017



Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

Passando dalla città Metropolitana al Comune di Roma, il trend di produzione dei rifiuti migliora nell'arco dei 5 anni, ma appare sostanzialmente stabile negli ultimi tre anni. Al contrario la quota di raccolta differenziata aumenta progressivamente. Nel 2017 raggiunge il 45,6 %, dato più alto nei 5 anni di riferimento (Figura 8).

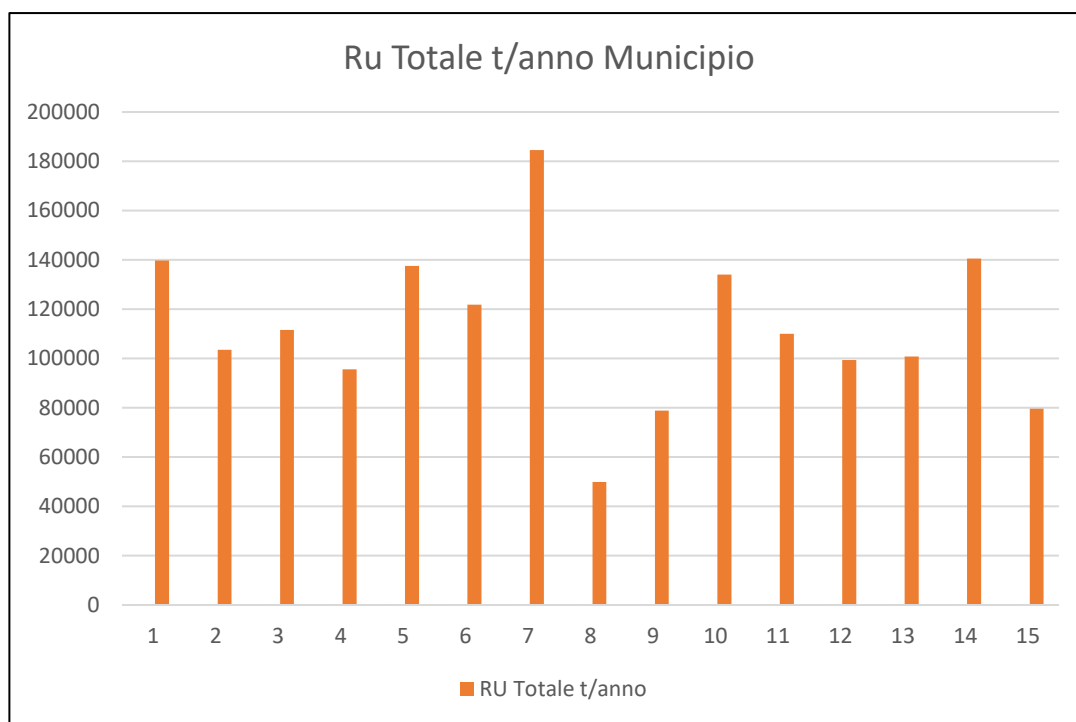
Figura 8. Quota di Rifiuti differenziata su Totale Rifiuti Urbani



Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

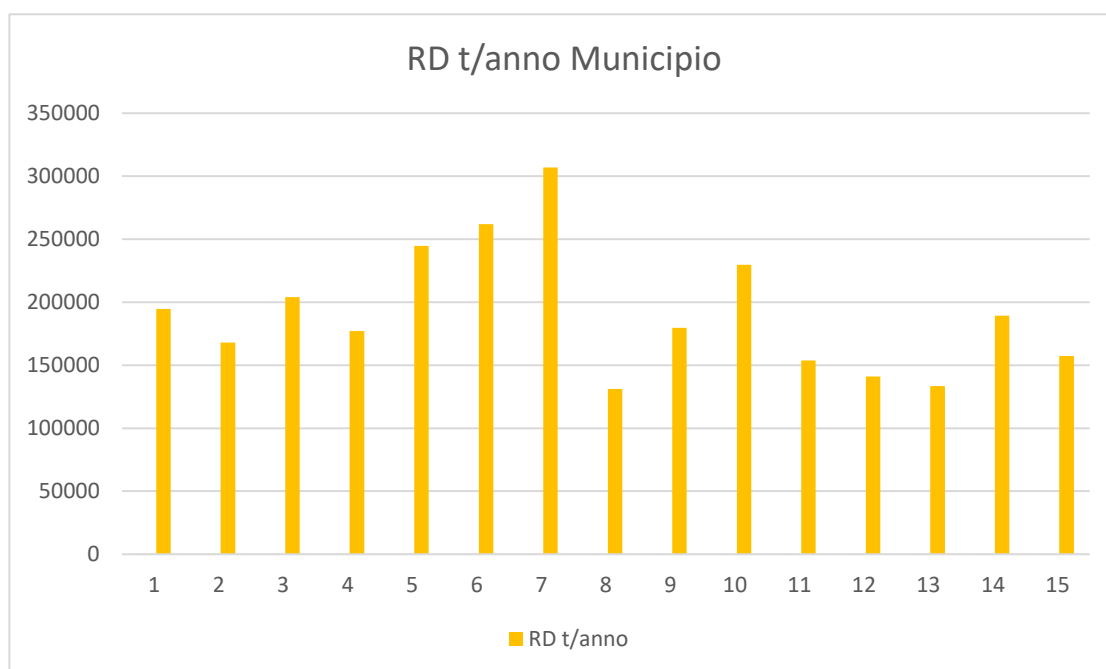
Una successiva classificazione può essere condotta sulla base dei dati relativi al Comune di Roma, distribuiti per singolo municipio. Dalla figura 9 si evince come la ripartizione dei Rifiuti Urbani si concentri maggiormente nel Municipio 7. Guardando il dato espresso in Figura 10 ci accorgiamo come il medesimo Municipio abbia il livello più alto di Raccolta Differenziata, anche se va considerata l'alta densità della popolazione (306mila abitanti).

Figura 9. RU Totale t/anno nei Municipi del Comune di Roma



Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

Figura 10. RD Totale t/anno nei Municipi del Comune di Roma



Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

§ 2.2 Gestione dei rifiuti urbani nella Città di Roma

2.2.1 Compostaggio

La Tabella 9 riporta l'elenco degli impianti di compostaggio localizzati nella Città Metropolitana di Roma, operativi nel corso dell'anno 2017.

In totale sono presenti 10 unità in esercizio, dotate di una capacità autorizzata (Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019) di circa 160 mila tonnellate. Le quantità complessivamente destinate alla fase di Compostaggio si attestano attorno alle 57 mila tonnellate. Di queste il 14,9% è rappresentato dal FORSU (frazione organica di rifiuti solidi urbani), il 69,9% riguarda il verde e la restante percentuale, il 15,2%, da altri rifiuti⁴. La frazione organica (umido + verde), pari ad oltre 39 mila tonnellate, rappresenta l'84,8% del totale trattato.

Tabella 9. Impianti di compostaggio operativi nel 2017 nella Città Metropolitana di Roma e quantitativi di rifiuti trattati

Comune	Quantità autorizzata [t]	Frazione organica (200108) [t]	Verde (200201) [t]	Totale RU [t]	Fanghi [t]	Altro [t]	Totale [t]
Anguillara Sabazia	30000	0	1932	1932	0	60	1992
Fiumicino	30000	8496	1519	10015	0	8462	18477
Fonte Nuova	825	0	372	372	0	46	417
Ladispoli	nd	0	2680	2680	0	0	2680
Roma	2000	0	250	250	0	10	260
Roma	1700	0	1246	1246	0	0	1246
Roma	29000	0	5658	5658	0	54	5712
Roma	28800	0	7287	7287	0	0	7287
Roma	30000	0	17036	17036	0	0	17036
Roma	7500	0	1799	1799	0	0	1799
Tot.	159825	8496	39778	48274	0	8632	56906

Fonte: Elaborazione su dati ISPRA e Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019.

⁴ rifiuti dei mercati, rifiuti di carta, cartone, legno, rifiuti provenienti da comparti industriali (agroalimentare, tessile, carta, legno), rifiuti da trattamento aerobico e anaerobico dei rifiuti

Accanto a tali impianti di compostaggio, vanno considerati anche quelli della provincia di Viterbo, Latina e Frosinone, che sebbene si trovino al di fuori del territorio Metropolitano, contribuiscono ad accogliere i rifiuti provenienti dalla Città di Roma. In generale, il totale di rifiuti trattati da questi impianti risulta pari a t 174.233, rispetto ad una quantità autorizzata di t 259.500.

Il flusso dei rifiuti prodotto dagli impianti di compostaggio del Lazio segue una successiva lavorazione o smaltimento in impianti presenti all'interno della Regione. Si veda ad esempio Roccasecca, Castelforte, Patrica, Frosinone, Civita Castellana, Ceccano, S. Marinella, dove avvengono lavorazioni che vanno da impianti di depurazione, trattamento meccanico e smaltimento in discarica; per arrivare ad impianti localizzati in Toscana, Marche, Lombardia, Molise, Marche, Abruzzo, Emilia-Romagna, Friuli e Campania, che oltre ad offrire i servizi proposti all'interno della Regione Lazio, si occupano anche del recupero di energia e di materia.

Rispetto ai codici CER 200108 (rifiuti biodegradabili di cucine e mense), 200201 (rifiuti biodegradabili) e 200302 (rifiuti dei mercati) la quantità di rifiuti organici trattati in impianti di compostaggio del Lazio, risulta rispettivamente pari a 117.018 t, 76.100 t e 9.884 t (PRGR).

Il solo codice 200108, proveniente dal Comune di Roma, segue un trattamento fuori regione (Friuli-Venezia Giulia, Veneto) presso impianti di trattamento biologico per un totale di 146.858 t. Il Codice 200201 viene destinato alle regioni Emilia-Romagna, Lombardia, Sardegna, Toscana, Umbria, per un totale di 355t. l'ulteriore codice 200302 destinato alla Regione Friuli-Venezia Giulia e Veneto per un totale di 18.626 t.

2.2.2 Impianti di incenerimento

Nel Comune di San Vittore del Lazio (FR) è presente l'unico impianto attivo di incenerimento per la Regione Lazio.

L'impianto di San Vittore riceve i rifiuti che provengono dalla Regione Lazio a seguito di Trattamento Meccanico Biologico (TMB) che produce una quantità pari 345 mila tonnellate. (Rapporto ambientale Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Regione Lazio, 2019). Di tale ammontare, l'impianto ha trattato 62.798 t di Ceneri pesanti, ceneri leggere e scorie pericolose ([190111, 190113, 190115]; 6.371 t di Rifiuti da processi di abbattimento fumi (190105, 90107, 190110, 190117). Il recupero energetico è stato pari a 300mila MWh (ISPRA, 2018).

La polifunzionalità di questo impianto, utilizzabile anche per il trattamento dei fanghi di depurazione delle acque reflue, si riduce al trattamento esclusivo dei rifiuti provenienti da TMB.

Presso il Comune di Colleferro, erano attivi due termovalorizzatori, autorizzati al trattamento di circa 200.000 tonnellate di rifiuti, che oggi sono chiusi per effetto di un intervento di riconversione degli impianti.

2.2.3 Trattamento meccanico-biologico

Nel 2017 gli impianti di trattamento meccanico biologico aerobico hanno lavorato circa 10,8 milioni di tonnellate di rifiuti, provenienti per lo più da rifiuti urbani indifferenziati (88,0%) (ISPRA, 2018).

Sull'intero territorio Nazionale gli impianti operativi censiti, nel 2017, erano 130, comprensivo di 34 impianti che effettuano trattamento meccanico di rifiuti indifferenziati (ISPRA, 2018).

Nel Lazio sono presenti 7 impianti di trattamento meccanico biologico: AMA (Rocca Cencia), E.Giovi (Malagrotta 1), E.Giovi (Malagrotta 2), RIDA Ambiente srl, SAF spa ed ECOLOGIA VITERBO srl. Non risultano in esercizio gli impianti di Pontina Ambiente srl, Ambiente Guidonia srl, allo stesso modo quello di AMA (via Salaria) non è più attivo a causa dell'incendio del giorno 11 Dicembre 2018. Nel 2017 gli impianti hanno trattato circa 1,300 milione di tonnellate di rifiuti indifferenziati. Allo stesso tempo una cospicua parte di rifiuti è stata trattata fuori regione (40 mila t) per effettuare lavorazioni legate a Trattamento meccanico biologico, recupero di energia, messa in riserva o per lo smaltimento in discarica.

I rifiuti prodotti dagli impianti TMB di Roma sono stati pari a 592 mila tonnellate (2017), con l'esclusione di quelli trattati nell'impianto TMB salario che per una quantità di 155 mila tonnellate nello stesso periodo. Quantità che ha ridimensionato la distribuzione dei rifiuti, come già indicato, a seguito dell'incendio che ha fatto cessare l'attività di lavorazione. L'eccedenza che si è venuta a creare è stata gestita trasferta del rifiuto indifferenziato nelle altre provincie del Lazio, fuori regione ed all'estero (Austria).

2.2.4 *Trattamento meccanico*

Nella Città Metropolitana di Roma Capitale, nel 2017, erano presenti 3 impianti di trattamento meccanico, rispetto ai 5 impianti localizzati nella Regione Lazio. Nella Città Metropolitana di Roma sono presenti due impianti, uno nel comune di Pomezia, uno nel Comune di Castelforte (LT) ed uno in quello di Viterbo (VT) (anche se annesso all'impianto di Trattamento Biologico) (Linee strategiche Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio, 2019).

Il documento riguardante le linee strategiche della Regione evidenzia il quantitativo di tonnellate trattate in tali impianti, pari a circa 363 mila tonnellate. Il 47,5% del trattamento meccanico deriva da rifiuti urbani indifferenziati (CER 200301), 15,% di rifiuti pretrattati, 7,% di altri RU ed il 30,5% caratterizzato da rifiuti speciali. Le quantità autorizzate per tali impianti risulta pari a 781.620 tonnellate/anno di rifiuti. Inoltre, si evidenzia come la gestione finale del rifiuto nel comune di Roma sia soggetta a trattamenti fuori regione. Difatti, gli impianti di trattamento meccanico nel Comune di Roma destinano il 66% dei rifiuti ad impianti fuori regione, solamente una minima parte è costituita da frazioni destinate al riciclaggio (Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio Linee Strategiche). A livello regionale il peso della ripartizione in uscita dell'output degli impianti di trattamento meccanico è ripartito, per l'anno 2017, su impianti di gestione extraregionali per il 34%, altri impianti regionali per il 19%, in discarica fuori regione per il 19%, all'interno di discariche regionali 25%, ed una quota del 3% destinata all'estero.

2.2.5 *Discarica*

Nella Regione Lazio, i rifiuti urbani non pericolosi conferiti in discarica per lo smaltimento sono stati pari a 335 mila tonnellate. Tali rifiuti sono stati oggetto di un precedente Trattamento Meccanico Biologico o Trattamento Meccanico. Le società che gestiscono le discariche nella Regione Lazio sono localizzate nei Comuni di Roccasecca, Albano Laziale, Colleferro e Viterbo. Gestite rispettivamente dalle società MAD S.R.L., PONTINA AMBIENTE S.R.L., LAZIO AMBIENTE SPA ed ECOLOGIA VITERBO S.R.L. (anno 2017). Il volume autorizzato per queste discariche è pari a 5,522 milioni di m³. Alla fine del 2017 la capacità residua era pari a 773 mila m³. I dati sui rifiuti urbani e speciali smaltiti in discarica non risultano disponibili, con l'eccezione di quelli della discarica del Comune di Roccasecca che quantifica i soli rifiuti speciali pari a 3153 t/a (ISPRA, 2018). La percentuale di rifiuti urbani

prodotti nella Regione e smaltiti in discarica nello stesso territorio si attesta attorno all'11%, dato che si riduce di due punti percentuali rispetto all'anno precedente.

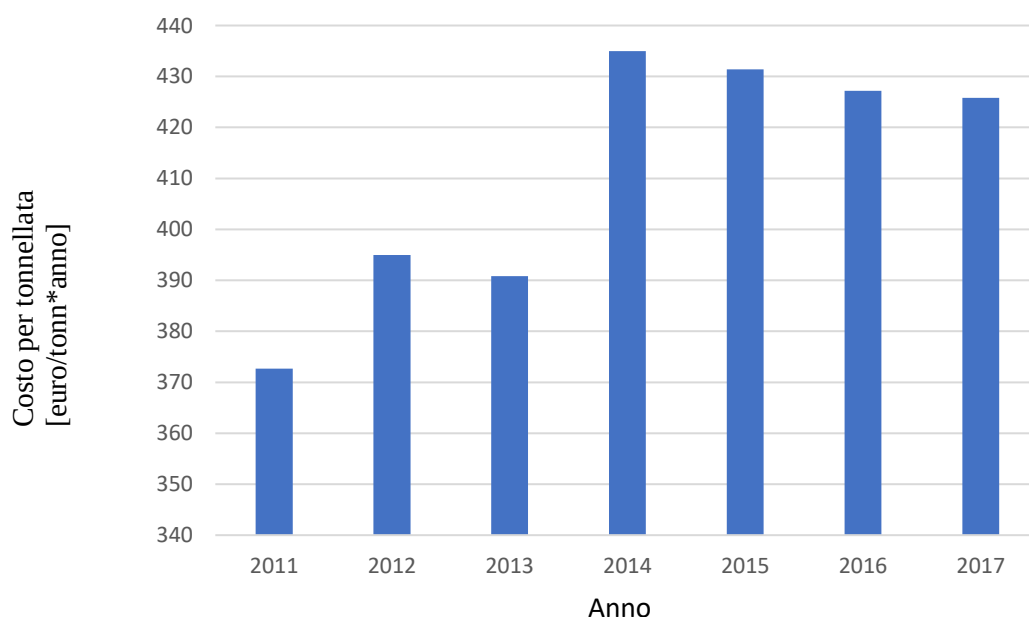
§ 2.3 Costi di gestione dei rifiuti urbani nel Comune di Roma

Secondo gli ultimi dati ufficiali, nel 2017, il Comune di Roma ha speso circa 718 milioni di euro per la gestione dei rifiuti urbani, con un costo a tonnellata di 425,8 euro. In tabella 10 ed in figura 12 è riportato l'andamento dei costi dal 2011 al 2017. Come si evince dai dati, si è passati da 390,8 euro a tonnellata nel 2013, a 435 euro nel 2014, un incremento dell'11%, a causa della chiusura della discarica di Malagrotta.

Tabella 10 - Andamento dei costi medi di gestione, per chilogrammo di rifiuto, del comune di Roma

	Anni						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
% RD	23,5	24,6	29,1	35,3	38,8	42,0	43,2
Costi di gestione RU indiff. [Euro/ton*anno]	165,9	171,7	207,4	238,7	234,9	240,8	266,0
Costi di gestione RU diff. [Euro/ton*anno]	204,5	251,6	165,5	270,3	274,0	287,0	265,7
Costi totali di gestione del servizio [Euro/ton*anno]	372,7	395,0	390,8	435,0	431,4	427,2	425,8

Figura 12 - Andamento dei costi medi di gestione, per chilogrammo di rifiuto, del comune di Roma



In tabella 11 ed in figura 13 sono riportati, invece, gli andamenti dei costi pro capite. Nel 2017, il costo è stato di 250,1 euro per abitante.

Nella tabella 17 ed in figura 9 è riportato un confronto tra il costo pro capite della gestione di rifiuti di Roma con quello delle principali città italiane.

Tabella 11 - Andamento dei costi medi pro capite di gestione dei rifiuti urbani del comune di Roma

	Anni						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Popolazione [abitanti]	2617175	2638842	2863322	2872021	2864731	2873494	2872800
Costi di gestione RU indiff. [Euro/ab.*anno]	85,8	85,4	90,1	92,7	84,3	82,1	88,7
Costi di gestione RU diff. [Euro/ab.*anno]	32,4	40,7	29,5	57,2	62,4	70,9	67,4
Costi totali di gestione del servizio [Euro/ab.*anno]	252,0	260,4	239,5	260,8	253,2	251,2	250,1

Figura 13 - Andamento dei costi medi pro capite di gestione dei rifiuti urbani del comune di Roma

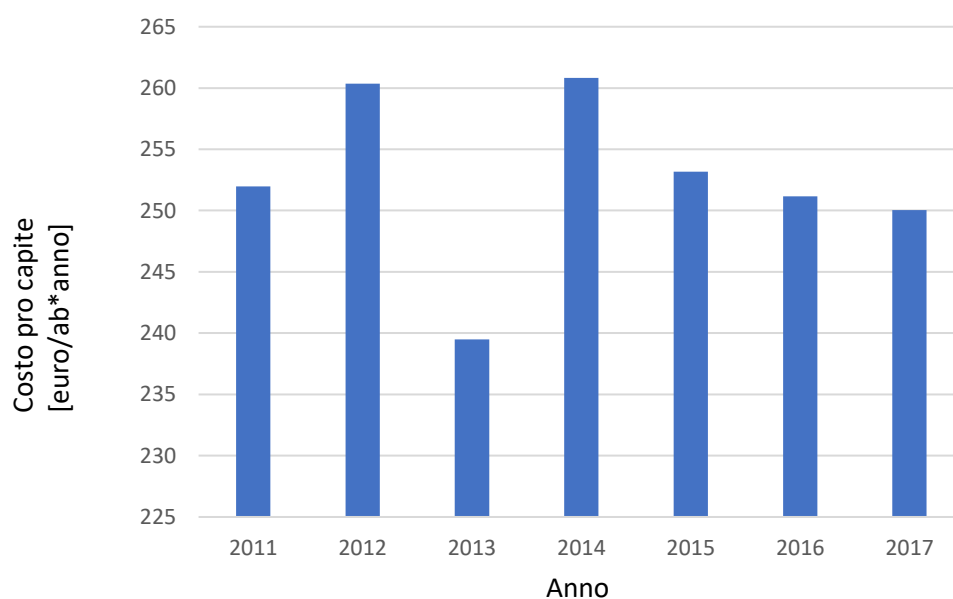
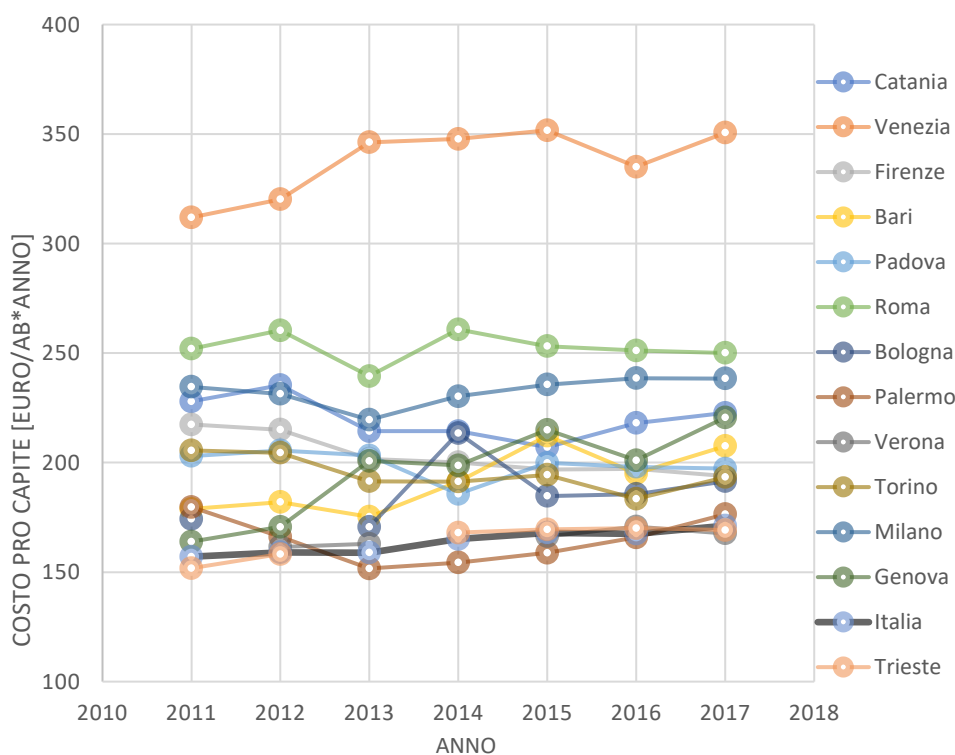


Tabella 12 - Andamento dei costi medi pro capite di gestione dei rifiuti urbani per le principali città italiane

Città	Anni						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Costi medi pro capite di gestione dei rifiuti urbani [euro/ab*anno]						
Catania	228	235	214	214	207	218	223
Venezia	311,9	320,2	346,2	347,8	351,7	335,1	350,6
Firenze	217,4	215,0	201,7	200,1	196,8	197,1	193,9
Bari	178,8	181,9	175,2	191,3	212,3	195,0	207,5
Padova	203,01	205,51	203,27	185,71	199,89	198,08	197,26
Roma	252,0	260,4	239,5	260,8	253,2	251,2	250,1
Bologna	174,22		170,64	213,5	184,72	185,61	191,49
Palermo	179,72	166,11	151,67	154,33	158,81	165,82	176,44
Verona		161,48	162,87		166,31	170,77	167,62
Napoli					220,71		238,65
Torino	205,56	204,5	191,44	191,35	194,37	183,45	193,4
Milano	234,6	231,35	219,56	230,26	235,58	238,5	238,38
Genova	163,94	170,66	200,76	198,7	214,92	201,03	220,56
Media Italiana	157,04	159	158,86	165,09	167,97	167,47	171,19
Messina	167,93						
Trieste	151,79	158,22		167,99	169,44	170,09	169,17

Figura 14 - Andamento dei costi medi pro capite di gestione dei rifiuti urbani per le principali città italiane



§ 2.4 Nuovo Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio: le Linee Guida

Il 31 gennaio 2019 la Regione Lazio ha approvato le “Linee guida del Piano di gestione dei rifiuti”, redatte dalla “Direzione regionale politiche ambientali e ciclo dei rifiuti”. Le Linee guida porteranno alla redazione del nuovo Piano di gestione dei rifiuti, che sostituirà quello attualmente vigente e approvato con Delibera di Consiglio Regionale n. 14/2012. Il sistema attuale di gestione dei rifiuti urbani nel Lazio si basa sull'utilizzo di impianti di TMB che effettuano un trattamento sul rifiuto urbano indifferenziato, producendo di fatto due linee di scarto destinate da una parte alla discarica e dall'altra alla valorizzazione energetica dello scarto secco prodotto.

L'aggiornamento del Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio, permetterà alla Regione di dotarsi di uno strumento di pianificazione aggiornato ed adeguato al mutato quadro normativo europeo, ai mutamenti economici, sociali e tecnologici, tenuto conto dei dati aggiornati sulla produzione dei rifiuti e del fabbisogno impiantistico all'interno dei cinque ambiti provinciali.

Le Linee Guida ed il futuro Piano di gestione dei rifiuti si inquadrano all'interno delle seguenti norme:

➤ Il Pacchetto Europeo sull'economia circolare

Trae origine dalla Comunicazione 398 del 2/07/2014 dal titolo “Towards a circular economy: a zero waste programme for Europe” ed individua una serie di misure per aiutare le imprese e i consumatori europei a compiere la transizione verso un'economia più forte e più circolare, in cui le risorse siano utilizzate in modo più sostenibile, adottando un sistema economico pensato per potersi rigenerare da solo. Il prodotto, infatti, giunto alla fine del suo ciclo d'utilizzo, è pronto per essere trasformato nuovamente in altri prodotti, puntando innanzitutto all' Ecodesign per favorire il remanufacturing, cioè una nuova metodologia di progettazione dei beni per garantire maggiore durevolezza, riparabilità ed una diminuzione nella intensità d'uso delle risorse o alla terziarizzazione, ovvero l'offerta di servizi in luogo di prodotti. Il pacchetto stabilisce inoltre due obiettivi comuni per l'Unione europea: il primo è il riciclo di almeno il 55% dei rifiuti urbani entro il 2025 quale quota destinata a salire al 60% entro il 2030 e al 65% entro il 2035, rendendo obbligatoria la raccolta dell'organico entro il 2023. Il secondo obiettivo è il riciclo del 65% dei rifiuti

di imballaggi entro il 2025 (quota che sale al 70% entro il 2030) con obiettivi diversificati per materiale, come illustrato nella seguente tabella:

Materiale	Entro il 2025	Entro il 2030
Tutti i tipi di imballaggi	65%	70%
Plastica	50%	55%
Legno	25%	30%
Metalli ferrosi	70%	80%
Alluminio	50%	60%
Vetro	70%	75%
Carta e cartone	75%	85%

Le nuove direttive europee stabiliscono un obiettivo vincolante di riduzione dello smaltimento in discarica. Entro il 2035 al massimo il 10% del totale dei rifiuti urbani potrà essere smaltito in discarica. L'azione di indirizzo e di pianificazione delle Regioni, come indicato dall'UE, è strategico al fine di dare segnali chiari agli operatori economici e alla società in generale sulla via da seguire per quanto concerne gli obiettivi a lungo termine in materia di rifiuti, nonché nel predisporre una vasta serie di azioni concrete e lungimiranti, tali da stimolare gli investimenti e creare condizioni di concorrenza uniformi, assicurando condizioni favorevoli per l'innovazione ed il coinvolgimento di tutti i portatori di interesse.

➤ **Le nuove *best available techniques* (BAT)**

Le conclusioni sulle *best available techniques* (BAT) forniscono alle autorità nazionali le basi tecniche per stabilire le condizioni in base alle quali rilasciare l'autorizzazione agli impianti di trattamento rifiuti.

Se l'obiettivo principale di queste conclusioni risulta la riduzione delle emissioni prodotte dagli impianti di trattamento rifiuti, vengono anche disciplinate altre questioni ambientali, come l'efficienza energetica, efficienza delle risorse (consumo di acqua, riutilizzo e recupero dei materiali), prevenzione degli incidenti, rumore, odore e gestione dei residui.

La decisione di esecuzione (ue) 2018/1147 della commissione del 10 agosto 2018, contiene 53 singole conclusioni sulle BAT, di queste 24 si applicano al settore nel suo insieme e 29 si applicano agli impianti di trattamento dei rifiuti e riguardano i trattamenti meccanici, biologici e fisico-chimici ed il trattamento dei rifiuti liquidi a base acquosa. Interessati da queste nuove disposizioni anche lo stoccaggio temporaneo di rifiuti e gli

impianti di trattamento delle acque reflue indipendenti, la cui quota principale di effluenti trattati proviene da impianti di trattamento dei rifiuti.

Gli impianti esistenti (vale a dire quelli autorizzati prima della pubblicazione delle conclusioni sulle BAT sulla GUCE) hanno quattro anni per conformarsi ai nuovi standard. Le nuove attività produttive in questo settore, invece, devono soddisfare immediatamente i nuovi requisiti.

Per le emissioni atmosferiche, le conclusioni sulle BAT fanno riferimento ad una serie di tecniche come la copertura di apparecchiature per ridurre le concentrazioni di inquinanti emessi nell'aria. I livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili (Emission levels associated with the best available techniques, BAT-AEL) riguardano le polveri, i composti organici volatili totali, l'ammoniaca, l'acido cloridrico, il mercurio, i clorofluorocarburi e l'odore.

Per le emissioni nell'acqua, le conclusioni sulle BAT si concentrano sulle tecniche per massimizzare il risparmio idrico e ottimizzare l'uso dell'acqua, compreso il suo ricircolo e il suo riutilizzo, nonché la separazione dei flussi di acque reflue in base al loro contenuto di sostanze inquinanti.

➤ **Normativa nazionale**

- D.Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36 “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;
- D.Lgs del 3 aprile 2006 n.152 e s.m.i “Norme in materia ambientale”;
- D.M. 29 gennaio 2007 “Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili in materia di gestione dei rifiuti, per le attività elencate nell'allegato I del D.Lgs. 18 febbraio 2005, n. 59.”
- D.M. 27 settembre 2010 “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005”;
- L. 28/12/2015, n. 221 “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali”.
- D.P.C.M. 07/03/2016 “Misure per la realizzazione di un sistema adeguato e integrato di gestione della frazione organica dei rifiuti urbani, ricognizione

dell'offerta esistente ed individuazione del fabbisogno residuo di impianti di recupero della frazione organica di rifiuti urbani raccolta in maniera differenziata, articolato per regioni”;

- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, D.M. 26/05/2016 “Linee guida per il calcolo della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani”;
- D.P.C.M. 10/08/2016 “Individuazione della capacità complessiva di trattamento degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani e assimilabili in esercizio o autorizzati a livello nazionale, nonché individuazione del fabbisogno residuo da coprire mediante la realizzazione di impianti di incenerimento con recupero di rifiuti urbani e assimilati”;

Per quanto concerne il Piano per la bonifica delle aree inquinate, l’art. 199 comma 6 del D.Lgs. 152/2006 dispone che esso costituisce parte integrante del PGR.

Per l’approvazione del Piano di Gestione dei Rifiuti si applicano le disposizioni le disposizioni in materia di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) di cui alla Parte II del decreto legislativo n. 152/2006.

2.4.1 Obiettivi strategici generali del nuovo Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio

Le Linee Guida tracciano gli obiettivi principali della gestione dei rifiuti urbani per i prossimi anni, e che dovranno essere recepiti dal nuovo Piano. In particolare:

1) Portare la raccolta differenziata al 70% nel 2025: il primo obiettivo è portare la raccolta differenziata al 70%. Per raggiungerlo il nuovo Piano dovrà prevedere di continuare a finanziare i Comuni nei progetti di miglioramento della raccolta con un fondo di 57 milioni di euro per i prossimi 3 anni con cui realizzare isole ecologiche, impianti di compostaggio e di autocompostaggio. Sarà favorito inoltre il passaggio all’applicazione della tariffa puntuale in tutti i comuni della regione. Un meccanismo che permetterà all’utente di pagare in base ai rifiuti indifferenziati prodotti: secondo il principio “chi meno rifiuti produce, meno paga”.

2) Investimenti nelle nuove tecnologie. Il secondo cardine della strategia dei prossimi anni è la trasformazione dell’impiantistica esistente. Gli impianti di Trattamento Meccanico Biologico (TMB) sono destinati a cambiare, e quelli di nuova generazione basati sulla

meccatronica e la fotonica, dovranno sostituire gli attuali. Nell'arco dei 5 anni riduzione del 50% il fabbisogno di conferimento in discarica e inceneritore nella prospettiva di una conseguente chiusura degli impianti attualmente esistenti intesi nell'attuale assetto impiantistico. L'obiettivo di riduzione del 50% dovrà derivare da una azione congiunta di massimizzazione della raccolta differenziata e di modifica graduale del sistema di gestione dei rifiuti. In questa ottica sarà inoltre introdotta ed applicata la nuova decisione della Commissione Europea del 10/8/2018 n. 2018/1147/UE per gli impianti in esercizio alla data di pubblicazione sulla GUCE. Per migliorare anche performance degli impianti esistenti in termini di emissioni. Si intende promuovere la realizzazione di impianti capaci di trasformare gran parte dei materiali della raccolta indifferenziata in nuova carta, plastiche, vetro, metalli e in biogas e biometano e materiali utilizzabili per il riuso a fini agricoli e per le costruzioni. Un processo che comincerà dalla riconversione del sito di Colleferro, trasformando l'attuale impiantistica di termovalorizzazione in altra tipologia impiantistica che persegua obiettivi di recupero di materia, il tutto nel rispetto dei principi comunitari dell'economia circolare. Come previsto dalla Deliberazione di Giunta n. 614/2018, si prevede la costruzione di un compound industriale capace di ricevere e trattare i rifiuti urbani e nello specifico sia la frazione organica stabilizzata sia gli scarti non combustibili per trasformarle in materie prime seconde (MPS), sottoprodotti e prodotti con rilascio «rifiuti zero», che incorpori tutte le migliori BAT (Best Available Techniques) e BRef (Best References) dell'Unione Europea proponendosi come riferimento internazionale per la rigenerazione di materia ottenuta dai rifiuti urbani. La nuova impiantistica permetterà l'invio della frazione organica stabilizzata e degli scarti, prodotti dai TMB in esercizio nel Comune di Roma Capitale e della Regione, ad un processo di trattamento finalizzato al massimo recupero di materia.

3) Una politica agricola 'per' i rifiuti. Raccolta differenziata spinta e nuove tecnologie consentiranno di dare nuova vita ai rifiuti, a partire dall'uso agricolo. Per questo si potranno utilizzare le leve della politica agricola con incentivi: all'impiego dei fertilizzanti ottenuti dal processo di compostaggio della raccolta differenziata, che potranno essere valorizzati anche con un marchio Compost Made in Lazio, un modo per premiare i comportamenti virtuosi e muovere il sistema verso una vera e propria economia a spreco zero; all'utilizzo di ammendanti compostati in sostituzione dei fertilizzanti minerali e della torba contribuendo alla riduzione dei gas serra, migliorando la lavorabilità del terreno e diminuendo la necessità di acqua irrigua.

In questo senso potranno anche attivarsi degli accordi con le associazioni di categoria agricole per favorire la multifunzionalità agricola sulla gestione dei rifiuti compostabili.

4) Prevenzione e riduzione dei rifiuti. Attuazione di un Programma per la prevenzione dei rifiuti che prevederà:

- accordi con la grande distribuzione per la riduzione degli imballaggi e l'introduzione della politica del vuoto a rendere e iniziative per ridurre il packaging degli ospedali, in linea con le migliori esperienze;
- la promozione di centri del riuso e di preparazione al riutilizzo, anche di materiale informatico, quali strutture dove portare beni di cui il possessore non intende più servirsi ma suscettibili ancora di vita utile;
- progetti contro lo spreco alimentare;
- progetti per la diffusione di eco compattatori nelle scuole;
- progetti per la raccolta differenziata sulle spiagge e attività di recupero dei rifiuti marini, con il coinvolgimento dei pescatori, dei centri diving e delle aree marine protette.

5) Dai rifiuti, nuovi lavori verdi. La green economy è uno dei sette settori su cui si sta specializzando il sistema industriale della regione. Per sostenerne lo sviluppo è necessario formare le professioni adeguate ed investire in percorsi di alta formazione per i lavori verdi che consentano di acquisire le competenze necessarie per rispondere alla domanda di sostenibilità dell'economia regionale. Avviare una efficace politica di acquisti verdi, fondamentale per creare mercato in settori specifici come quelli degli impieghi nelle opere pubbliche di inerti riciclati.

6) Rafforzamento delle attività di controllo e di vigilanza in materia di tutela ambientale. Al fine di potenziare le attività di prevenzione e contrasto degli illeciti in materia ambientale e soddisfare le richieste della collettività in materia di sicurezza ambientale e salute pubblica, sarà implementato il sistema dei controlli ambientali sugli impianti, a tutela dell'ambiente dagli abbandoni indiscriminati dei rifiuti e per contrastare tentativi di infiltrazione criminale nel settore dei rifiuti.

7) Attenzione a problematiche legate alla presenza di gravi infiltrazioni di stampo criminale o mafioso, come sottolineato all'interno del Rapporto "Mafie nel Lazio" - 2018, prodotto dall'Osservatorio regionale per la legalità e la sicurezza, che riporta "Oltre 90 sono i clan presenti nella regione in un sistema "complesso" che opera da e verso la Capitale, cuore operativo delle reti criminali che attraversano il Lazio [omissis]..". I settori di investimento di queste mafie sono tra l'altro traffici illeciti di diversa natura, gestione illecita dello smaltimento

dei rifiuti, gestione diretta o tramite prestanome di attività commerciali, di ristorazione, della filiera del gioco d'azzardo, reati economico-finanziari di varia natura.

Sulla base dei criteri e degli obiettivi indicati dalle citate Linee Guida, al momento della redazione del presente documento è in fase di redazione l'aggiornamento del Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Lazio.

3. Sistemi orientati alla circolarità delle imprese

§ 3.1 Gli standard di certificazione

Utilizzare uno standard di certificazione presuppone il coinvolgimento di tutti gli attori che partecipano allo sviluppo ed alla crescita dell'azienda, in una visione integrata dei sistemi di gestione. L'approccio alla certificazione rappresenta oggi un modello imprescindibile a cui le imprese dovrebbero ispirarsi per definire un modello di sviluppo, in funzione dei fattori critici di successo riconducibili alla gestione della qualità, dell'ambiente e della sicurezza.

“Sviluppare ed implementare i principi ed i modelli connessi al Totali Quality Management, agli strumenti di certificazione, all'ambiente o all'etica, implica un vero e proprio cambiamento delle strategie di gestione aziendali. Le conseguenze di tali approcci di gestione hanno un forte impatto sugli elementi strategici, cioè sul modo di essere dell'impresa e sulle sue relazioni con il microambiente in cui si colloca”.

Sebbene molte strutture coinvolte nel flusso dei rifiuti possiedano certificazioni di sistema ed ambiente, alla luce delle criticità che è possibile rilevare nel presente rapporto, appare importante rivedere l'uso che viene fatto di questi strumenti, rispetto alle novità normative introdotte nel 2015 ed alla comparsa di nuovi strumenti di gestione.

Strumenti tradizionali come le norme ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 (ex HOSAS 18001) e SA 8000, hanno dimostrato come singolarmente o in una logica integrata sia possibile conseguire numerosi vantaggi dal punto di vista della gestione e della competitività. Tali sistemi nascono per migliorare la soddisfazione dei clienti, massimizzare i benefici per il sistema produttivo, minimizzare gli impatti ambientali ed orientare i propri sforzi verso una maggiore soddisfazione degli stakeholder, che è possibile realizzare mediante una massimizzazione dei benefici, in termini economici, ed una minimizzazione degli impatti socio-ambientali nei confronti della collettività. La letteratura descrive come il successo di un'impresa passi attraverso il coinvolgimento armonico degli stakeholder (vedere ad esempio Ilinova et al., 2018; Oldfield et al. 2018; Poponi et al. 2019) orientando il proprio sistema di gestione alla realizzazione delle parti interessate. Ognuna di esse, infatti, è in grado di contribuire, con il proprio sistema di valori ad una crescita generalizzata della filiera verso quegli obiettivi di qualità, ambientali e sociali. Fattori legati alle aspettative, alle esperienze ed alle competenze divengono centrali per l'incremento delle prestazioni rispetto alle prospettive di sviluppo di un contesto sociale.

L'uso integrato delle certificazioni consente di attestare la conformità del sistema di gestione ad una pluralità di standard, solitamente legati alla qualità, all'ambiente, alla sicurezza ed all'etica. Tale approccio tende a perseguire un'ottimizzazione dei processi, con benefici per la relativa efficacia (in termini di riduzione di tempi e costi). Le combinazioni di più standard portano ad una semplificazione degli aspetti documentali, che sul piano operativo rappresentano un importante risparmio di risorse. In particolare, la certificazione integrata offre la possibilità di lavorare sugli aspetti critici del sistema aziendale, riconoscendo una visione di insieme per adottare le azioni correttive per intervenire sulle non conformità. Tale certificazione sancisce l'impegno dell'azienda nei confronti di tutti gli stakeholder e rafforza la capacità interna, in termini di performance. Contribuisce a trasmettere gli obiettivi di sistema e comunicare i risultati raggiunti. L'applicazione di questo strumento può infatti generare dei vantaggi interni ed esterni. Consente di incrementare le prestazioni aziendali, prevenire i rischi, ridurre le non conformità, lavorare in termini di soddisfazione del servizio, favorire gli scambi e creare confidenza tra gli operatori interni e quelli economici. Ciò significa, riprendendo il pensiero di Crosby, non attenersi a statici requisiti tecnici dei processi, ma lavorare in maniera sistematica per l'applicazione di una nuova linea strategica interna, che preveda un approccio pragmatico-gradualistico della pianificazione, del controllo e del miglioramento (Joseph M. Juran), nel contempo capace di attivare la molla del Breakthrough Sequence per perseguire livelli di performance sempre più levati.

I principali vantaggi di tale sistema, descritti in letteratura, possono essere ricondotti ai seguenti aspetti:

- Pianificazione e sistematicità del sistema nella sua interezza;
- Ottimizzazione delle inefficienze
- Orientamento temporale rivolto alla costruzione di qualità interna ed esterna
- controllo delle risorse (e dei costi),
- Definizione degli strumenti per l'applicazione del principio di Miglioramento continuo, coerente con tutti gli ambiti della certificazione integrata.
- Addestramento e maggiore coinvolgimento del personale.

Gli stimoli introdotti nel 2015, con le modifiche ai sistemi di certificazione ISO, possono dare un contributo importante al miglioramento della gestione del flusso dei rifiuti da parte degli operatori specializzati.

Infatti, con l'introduzione dell'High Level Structure si facilita l'integrazione standard, sopra richiamato, abilitando di fatto l'uso delle norme ISO 9001, 14001 e 45001.

L'ulteriore novità riguarda l'identificazione dei fattori di rischio interni ed esterni. Definire tali fattori in un'ottica di "Risk Based Approach" permette di organizzare il sistema di gestione per la qualità rispetto ai vincoli potenziali e reali, alle aspettative delle parti interessate in funzione dei prodotti o servizi offerti dall'organizzazione.

L'evoluzione normativa ha previsto una semplificazione documentale per le organizzazioni, definita in funzione della complessità dei processi, delle competenze del personale, e degli ulteriori requisiti della certificazione.

Utilizzare quindi un approccio basato sul rischio e sull'erogazione di servizi che hanno una forte ricaduta sulla collettività presuppone una radicale revisione del sistema di gestione, partendo dalle attività di pianificazione e monitoraggio in funzione della loro adeguatezza a soddisfare i bisogni di ciascuna realtà. Infatti, la definizione dei rischi nei processi aziendali, delle misure appropriate da adottare per gestirli, si estendono dal sistema di gestione della qualità, inglobando gli aspetti ambiente, della sicurezza, e quelli dell'etica.

Le revisioni del sistema di certificazione estendono il concetto di leadership alla responsabilità dell'efficacia dell'intero Sistema di Gestione. Le norme puntano sull'introduzione di un nuovo approccio che rafforzi le responsabilità interne, puntando sulla capacità del management nell'orientare e guidare, in una logica top down, l'attuazione del sistema di gestione integrato.

Un ulteriore aspetto di novità è rappresentato dalla semplificazione del sistema documentale e dalla possibilità di intervenire con nuovi strumenti o forme adeguate alle esigenze dell'organizzazione. Questo aspetto semplifica notevolmente la gestione interna, d'altra parte apre la possibilità all'inserimento di nuovi strumenti di gestione per la mappatura ed il controllo, la correzione delle non conformità (si pensi alle possibilità offerte da sistemi integrabili nei DSS), il rispetto del mantenimento ed il reperimento delle informazioni documentate richieste dal sistema.

§ 3.2 Standard per la diffusione della CE

Accanto agli standard ISO è possibile annoverare ulteriori strumenti di gestione per indirizzare il comportamento delle organizzazioni verso un approccio orientato all'applicazione dei principi dell'economia circolare.

La certificazione dei Sistemi di Gestione Ambientale è perseguibile mediante lo schema della norma ISO 14001, sopra richiamato, ma anche attraverso la registrazione EMAS che si contraddistingue per il suo ruolo istituzionale all'interno dell'Unione Europea, essendo emanato mediante un regolamento. Sebbene l'EMAS accolga la struttura ed i contenuti della norma ISO 14001 e per questo utilizzabile anche in un contesto di certificazione integrata, presenta tre principali differenze che potrebbero supportare l'attività di gestione dei rifiuti soprattutto riguardo gli aspetti di comunicazione verso la collettività delle strategie perseguite e gli impatti prodotti attraverso la pubblicazione della Dichiarazione Ambientale. Recentemente la Commissione Europea ha considerato nel rapporto "Moving towards Circular Economy with EMAS" (European Commission, 2017) il ruolo del regolamento come strumento per supportare l'implementazione dei principi della CE. Infatti, dal rapporto si evince come le organizzazioni che adottano un SGA riescano ad avvicinarsi all'applicazione dei principi di CE grazie alla costante definizione degli impatti, delle azioni di miglioramento e di precisi indicatori di monitoraggio. Il rapporto riconosce inoltre la capacità dello standard di anticipare gli orientamenti legislativi e la capacità di comunicare in maniera trasparente, mediante la Dichiarazione Ambientale.

Anche se l'Emas viene considerato uno strumento privilegiato per il perseguimento delle finalità dettate dall'Economia Circolare, è altrettanto importante definire degli standard dedicati alla certificazione del processo circolare. Nel 2017 il British Standard Institution ha pubblicato una linea guida per la circular economy con la sigla BS 8001:2017. Rappresenta il primo passo verso la standardizzazione, fatto a livello internazionale, per l'applicazione dell'economia circolare con l'intento di offrire un modello di riferimento per la revisione dei processi in chiave Circular.

Il British standard ha una lunga tradizione riguardo la standardizzazione e la certificazione. Oggi è l'unico ente di normazione che ha realizzato uno strumento capace di mettere insieme principi, strategie, un quadro di implementazione e monitoraggio della CE. Pertanto, l'obiettivo dello standard è quello di guidare le organizzazioni verso un approccio più circolare, in linea con le normative nazionali e internazionali. La sua adozione può contribuire a trasmettere una

visione organica della materia, fornendo chiarezza dal punto di vista terminologico (alcuni termini erano lasciati all'interpretazione soggettiva), ed aiutando le organizzazioni a comprendere e perseguire obiettivi ambientali in modo collaborativo.

Ovviamente la transizione al modello circolare di un sistema complesso, come quello dei rifiuti urbani di una città come Roma, deve essere accompagnato da una razionale gestione dell'intero flusso, dal servizio di raccolta a quello di recupero e trattamento del rifiuto, che dovrebbe essere ridisegnato in funzione dei requisiti definiti dallo standard. La BS 8001 definisce una roadmap identificando gli step fondamentali per l'implementazione dei principi CE, si focalizza su modelli di business da adottare e sugli ambiti chiave su cui agire per conseguire gli obiettivi circular. Inoltre, lo standard offre una visione generale e sistemica su aspetti operativi che possono avere rilievo per le organizzazioni nella transizione al nuovo modello, in particolare su quelli Economici, Tecnici, Regolatori, Comportamentali ed Organizzativi. Tutto questo in un contesto flessibile, non cogente e scalabile.

3.2.1 Standard BCORP

Un ulteriore strumento di certificazione che sta ottenendo un riconoscimento a livello internazionale, nei settori del “west management” and “Recycling services”, è rappresentato dallo standard B CORP.

L'applicazione di nuovi modelli di business capaci di stimolare le politiche di sviluppo di un'impresa verso forme di gestione innovative, che favoriscano comportamenti orientati alla sostenibilità ambientale, all'efficiente uso delle risorse, al rispetto di valori etici, sociali ed ambientali appare oggi come un imperativo. La certificazione B Corp sta lavorando in questa direzione con uno strumento che in parte riprende i principi degli standard che abbiamo citato, riproponendoli all'interno di uno schema di certificazione completamente nuovo, comparabile e con la finalità di conciliare performance aziendali con gli aspetti etici ed ambientali.

Mediante un sistema di certificazione volontaria si tenta di riequilibrare la mission dei diversi operatori e la traiettoria del business verso i principi di responsabilità sociale, nel simultaneo rispetto di obiettivi profit e non profit. Questo approccio trova una sua formalizzazione del sistema di gestione all'interno di un nuovo schema di certificazione, rilasciato da B Lab, un ente no profit, nato con la finalità di promuovere la nascita delle B Corp, sostenere la creazione di community di imprese interessate a promuovere obiettivi sociali e ambientali, incoraggiare lo sviluppo di un contesto normativo idoneo al riconoscimento giuridico delle imprese for

benefit, ed elaborare un innovativo standard di valutazione: il GIIRS (Global Impact Investing Rating System).

Grazie ad un “Impact Business Models” lo standard misura l’impatto benefit e l’orientamento alla creazione di valore sia nella fase di pre-certificazione, mediante uno strumento di autovalutazione per la misura delle performance ambientali e sociali, che in fase di rilascio del certificato, dove si attribuisce uno score in funzione di cinque aree strategiche: governance, workers, community, environment, customer (tabella 10).

Tabella 10. Aree di impatto – standard B Corp

Area	Descrizione
<i>Governance</i>	In tale area il sistema di indicatori identifica la <i>mission</i> e la tracciabilità (monitoraggio) delle performance ambientali e sociali, una responsabilità, un controllo ed il coinvolgimento degli stakeholder. Un codice di comportamento e di condotta, associato a controlli interni finanziari rivolti a prevenire e gestire i reclami o la corruzione ed i finanziamenti trasparenti, nonché una comunicazione con i clienti e lavoratori.
<i>Worker</i>	L’area considera l’equità delle prestazioni, in particolare prende in considerazione l’adeguatezza dei salari e le progressioni/possibilità di carriera nella struttura. Assume un ruolo base la preparazione del lavoratore e la capacità dell’organizzazione di mantenere il livello di formazione del personale, garantendo un livello di trasferibilità delle competenze/conoscenze identificando il grado di coinvolgimento dei lavoratori. Inoltre, viene valutato il grado di coinvolgimento del lavoratore all’interno del processo decisionale aziendale. A questo aspetto vengono associate condizioni di lavoro “sostenibili” con gli stili di vita ed il rispetto dei valori principali della vita lavorativa e del lavoro in generale. Il grado di fiducia che il dipendente ha nell’azienda e nel management ed il sistema di garanzie messe in atto per la tutela del lavoratore dall’insorgenza di malattie derivanti dall’esercizio della propria attività.
<i>Community</i>	Nell’Area vengono considerati tutti i portori di interesse. Si richiama il principio di integrazione dei fornitori (alla base dei principi della qualità) e la costante verifica riguardo la soddisfazione delle aspettative ed il coinvolgimento nella community locale. La presenza di codici di comportamento rivolti a garantire la sicurezza dei lavoratori e quella dell’ambiente di lavoro, nonché il rispetto ed il supporto allo sviluppo delle economie locali. La promozione del benessere sociale all’interno dell’organizzazione, mediante politiche di inclusione e di partecipazione agli impegni della società affinché i valori della società, e le <i>practices</i> vengano trasferite e promosse all’esterno, incluse servizi alla comunità e donazioni di beneficenza. Tale area ha la funzione di verificare come i prodotti della società siano progettati per risolvere un problema sociale. Lo standard in questo caso va a considerare anche aspetti legati all’accesso ai servizi di base, come può essere

	la salute o la formazione delle persone o alle pari opportunità, dalle arti e l'incremento di capitali a impresa orientate su queste prospettive.
<i>Environment</i>	L'estensione delle politiche aziendali all'ambiente, nonché all'impegno ed al miglioramento delle prestazioni ambientali rappresenta una priorità dell'area. Vengono considerate due tipologie di fattori, quelli di Input e di Output. In input vengono inseriti tutti i fattori che necessitano di una costante e continua valutazione temporale della riduzione degli impatti e dei consumi. In output prendono in considerazione gli effetti prodotti e le diverse tipologie di rifiuti generati, nonché i trasporti e la logistica. Anche in questo caso tali fattori necessitano di un monitoraggio costante orientato alle politiche di miglioramento delle performance ambientali (perseguite dai numerosi standard presenti nel sistema delle certificazioni, e.g. ISO 14000; EMS) considerando l'impegno nella riduzione degli impatti. A livello di sistema considera le politiche, ed in generale tutte le azioni capaci di avere una ricaduta positiva sulla riduzione dell'impatto ambientale. In particolare, la progettazione del servizio (design) per risolvere una questione ambientale, spingendo verso scelte sostenibili (rinnovabilità, conservabilità, la riduzione dei rifiuti) e la conservazione e la cultura ambientale. In particolare, si inquadra sull'educazione ambientale, tesa alla risoluzione delle criticità.
<i>Customer</i>	Con l'area <i>customer</i> lo standard certificazione vuole misurare l'impatto che le politiche/azioni adottate dalle società hanno sui clienti. In particolare, tale sezione scende nella valutazione delle relazioni che la società ha con la propria community, il grado di coinvolgimento, la capacità di promuovere public benefit e quella di risolvere un problema sociale.

Fonte: nostra elaborazione su dati B Corp.

§ HUB di interscambio

La gestione dei rifiuti ispirata ai principi dell'economia circolare richiede l'uso di regole sostenibili per guidare i processi di interscambio tra produttore ed utilizzatore di byproducts. La necessità di attivare delle simbiosi industriali tra operatori è strettamente connessa alla possibilità di ridurre al minimo i rifiuti, le emissioni ed in generale gli impatti ambientali prodotti.

Il focus dell'economia circolare è sul processo di emissione dei rifiuti nella fase produttiva e nell'intero ciclo di vita del prodotto/servizio offerto, dove i rifiuti o i sottoprodotti di un sistema produttivo diventano materia prima seconda all'interno di un sistema di cicli a cascata (open loop o closed loop), grazie ad un'opportuna valorizzazione (high valorisation waste) e ad uno scambio di rifiuti.

L'obiettivo di circolarità presuppone l'attivazione di un network di relazioni in grado di avviare questo processo di interscambio, il cui fattore discriminante non è rappresentato solamente dal riuso/riciclo del sottoprodotto, ma dall'effetto combinato di più fattori che vanno dalla regolamentazione, alla politica fiscale, agli incentivi (Ruggieri et al., 2016) e da quel complesso di iniziative che incidono sulla cooperazione inter organizzativa e che può essere favorita da relazioni di simbiosi industriale. A questo scenario si aggiunge la difficoltà di adeguare un quadro normativo alle esigenze di gestione del rifiuto valorizzato, concorrendo a definire una potenziale barriera allo sviluppo di strategie o di specifiche azioni politiche volte a promuovere la sostenibilità ambientale. In letteratura sono diversi autori che richiamano il problema della regolamentazione e gli stimoli alla sostenibilità per evitare di scoraggiare iniziative di innovazione. Inoltre, si sottolinea una coerenza tra i sistemi di incentivazione e disincentivo, generalmente composto da un mix di stimoli agli investimenti in R&S e altri tipi di misure.

Una strategia utilizzabile per favorire la nuova gestione dei rifiuti, coerente con i principi dell'economia circolare, potrebbe essere quella che utilizza HUB di interscambio e valorizzazione dei rifiuti. Si tratta di ambienti innovativi, che potrebbero essere istituiti partendo dal miglioramento dei modelli di sviluppo degli Eco-Industrial Park. Quest'ultimi sono aree ad alta specializzazione, all'interno dei quali si creano simbiosi di scambio tra organizzazioni imprenditoriali. La loro finalità è quella di attivare un miglioramento nelle performance ambientali ed economiche attraverso strategie di collaborazione per la gestione e la condivisione di risorse naturali, come energia, acqua e materiali, in un territorio circoscritto.

Questo obiettivo è realizzabile “sfruttando al massimo i materiali riciclati, ottimizzando l'impiego dei materiali e di energia, minimizzando produzione di rifiuti e rivalutando rifiuti come materia prima seconda per altri processi”⁵. Un eco-industrial park è in grado di fornire benefici anche alla comunità locale, migliorando la qualità della vita nella zona attraverso la riduzione dell'inquinamento, dei rifiuti industriali e delle sostanze nocive, può favorire l'occupazione, gli investimenti di capitale, e la visibilità della zona incoraggiando aziende internazionali a trasferirsi ed investire nel parco al fine di beneficiare degli effetti di “spillover”⁶ della conoscenza.

Ma la strategia perseguita per una maggiore sostenibilità ambientale, necessita di coerenza, impegno e mancanza di contraddizioni delle policy. Allo stesso tempo, non può essere l'unica strategia praticabile per stimolare lo sviluppo di un'economia circolare, in quanto esclude la potenziale cooperazione tra organizzazioni all'esterno dei confini dei parchi eco-industriali e anche situazioni in cui la concentrazione di imprese in un parco appositamente progettato non è possibile. Quest'ultimo aspetto infatti si scontra con la struttura di un modello imprenditoriale consolidato dove non è semplice e non sempre possibile riprogettare la localizzazione dei complessi industriali, se non per quelli di nuova costruzione. Appare pertanto più agevole creare degli HUB di interscambio per la valorizzazione dei rifiuti, che funzionino da collettori e driver per l'attivazione di simbiosi, partendo da una materia seconda opportunamente rivalorizzata. In questo modo l'Hub supporterebbe il lavoro delle diverse piattaforme di simbiosi industriale che stanno nascendo in tutta Europa e che presentano difficoltà ad entrare a regime (si vedano ad esempio l'ICESP – Italian Circular Economy Stakeholder Platform; Symbiosis dell'Enea, Ecesp - European Circular Economy Stakeholder Platform), per realizzare un luogo fisico di interscambio e valorizzazione del rifiuto.

In particolare, gli Hub potrebbero intervenire:

1. Nella riconversione dei siti di stoccaggio o trattamento dei rifiuti con nuovi servizi a valore aggiunto.
2. Nella promozione per l'adeguamento della legislazione vigente al potenziale riutilizzo del rifiuto.
3. Nella definizione di strategie di valorizzazione dei rifiuti (valorizzazione e caratterizzazione del rifiuto).

⁵ Tibbs, industrial ecology an environmental agenda for industry, 1992

⁶ Inteso come un fenomeno per cui un'attività economica volta a beneficiare un determinato settore o una determinata area territoriale produce effetti positivi anche oltre tali ambiti

4. Nel supportare alle azioni di simbiosi industriale, creando un luogo fisico di aggregazione delle materie prime, rilavorazione e vendita come MP2.

REFERENCE

- Gabriela-Cornelia, P., Iudith, I. and Alexandru, B. (2015) ‘New Theoretical and Practical Approaches of Implementing the Circular Economy for the Preservation of Natural Resources’, *Procedia Economics and Finance*, 22, pp. 124–130. doi: 10.1016/S2212-5671(15)00235-X.
- Matus, K. J. M., Xiao, X. and Zimmerman, J. B. (2012) ‘Green chemistry and green engineering in China: drivers, policies and barriers to innovation’, *Journal of Cleaner Production*, 32, pp. 193–203. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.03.033.
- Ruggieri, A. *et al.* (2016) ‘A meta-model of inter-organisational cooperation for the transition to a circular economy’, *Sustainability (Switzerland)*, 8(11). doi: 10.3390/su8111153.
- Yu, F.; Han, F.; Cui, Z. Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. *J. Clean. Prod.* **2015**, 87, 339–347.
- Matus, K.J.M.; Xiao, X.; Zimmerman, J.B. Green chemistry and green engineering in China: drivers.
- Baines, T. S., H. W. Lightfoot, S. Evans, A. Neely, R. Greenough, J. Peppard, R. Roy, et al. 2007. “State-of-the-Art in Product-Service Systems.” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 221 (10): 1543–52.
- Becker, Jörg, D. Beverungen, R. Knackstedt, C. Galuner, M. Stypmann, C. Rosenkranz, R. Schmitt, et al. 2009. “Ordnungsrahmen Für Die Hybride Wertschöpfung.” In *Dienstleistungsmodellierung*, edited by O. Thomas and M. Nüttgens, 109–28. Heidelberg: Physica-Verlag HD.
- Bertram, Geoffrey. 1986. “‘Sustainable Development’ in Pacific Micro-Economies.” *World Development* 14 (7): 809–22.
- Beuren, Fernanda Hänsch, Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, and Paulo a. Cauchick Miguel. 2013. “Product-Service Systems: A Literature Review on Integrated Products and Services.” *Journal of Cleaner Production* 47 (9–12): 222–31. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.028>.
- Boehm, Matthias, and Oliver Thomas. 2013. “Looking beyond the Rim of One’s Teacup: A Multidisciplinary Literature Review of Product-Service Systems in Information Systems, Business Management, and Engineering & Design.” *Journal of Cleaner Production* 51 (July): 245–60. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.019>.
- Brax, S. 2005. “A Manufacturer Becoming Service Provider - Challenges and a Paradox.” *Managing Service Quality* 15 (2): 142–55.
- Chen, Van Den Bergh, and J.-X. D.-M., Du. 2009. “System Innovation of Resource Security under

- Circular Economy.” *China Population Resources and Environment* 19 (5): 64–69.
- Cook, M. 2004. “Understanding the Potential Opportunitis Provided by Service-Oriented Concepts to Improve Resource Productivity.” In *Design and Manufacture for Sustainable Development*, 125.
- Cook, M.B., T.A. Bhamra, and M. Lemon. 2006. “The Transfer and Application of Product Service Systems: From Academia to UK Manufacturing Firms.” *Journal of Cleaner Production* 14 (17): 1455–65. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.01.018>.
- Ellen-MacArthur Foundation. 2013. “Toward the Circular Economy.”
- European Commission, Moving towards Circular Economy with EMAS, 2017.
- Eurostat. 2019. “Municipal Waste Statistics - Statistics Explained.” 2019.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics.
- FISE-ASSOAMBIENTE. 2019. “PER UNA STRATEGIA NAZIONALE DEI RIFIUTI.”
www.AmericasHealthRankings.org.
- Fondazione per lo sviluppo sostenibile, FISE UNICIRCULAR, and Unione imprese Economia Circolare. 2018. *L’Italia Del Riciclo*.
- Frey, Marco. 2013. “La Green Economy Come Nuovo Modello Di Sviluppo.” *ImpresaProgetto - Electronic Journal of Management* 3: 1–18.
- Geng, Yong, Jia Fu, Joseph Sarkis, and Bing Xue. 2012. “Towards a National Circular Economy Indicator System in China: An Evaluation and Critical Analysis.” *Journal of Cleaner Production* 23 (1): 216–24. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>.
- Hofkes, Marjan W. 1996. “Modelling Sustainable Development: An Economy-Ecology Integrated Model.” *Economic Modelling* 13 (3): 333–53.
- Hoornweg, Daniel, and Perinaz Bhada-Tata. 2012. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Vol. 15. World Bank, Washington, DC.
- ISPRA. 2018. “Rapporto Rifiuti Urbani (Edizione 2018).” *ISPRA - Area Comunicazione*.
- Jiliang, ZHENG, and LI Junting. 2011. “Study on the Ecologic Network System of Energy-Intensive Industries.” *Energy Procedia* 5: 1987–92.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.342>.
- Kumar, Atul, and Sukha Ranjan Samadder. 2017. “A Review on Technological Options of Waste to Energy for Effective Management of Municipal Solid Waste.” *Waste Management* 69: 407–22.
- Leimeister, J. M., and C. Glauner. 2008. “Hybride Produkte e Enordnung Und Her-

- Ausforderungen Für Die Wirtschaftsinformatik.” *Wirtschaftsinformatik* 50 (3): 248–51.
- Li, M. S., H. M. Zang, Z. Li, and L. J. Tong. 2010. “Economy-Wide Material Input/Output and Dematerialization Analysis of Jilin Province (China).” *Environmental Monitoring and Assessment* 165 (1–4): 263–74.
- Li, Xuan, Baotong Deng, Hua Ye, LI Xuan, DENG Baotong, and YE Hua. 2011. “The Research Based on the 3-R Principle of Agro-Circular Economy Model-the Erhai Lake Basin as an Example.” *Energy Procedia* 5: 1399–1404. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.242>.
- Ma, Shu-hua, Zong-guo Wen, Ji-ning Chen, and Zhi-chao Wen. 2014a. “Mode of Circular Economy in China’s Iron and Steel Industry: A Case Study in Wu’an City.” *Journal of Cleaner Production* 64: 505–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.008>.
- . 2014b. “Mode of Circular Economy in China’s Iron and Steel Industry: A Case Study in Wu’an City.” *Journal of Cleaner Production* 64 (February): 505–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.008>.
- Magrini, Marco. 2013. “Un Futuro Ad Economia Circolare.” *IlSole24 Ore*, 2013.
- Maheshi, Danthurebandara. 2015. “Environmental and Economic Assessment of ‘Open Waste Dump’ Mining in Sri Lanka.” *Resources, Conservation and Recycling* 102: 67–79.
- Manzini, E., C. Vezzoli, and G. Clark. 2001. “Product Service Systems: Using an Existing Concept as a New Approach to Sustainability.” *Journal of Design Research* 1 (2).
- Mathews, John A. 2011. “Naturalizing Capitalism: The next Great Transformation.” *Futures* 43 (8): 868–79. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.06.011>.
- Mittermeyer, S. A., J.A. Njuguna, and J. R. Alcock. 2010. “Product-Service Systems in Health Care: Case Study of a Drug-Device Combination.” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 52: 1209–21.
- Mont, O., and A. Tukker. 2006. “Product-Service Systems: Reviewing Achievements and Refining the Research Agenda.” *Journal of Cleaner Production* 14 (17): 1451–54.
- Naustdalslid, Jon. 2014. “Circular Economy in China—the Environmental Dimension of the Harmonious Society.” *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 21 (4): 303–13.
- Normann, Richard, and Rafael Ramirez. 1993. “From Value Chain to Value Constellation: Designing Interactive Strategy.” *Harvard Business Review* 71 (4): 65–77.
- Parshall, Lily, Masahiko Haraguchi, Cynthia Rosenzweig, and Stephen A Hammer. 2011. “The

Contribution of Urban Areas to Climate Change: New York City Case Study.” *Unpublished Case Study Prepared for the Global Report on Human Settlements*.

Pauliuk, Stefan. 2018. “Critical Appraisal of the Circular Economy Standard BS 8001:2017 and a Dashboard of Quantitative System Indicators for Its Implementation in Organizations.” *Resources, Conservation and Recycling* 129 (September): 81–92.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>.

Pauliuk, Stefan, Tao Wang, and Daniel B Müller. 2011. “Moving toward the Circular Economy: The Role of Stocks in the Chinese Steel Cycle.” *Environmental Science & Technology* 46 (1): 148–54.

Qiao, Farong, and Nan Qiao. 2013. “Circular Economy: An Ethical and Sustainable Economic Development Model.” *Prakseologia*, no. 154: 253–72.

Rexfelt, O., and V. H. Ornäs. 2009. “Consumer Acceptance of Product-Service Systems: Designing for Relative Advantages and Uncertainty Reductions.” *Journal of Manufacturing Technology Management* 20 (5): 674–99.

Sakao, T., V. Panshef, and E. Dörsam. 2009. “Addressing Uncertainty of PSS for Value-Chain Oriented Service Development.” In *Introduction to Product/Service-System Design*, edited by T. Sakao and M. Lindahl, 137–57. London: Springer.

Stabel, Charles B, and Øystein D Fjeldstad. 1998. “Configuring Value for Competitive Advantage: On Chains, Shops and Networks.” *Strategic Management Journal* 19 (55): 413–37.

Tukker, A. 2004. “Eight Types of Product-Service Systems: Eight Ways to Sustainability? Experiences from SusProNet.” *Business Strategy and the Environment* 13 (4): 246–60.

Zengwei, Y., B. Jun, and M. Yuichi. 2006. “The Circular Economy: A New Development Strategy in China.” *Journal of Industrial Ecology* 10 (1–2): 4–8.

Ilinova, Alina, Alexey Cherepovitsyn, and Olga Evseeva. “Stakeholder Management: An Approach in CCS Projects.” *Resources* 7.4 (2018).

Oldfield, Thomas L., Eoin White, and Nicholas M. Holden. “The implications of stakeholder perspective for LCA of wasted food and green waste.” *Journal of cleaner production* 170 (2018): 1554–1564.

Poconi, Stefano, et al. “The Stakeholders’ Perspective within the B Corp Certification for a Circular Approach.” *Sustainability* 11.6 (2019): 1584.),

(Convenzione approvata con Delibera n. 145 del 4 luglio 2019 del Consiglio del DEIM)