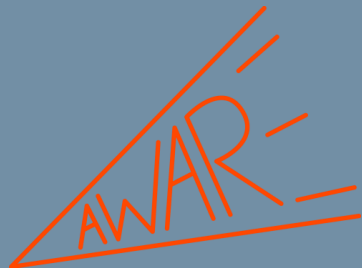


**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# Impianti di selezione e riciclo: tecnologie, prestazioni, criticità



Assessment on WASTE  
and RESOURCES

**Prof. Mario GROSSO**

*Palermo, 7 marzo 2022*

# CONTENUTI

---

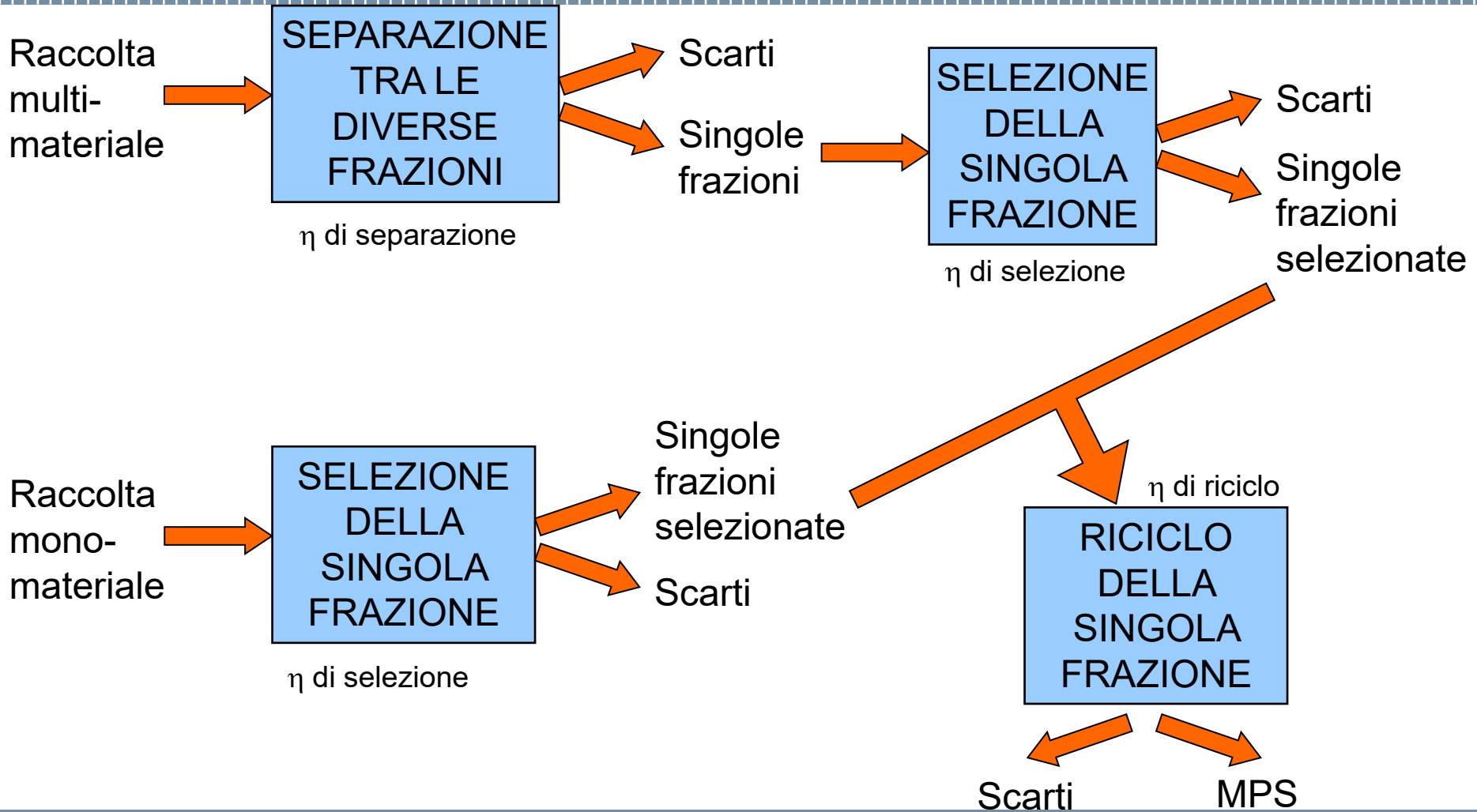
- ✓ Cenni alle tecnologie
- ✓ Gli scarti da selezione e riciclo
- ✓ Le principali criticità

# CONTENUTI

---

- ✓ Cenni alle tecnologie
- ✓ Gli scarti da selezione e riciclo
- ✓ Le principali criticità

# SCHEMA GENERALE DI SELEZIONE E RICICLO



# SELEZIONE DELLA PLASTICA

1. Rimozione delle frazioni estranee (vetro, carta, alluminio)
2. Separazione per polimero e possibilmente per colore



Separazione automatica (sensori NIR\*)



Raffinazione manuale (operatori)

## PROBLEMI

flaconi e tappi in materiali diversi

guarnizioni in PVC all'interno dei tappi delle  
bottiglie di PET

\* *Near infra-red*



# SELEZIONE DELLA PLASTICA

## Vagliatura

Un vaglio separa generalmente tre flussi:

Grossolano: include il film plastico (prevalentemente LDPE). Altri oggetti possono rimanere intrappolati all'interno del film

Intermedio: prevalentemente bottiglie e flaconi (PET e HDPE), le frazioni più pregiate da riciclare. Sono comunque presenti impurità (pezzi di film plastico, oggetti plastici o non di dimensione intermedia)

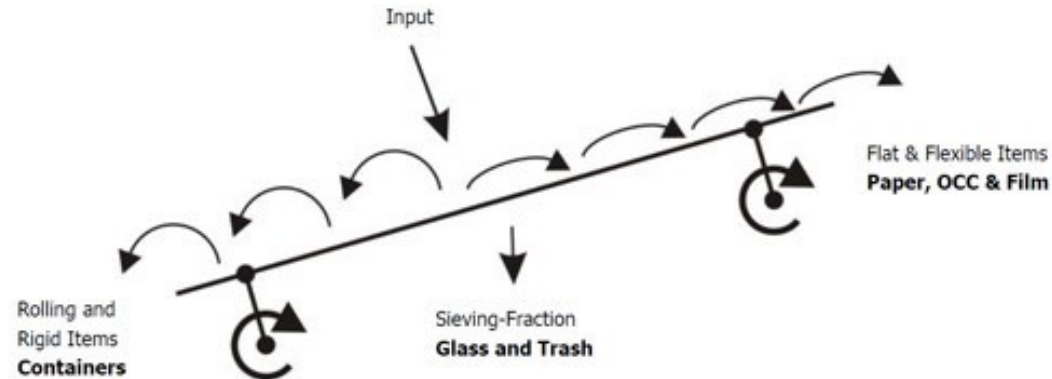
Piccolo: flusso costituito da materiali eterogenei: può contenere tappi, frammenti di film, diversi tipi di impurità (metalli, tessili, carta ecc.)

# SELEZIONE DELLA PLASTICA

## Vagliatura balistica (per forma)

Cassone con il fondo inclinato che si muove con un movimento sussultorio.

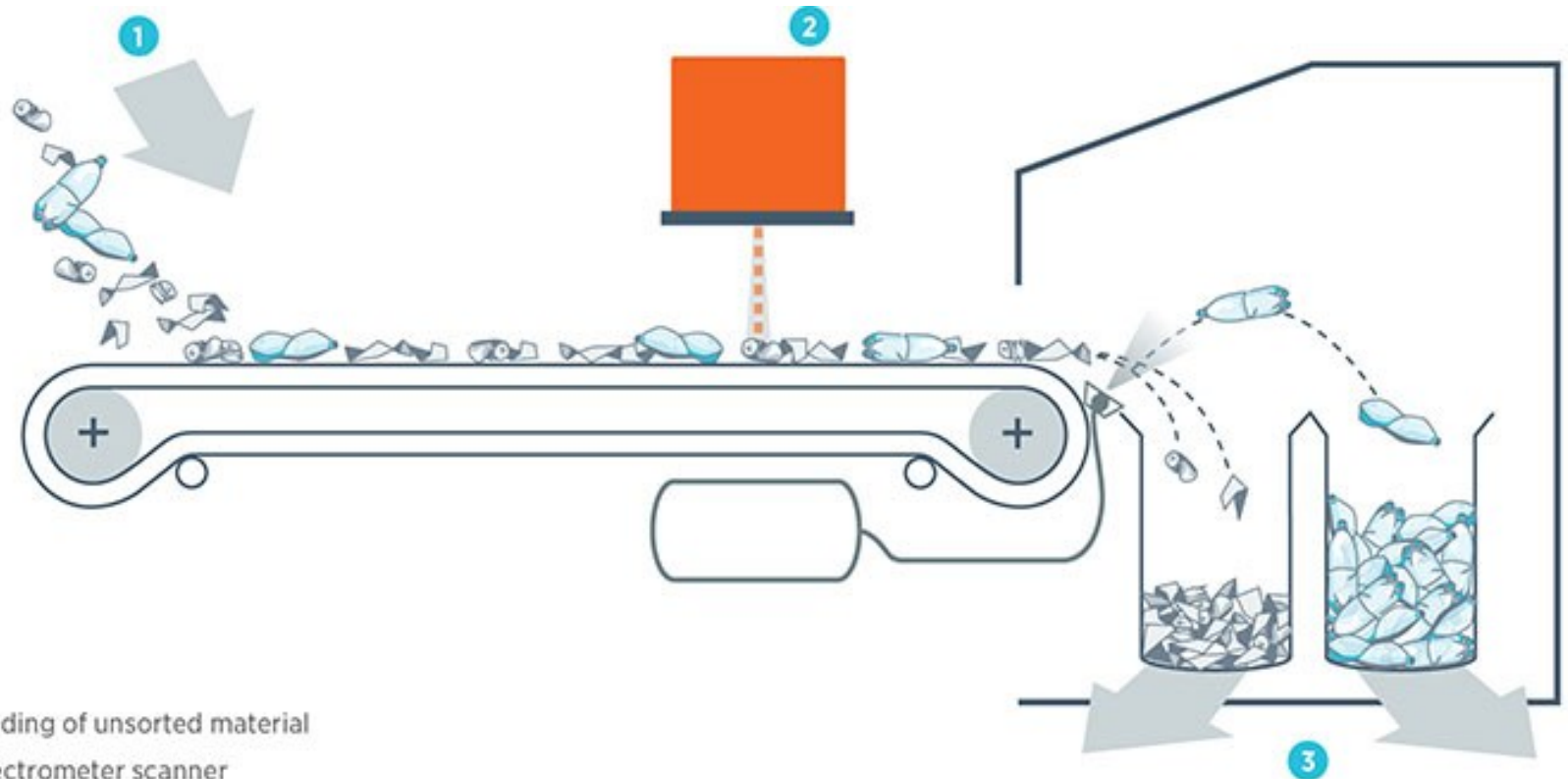
- I corpi tridimensionali (es. bottiglie o flaconi), rotolano verso il basso
- I corpi bidimensionali (es. film), aiutati da una corrente d'aria generata da ventilatori, risalgono il fondo del vaglio



*Separazione «2D vs. 3D»*

# SELEZIONE DELLA PLASTICA

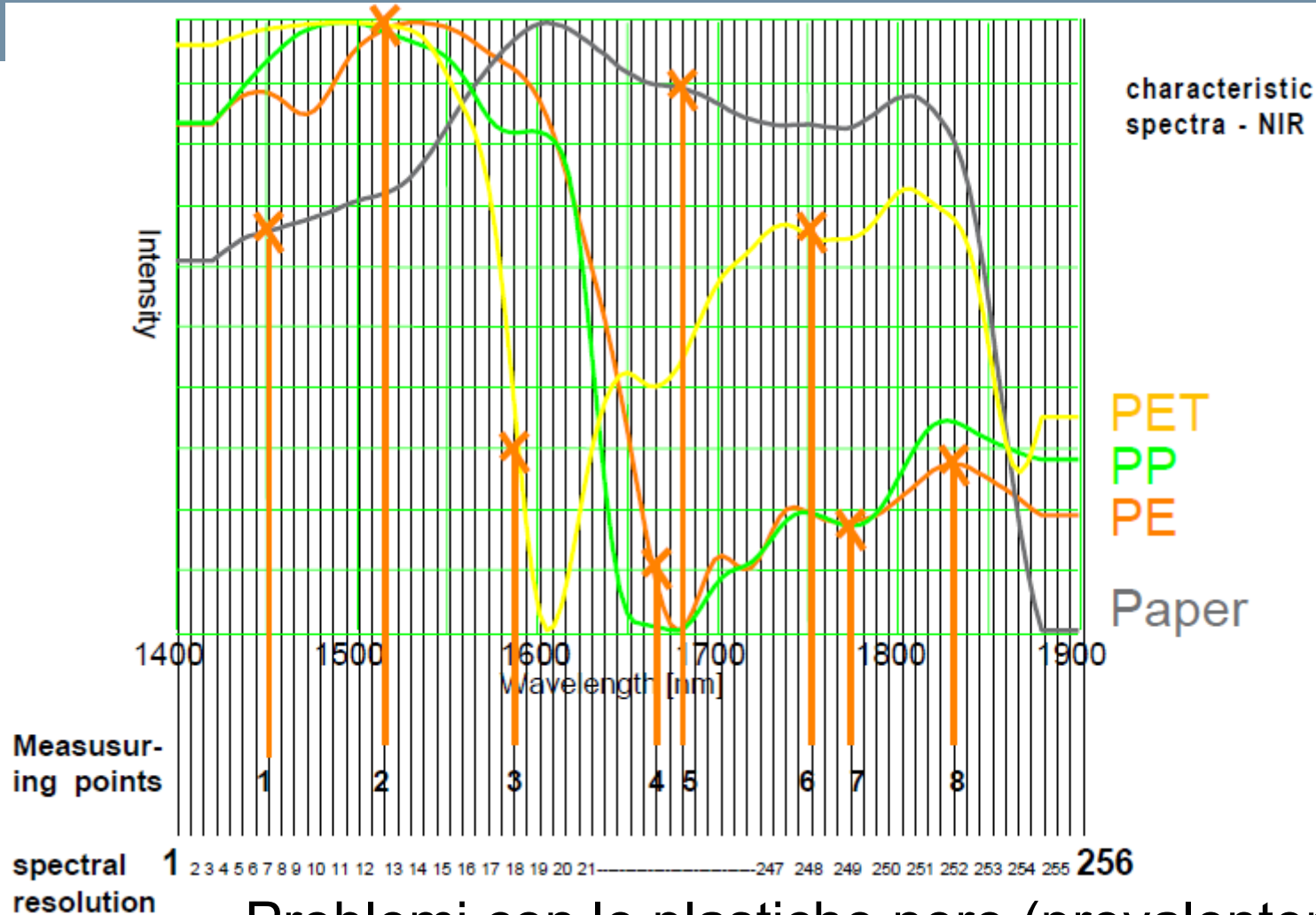
## Sensori NIR per separazione per polimero e per colore



- 1 Feeding of unsorted material
- 2 Spectrometer scanner
- 3 Separation chamber

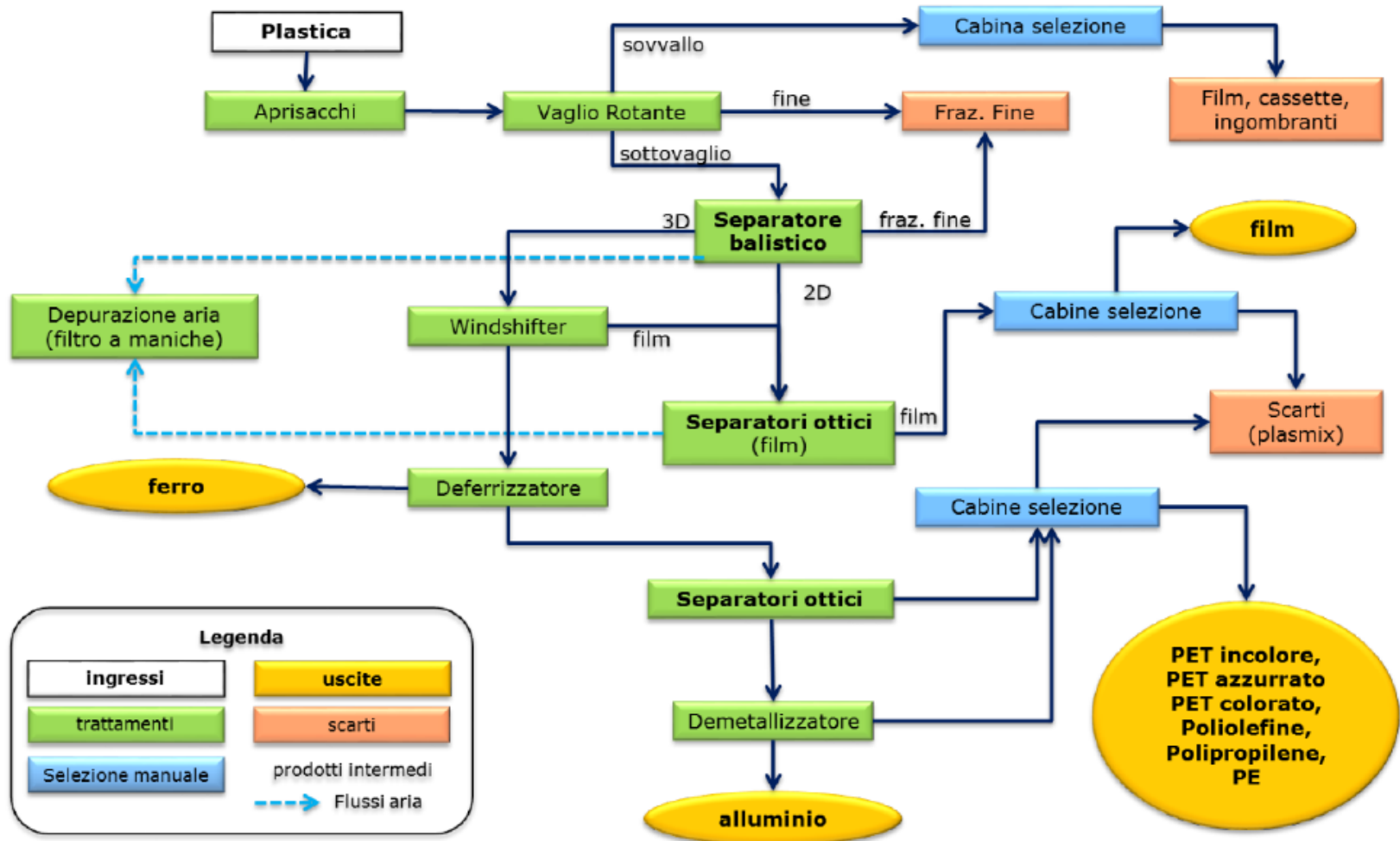


# SELEZIONE DELLA PLASTICA



Problemi con le plastiche nere (prevalentemente PP)

# SCHEMA DI FLUSSO DI UN IMPIANTO DI SELEZIONE DELLA PLASTICA



# EFFICIENZA DI SEPARAZIONE DELLA PLASTICA - ESEMPI

## Da raccolta multimateriale

Plastiche recuperabili	40%
PLASMIX	30%
Metalli (ferrosi e non) e Frazione Estranea già presente nel materiale in ingresso	30%

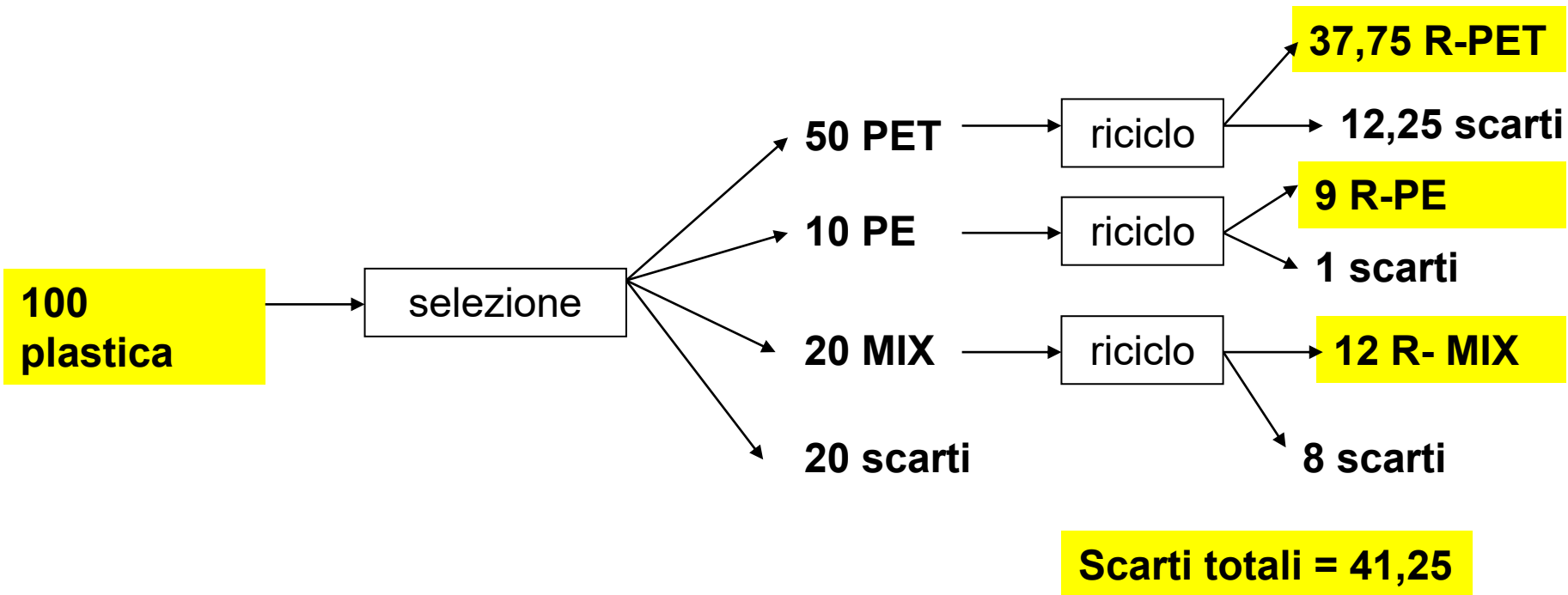
## Da raccolta monomateriale

Fonte: A2A

Plastiche recuperabili	45%
PLASMIX	40%
Metalli (ferrosi e non) e Frazione Estranea già presente nel materiale in ingresso	15%

# SELEZIONE E RICICLO DELLA PLASTICA

## Bilancio di materia



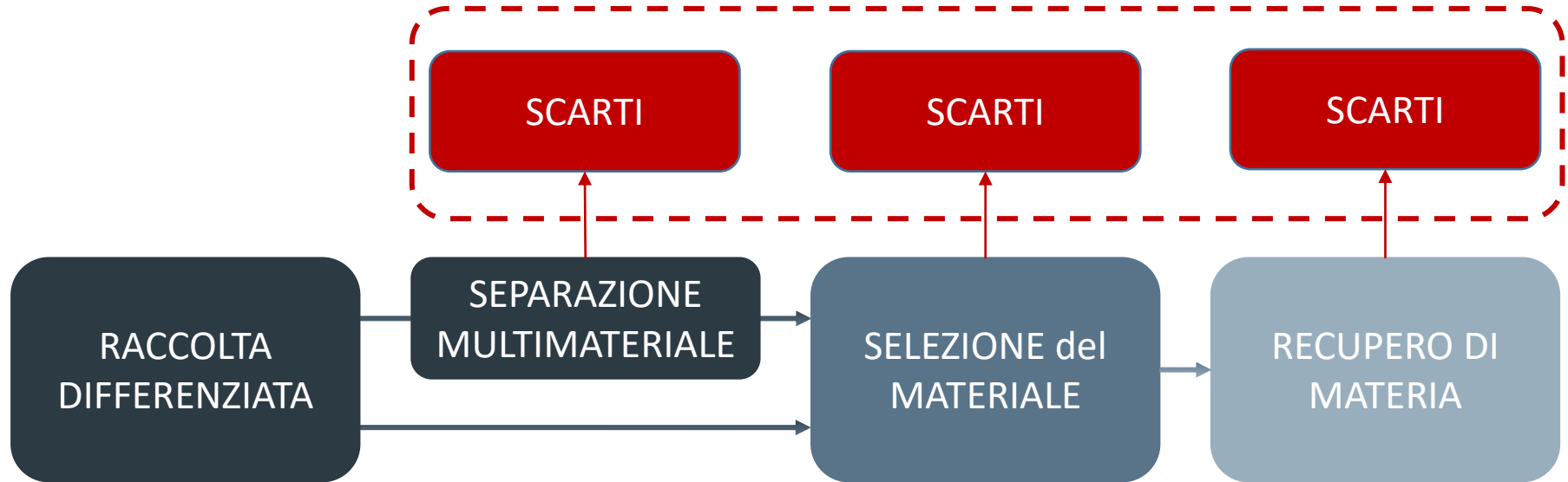
*L. Rigamonti, M. Grosso and M. Giugliano (2009). Waste Management, 29, 934-944*

# CONTENUTI

---

- ✓ Cenni alle tecnologie
- ✓ **Gli scarti da selezione e riciclo**
- ✓ Le principali criticità

# DOVE SI GENERANO GLI SCARTI?



VALUTAZIONE DEI FLUSSI DI SCARTO NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI IN ITALIA

Rifiuti

Martina Bellan<sup>1,\*</sup>, Mario Grosso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Milano.

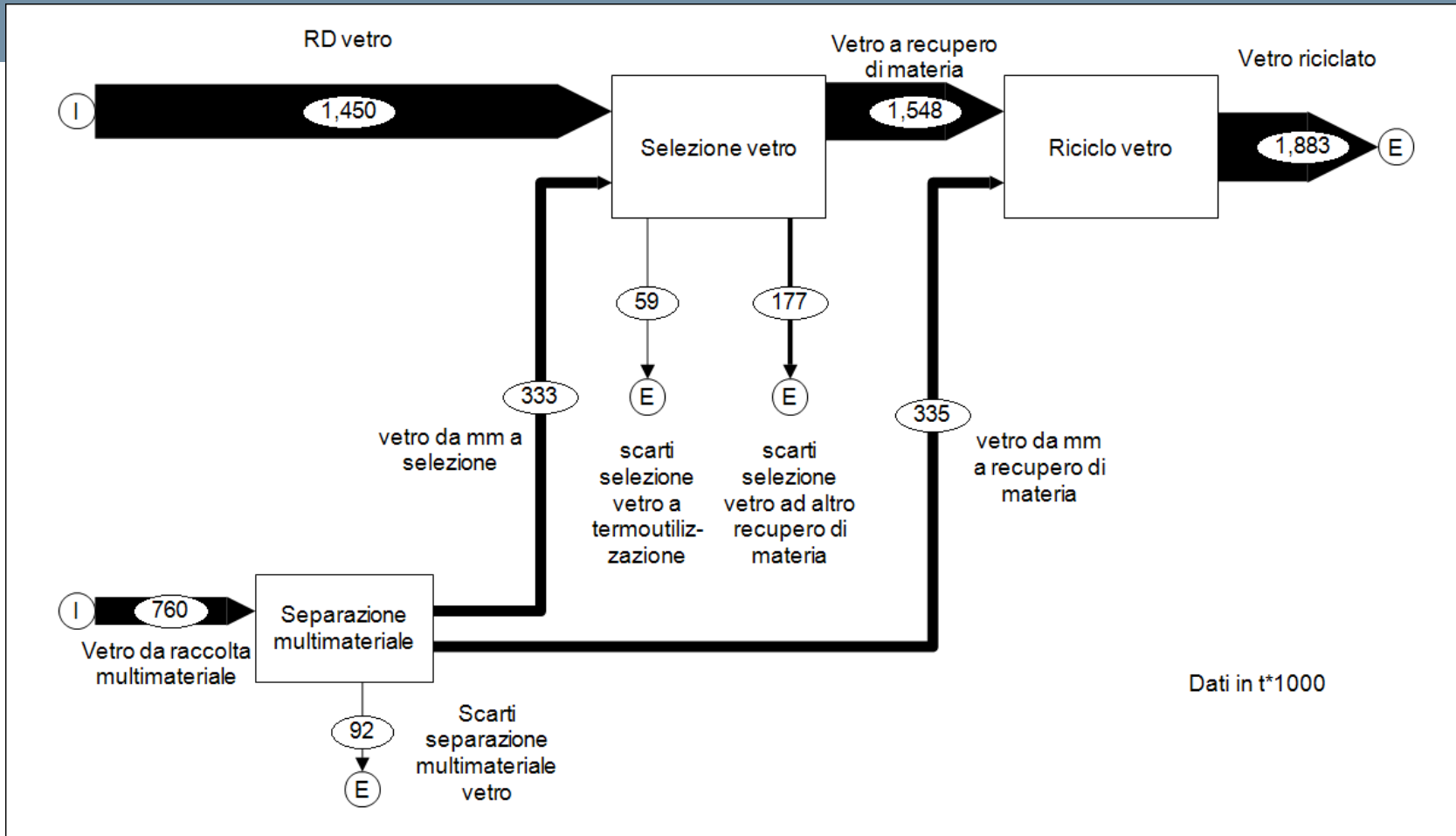


INGEGNERIA  
DELL'AMBIENTE

# RACCOLTA MULTIMATERIALE

	Ripartizione delle principali modalità di raccolta  % peso/peso	Frazioni % peso frazione/peso raccolta					
		Vetro	Pastica	Carta	Ferro	Alluminio	Scarti
Vetro Metalli	23%	93%	-	-	2%	1%	5%
Plastica Metalli	42%	-	71%	-	6%	3%	20%
Vetro Plastica Metalli	25%	66%	12%	-	3%	-	19%
Carta Plastica Vetro Metalli	5%	30%	7%	36%	4%	1%	23%
Carta Plastica Metalli	5%	-	12%	62%	4%	1%	23%

# VETRO

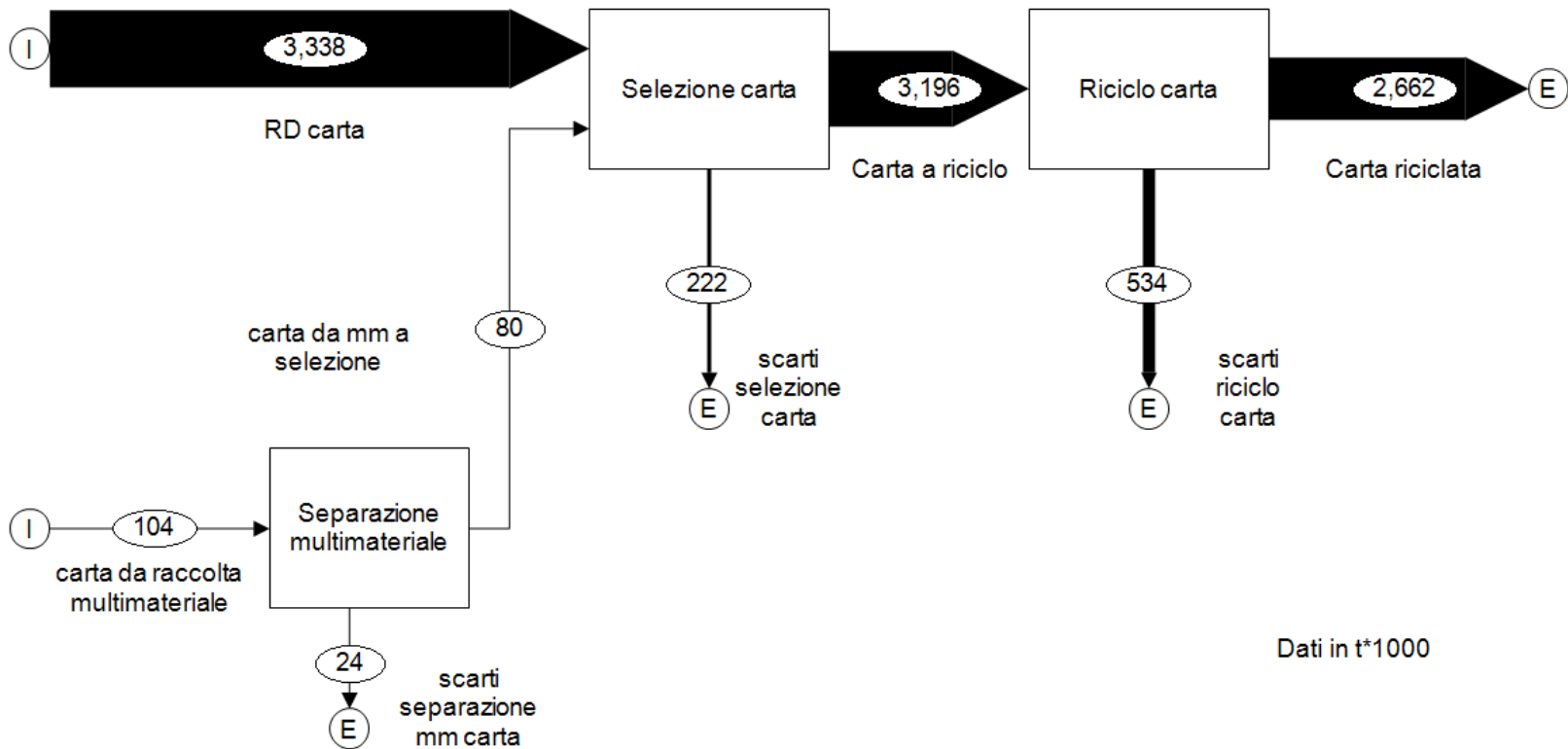


Efficienza di selezione → 87%

Efficienza di riciclo → 100%



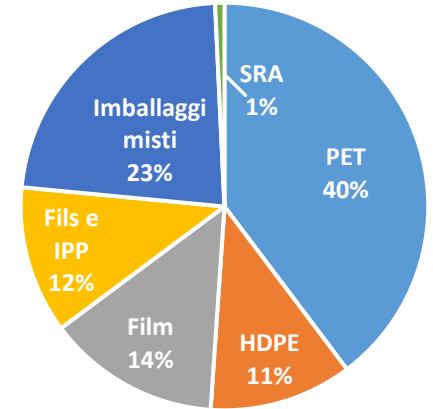
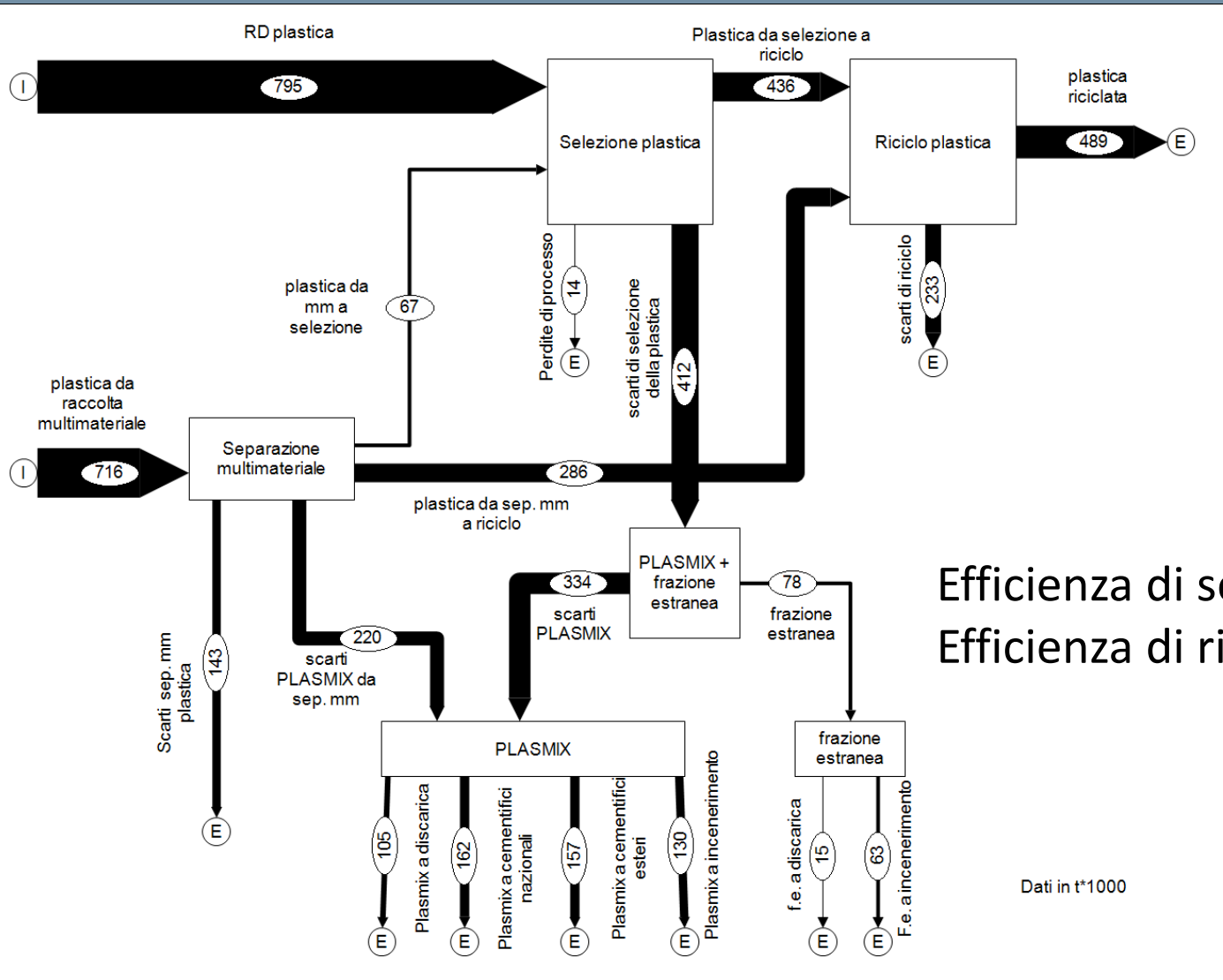
# CARTA



Efficienza di selezione → 94%

Efficienza di riciclo → 83%

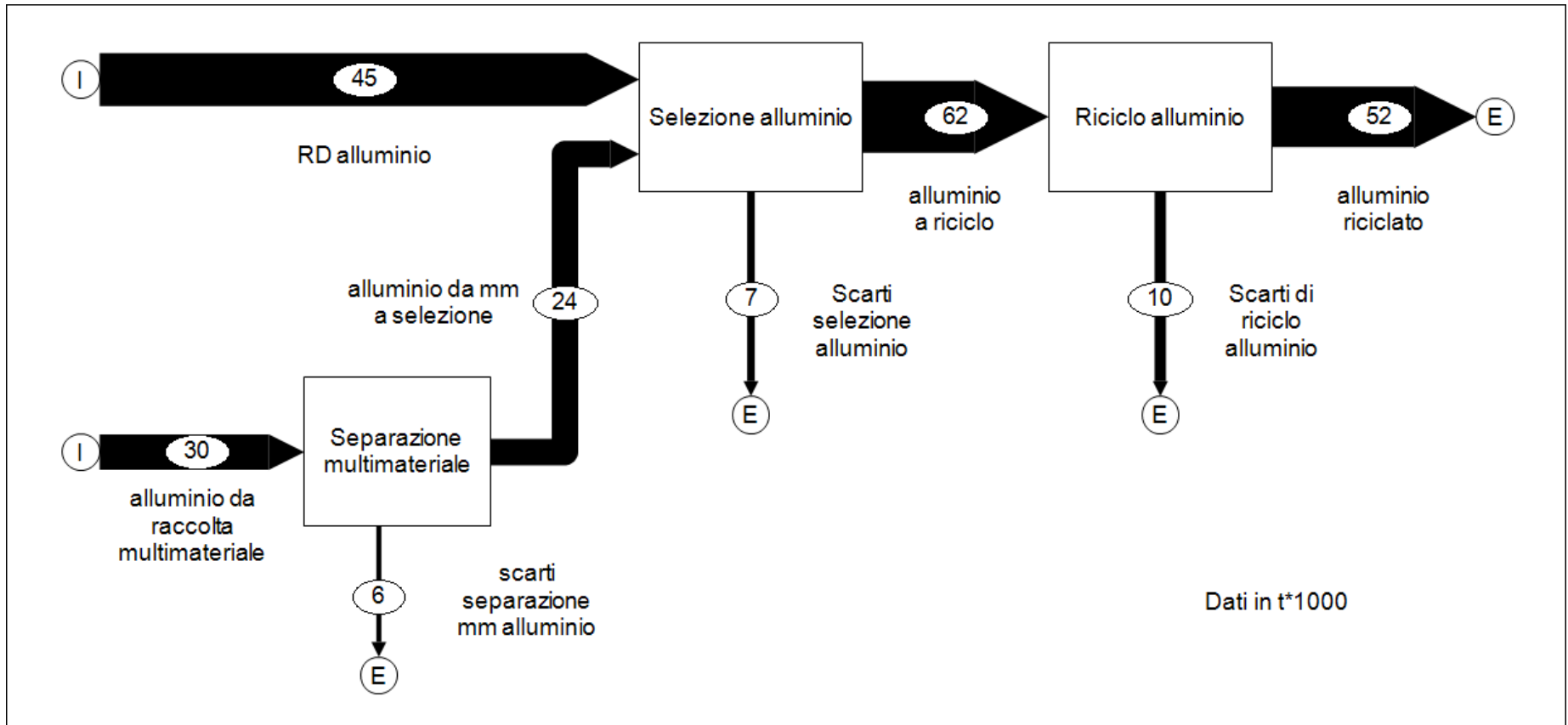
# PLASTICA



Efficienza di selezione → 52%  
 Efficienza di riciclo → 68%

Dati in t\*1000

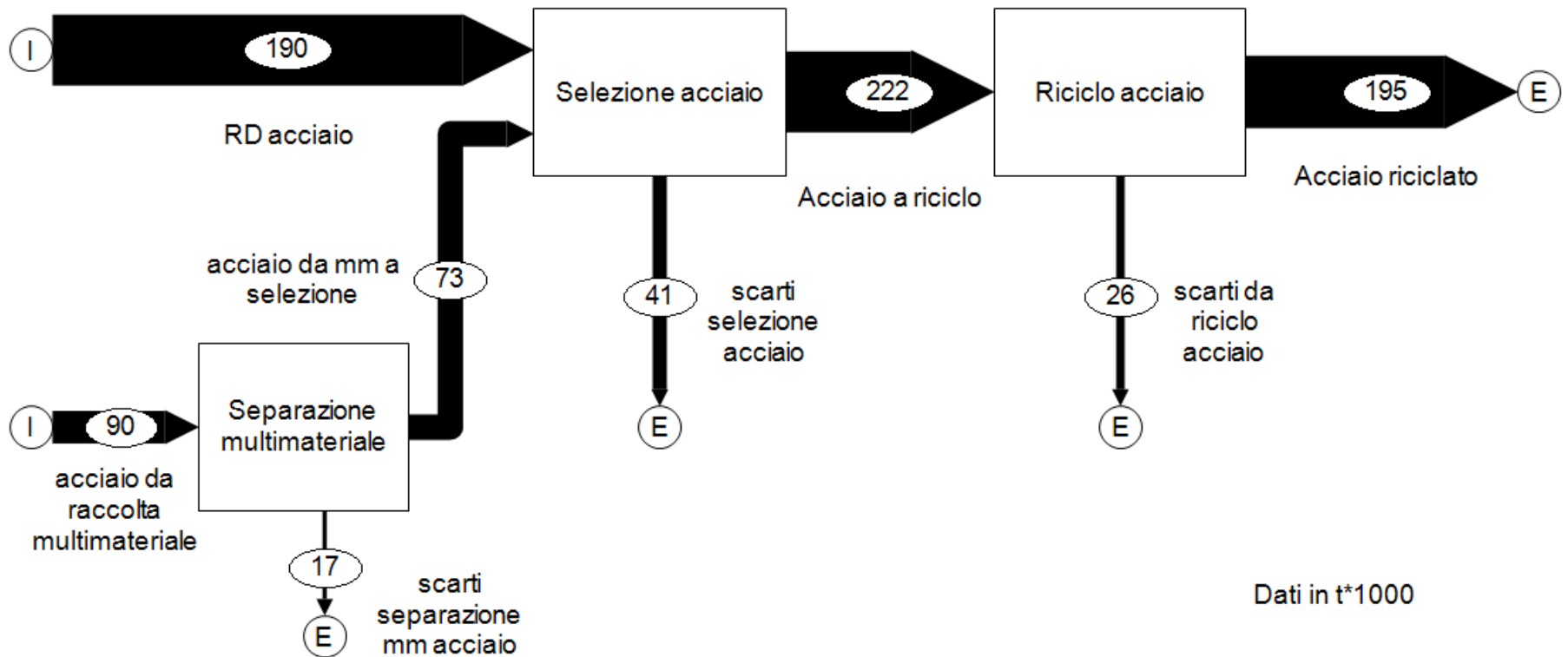
# ALLUMINIO



Efficienza di selezione → 90%

Efficienza di riciclo → 84%

# ACCIAIO

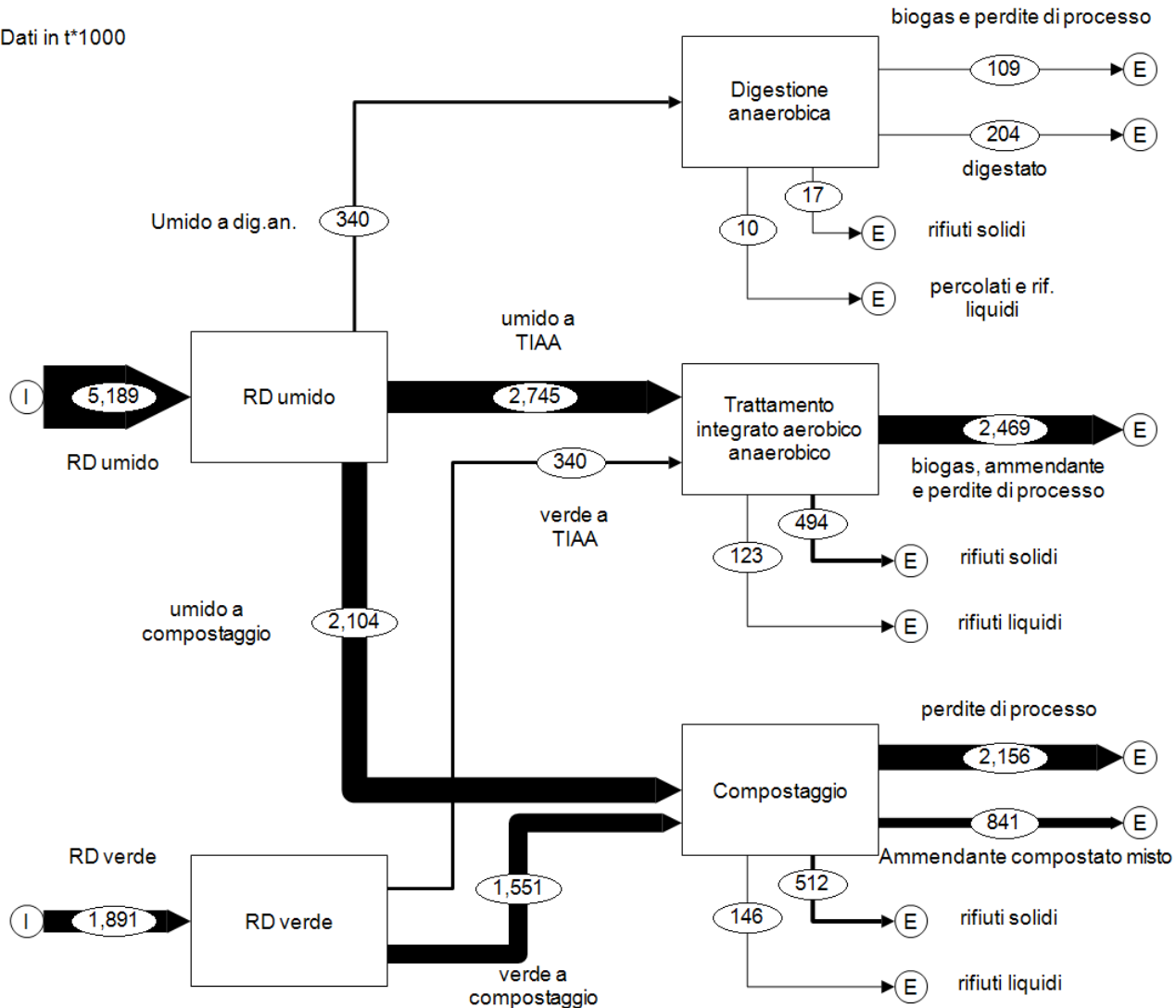


Efficienza di selezione → 84%

Efficienza di riciclo → 88%

# FRAZIONE ORGANICA

Dati in t\*1000

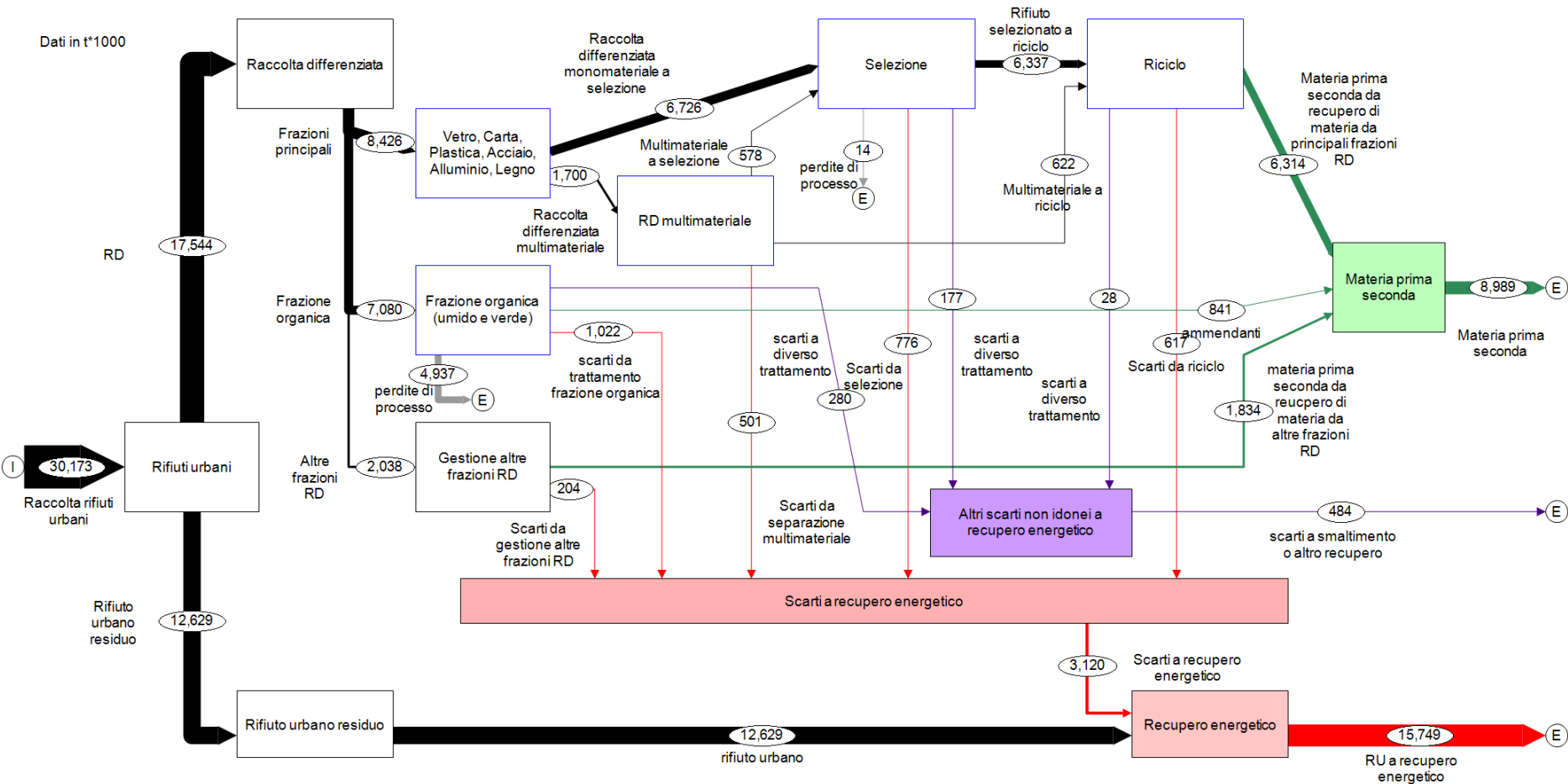


	Comp	DA + post-comp	DA
Residui da FORSU	18%	20%	8%
Residui da verde	1%	1%	n.a.

# SINTESI DEI RISULTATI

	Residui totali	Di cui idonei a recupero energetico
Vetro	14,8%	7,3%
Carta	22,6%	22,6%
Plastica	69,5%	69,5%
Alluminio	30,0%	16,6%
Acciaio	30,4%	20,9%
Legno	8,6%	8,6%
FORSU	18,2%	14,0%
Verde	0,6%	0,6%
<b>TOTALE</b>	<b>20%</b>	<b>17%</b>

# SINTESI DEI RISULTATI



# CONTENUTI

---

- ✓ Raccolta differenziata, riciclo e recupero in Lombardia
- ✓ Gli scarti da selezione e riciclo
- ✓ **Le principali criticità**



# RECYCLING VS. “DOWNCYCLING”

**Plastica, carta e legno** vengono progressivamente degradati durante il riciclo

→ “downcycling”

→ sostituzione «1 a <1» con i corrispondenti materiali vergini

**Acciaio, alluminio e vetro** non vengono degradati durante il riciclo

→ materiali “permanenti”

→ sostituzione «1 a 1» con i corrispondenti materiali vergini

Recenti evidenze scientifiche stanno mettendo in dubbio questa seconda fattispecie

# RECYCLING VS. “DOWNCYCLING”

## Ferro e acciaio

- Le impurità di **rame e stagno** non vengono rimosse nel processo di fusione e pertanto si accumulano progressivamente (*Nakamura et al., 2012*)

## Alluminio

- La qualità dell'alluminio secondario dipende dal suo livello di **ossidazione** e dal contenuto di alliganti (*Biganzoli and Grosso, 2013; Nakajima et al., 2010*)

## Plastica

- **Stabilizzanti** come cadmio, piombo e stagno, **additivi** come cromo e **ritardanti di fiamma**, possono contaminare i prodotti riciclati (*Kral et al., 2013; Pivnenko et al. 2013*)

## Carta

- **Oli minerali** possono contaminare il cartoncino, limitando il suo utilizzo nel settore degli imballaggi alimentari (*Kral et al., 2013; Pivnenko et al. 2013*)

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**

**mario.grosso@polimi.it**



Assessment on WAsTe  
and REsources

