



POLITECNICO
MILANO 1863

Impianti di selezione e riciclo: tecnologie, prestazioni, criticità



Assessment on WASTE
and RESOURCES

Prof. Mario GROSSO

Palermo, 7 marzo 2022

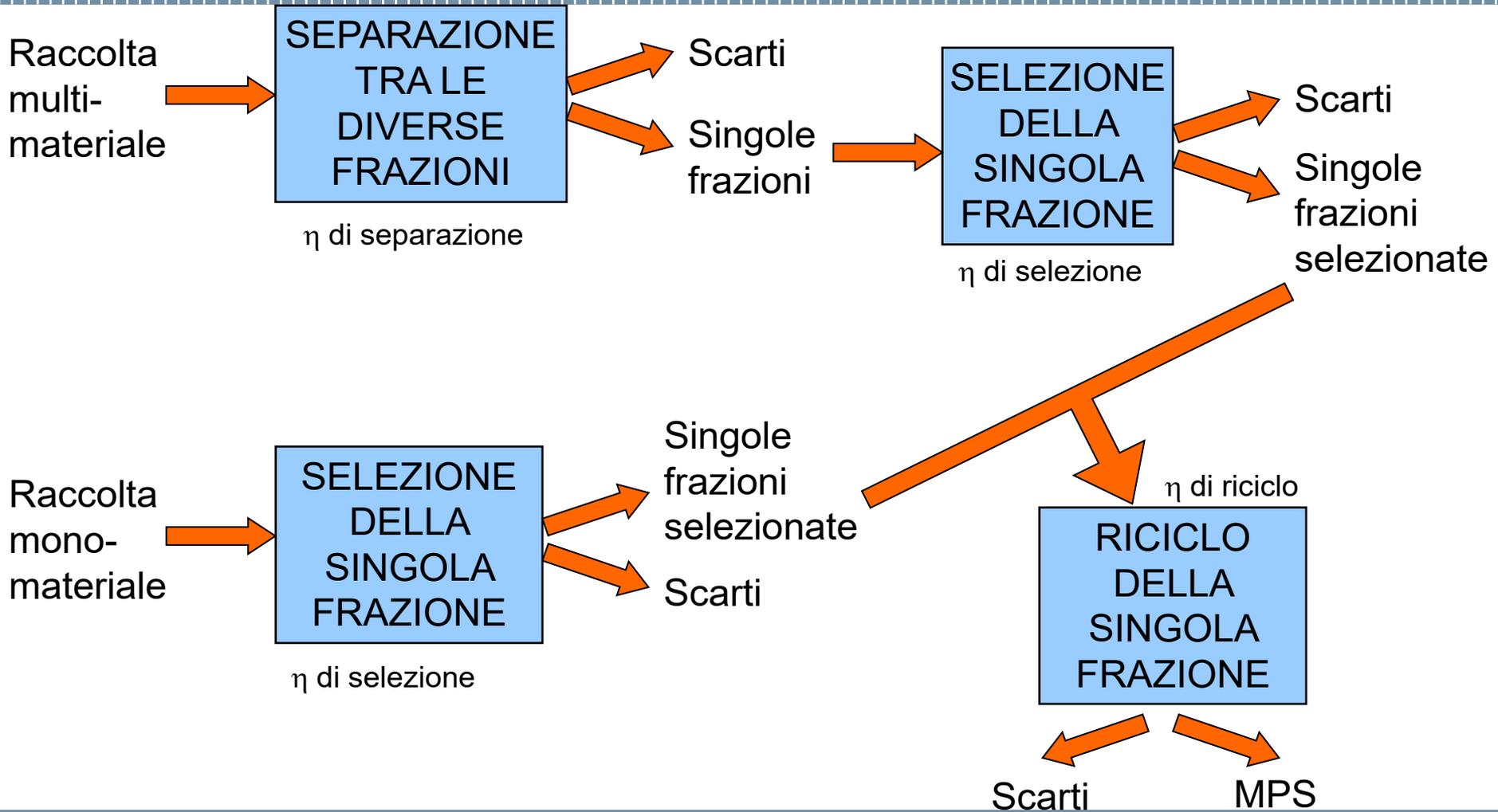
CONTENUTI

- ✓ 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)

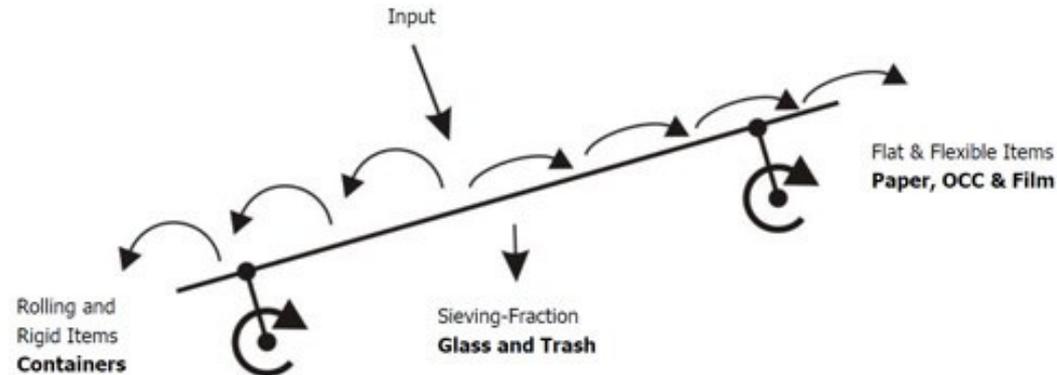
Piccolo: flusso costituito da materiali eterogenei: può contenere tappi, frammenti di film, diversi tipi di impurità (metalli, tessili, carta ecc.)

SELEZIONE DELLA PLASTICA

Vagliatura balistica (per forma)

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

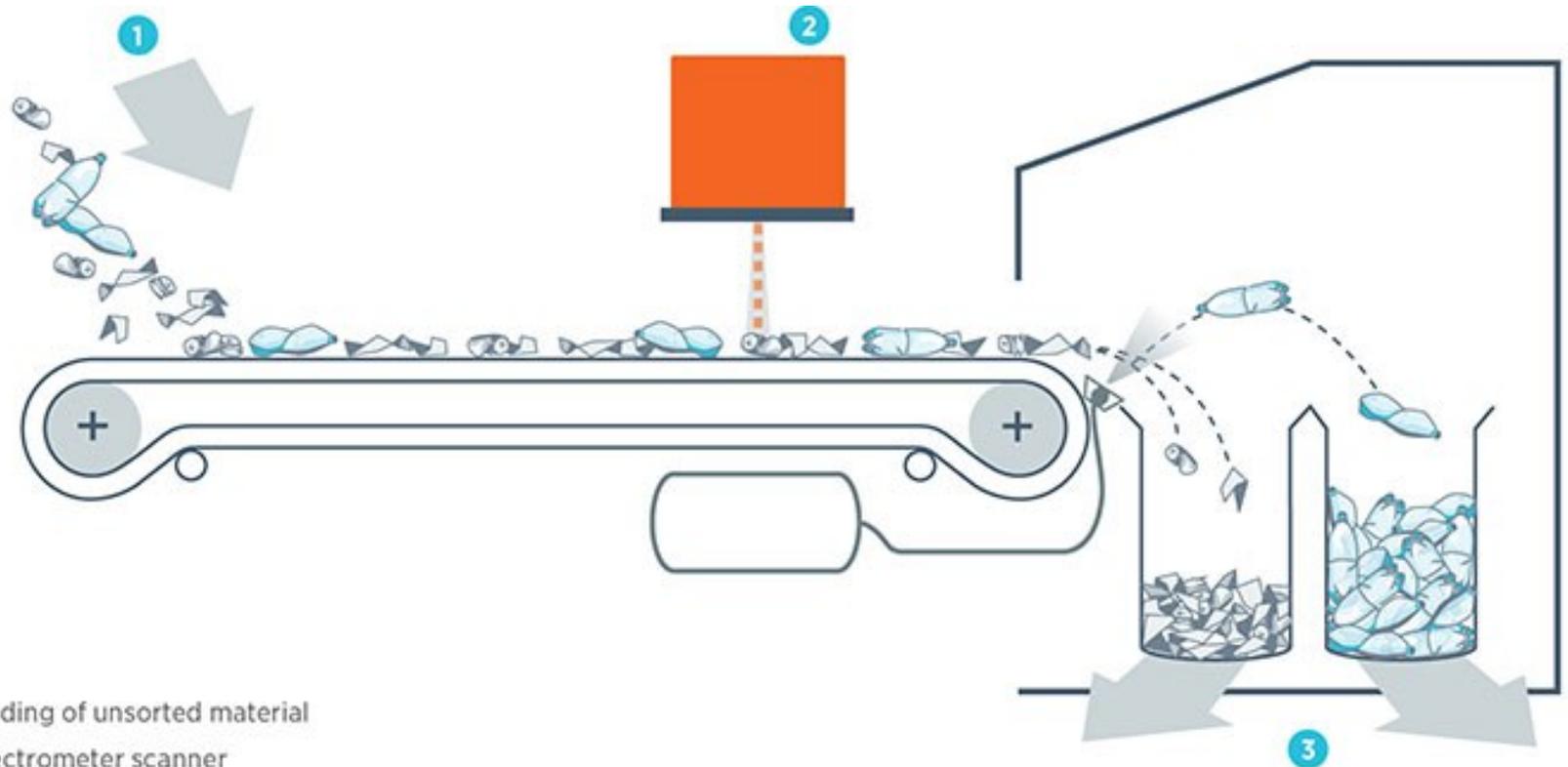
- I corpi tridimensionali (es. bottiglie o flaconi), rotolano verso il basso
- I corpi bidimensionali (es. film), aiutati da una corrente d'aria generata da ventilatori, risalgono il fondo del vaglio



Separazione «2D vs. 3D»

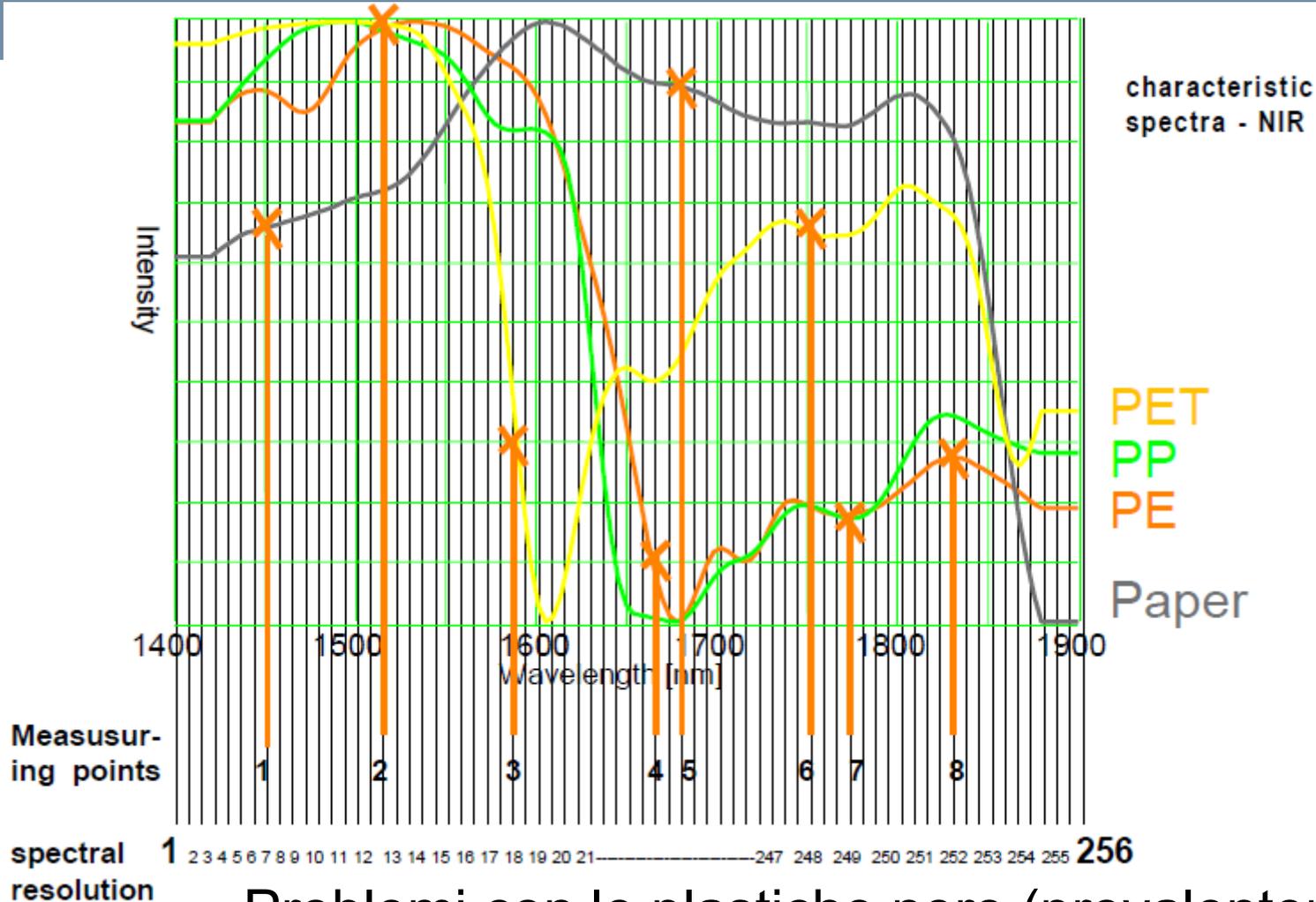
SELEZIONE DELLA PLASTICA

Sensori NIR per separazione per polimero e per colore



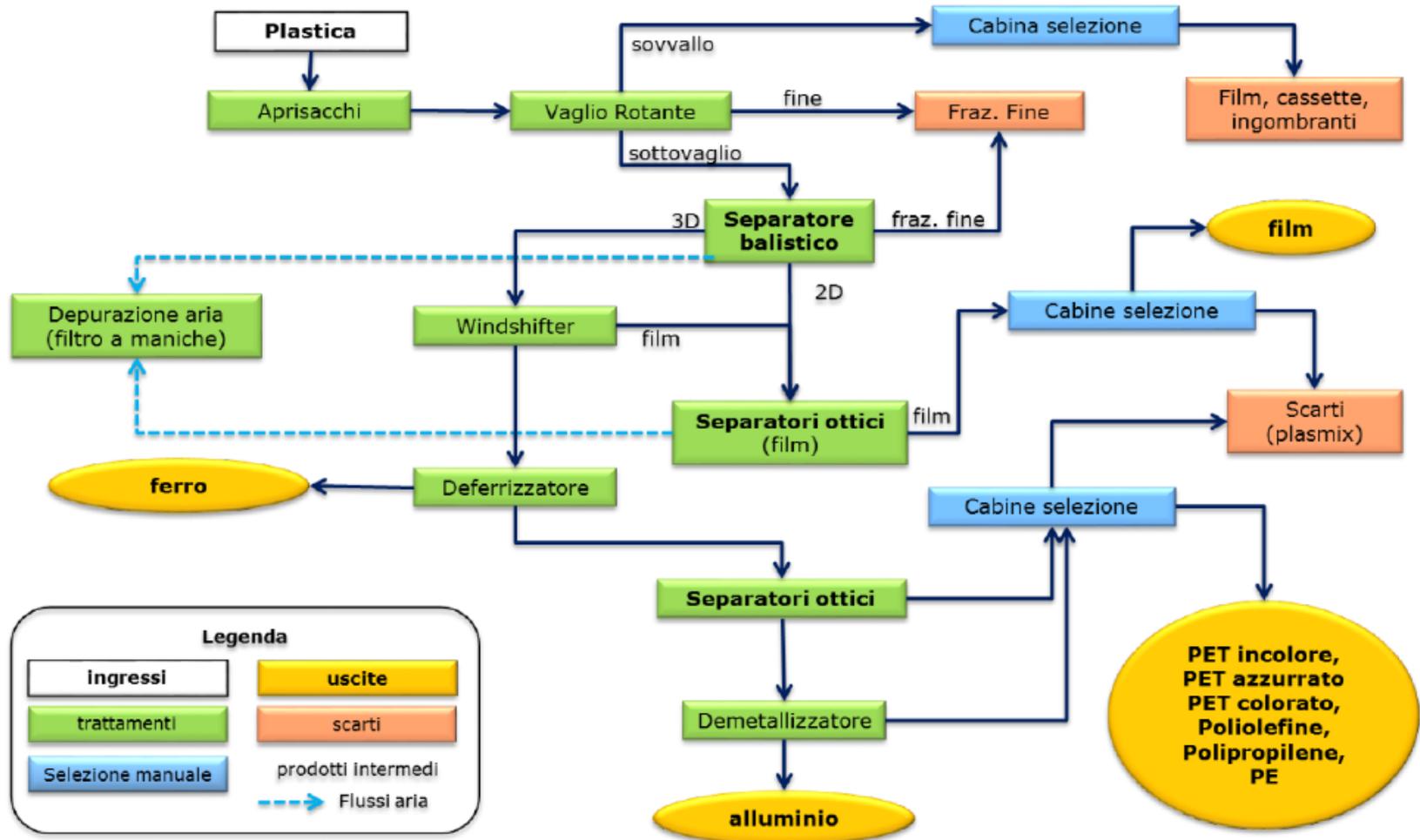
- 1 Feeding of unsorted material
- 2 Spectrometer scanner
- 3 Separation chamber

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%

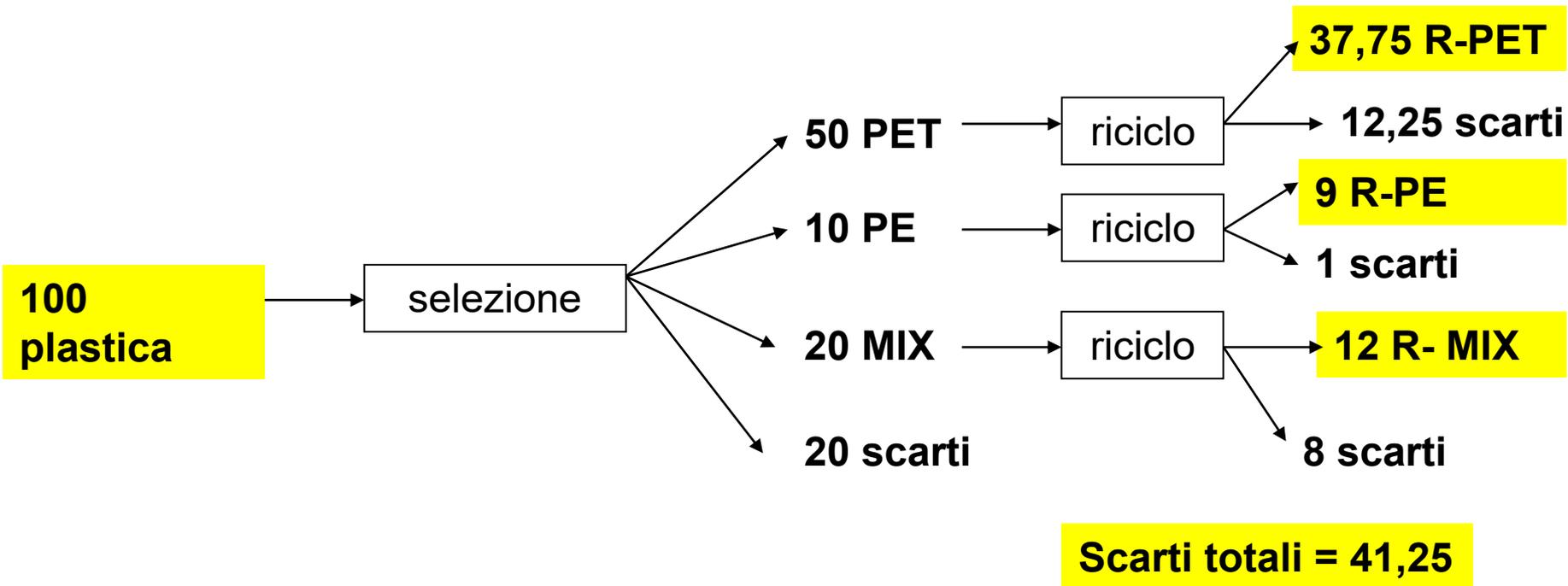
Da raccolta monomateriale

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^{1,*}, Mario Grosso¹

¹ Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Milano.

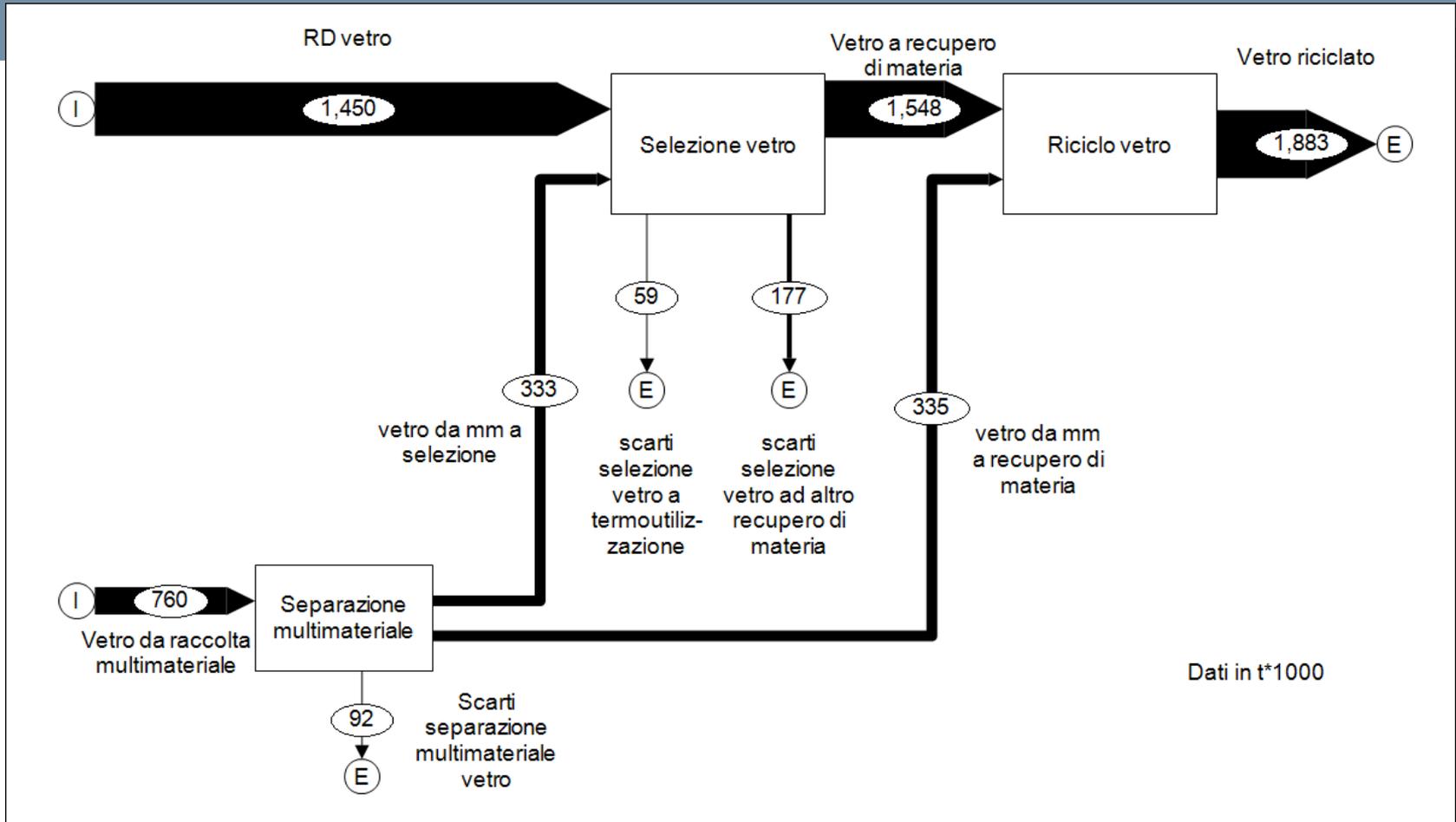


INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE

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%

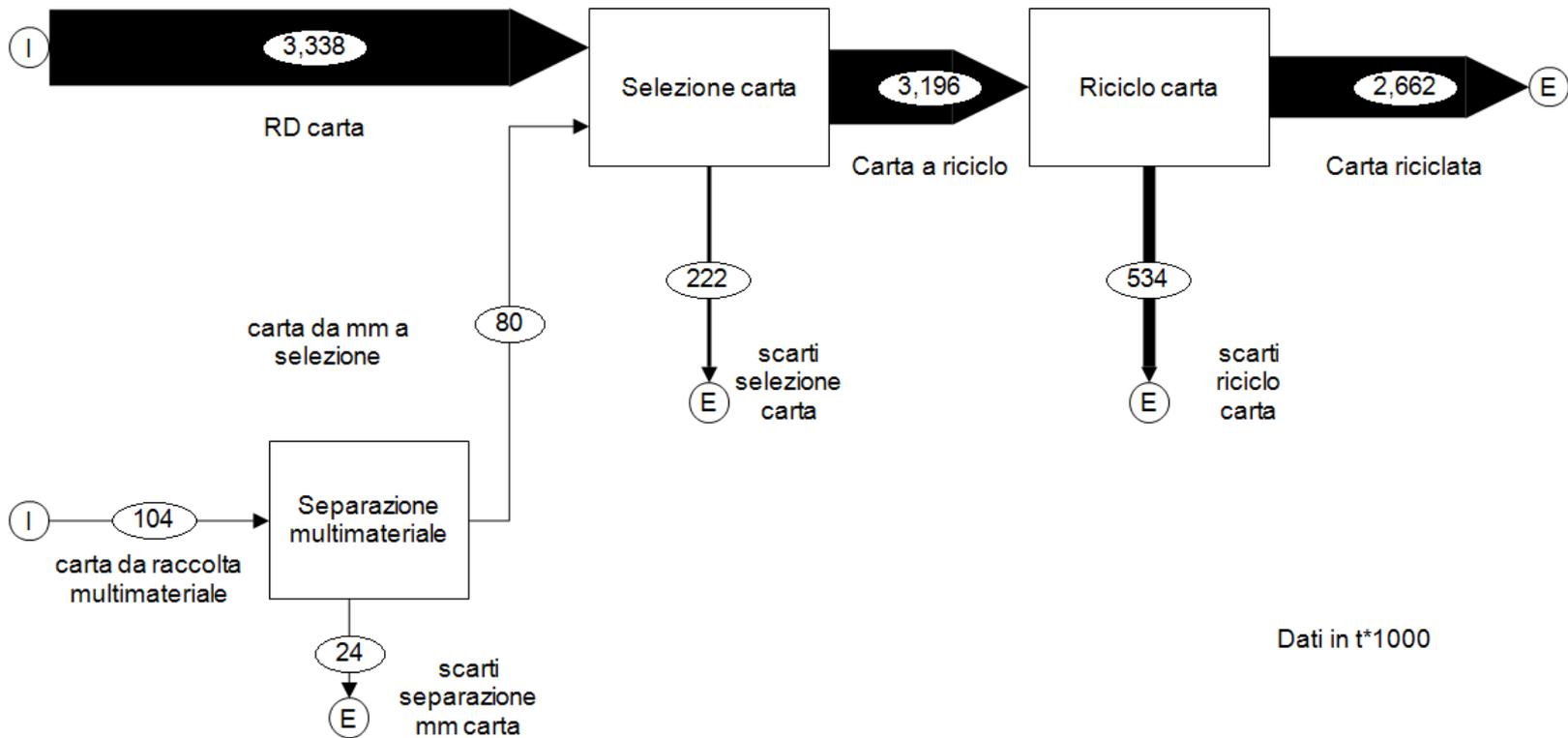
VETRO



Efficienza di selezione → 87%

Efficienza di riciclo → 100%

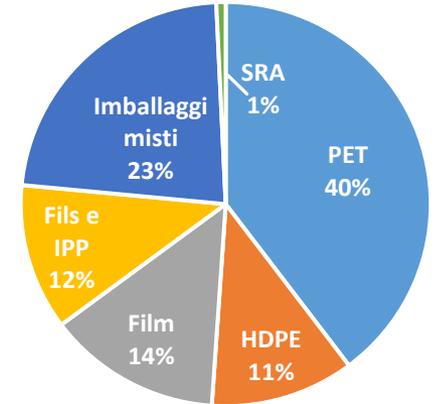
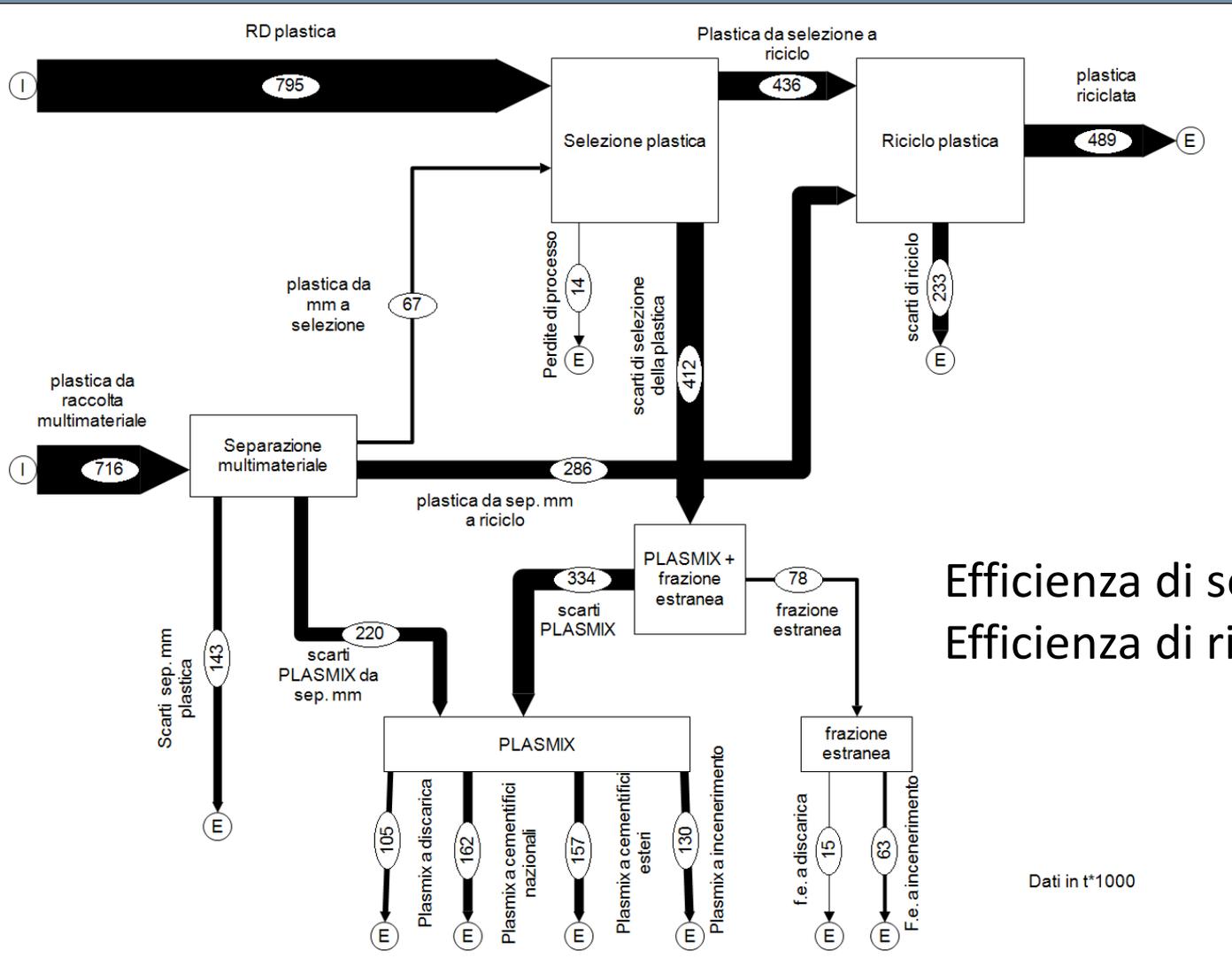
CARTA



Efficienza di selezione → 94%

Efficienza di riciclo → 83%

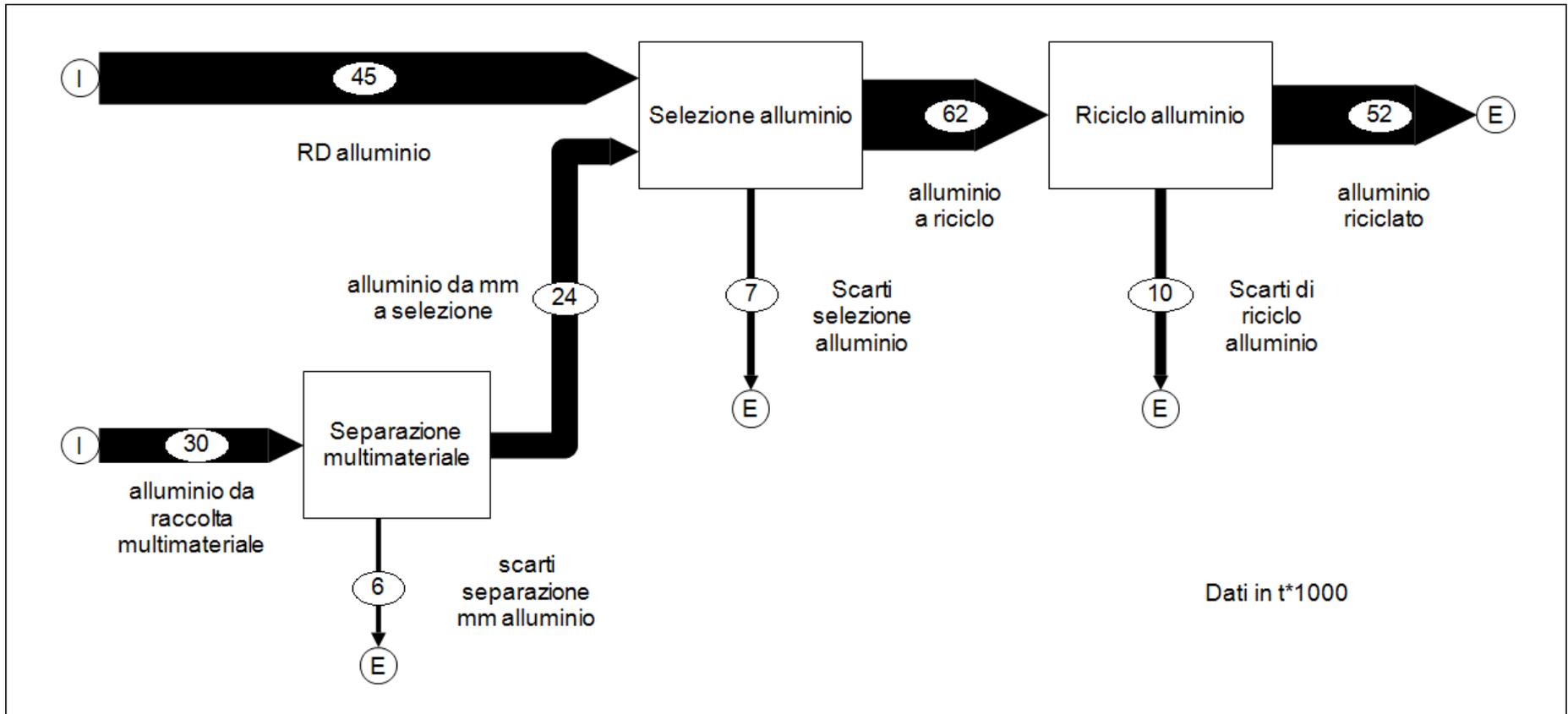
PLASTICA



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

Dati in t*1000

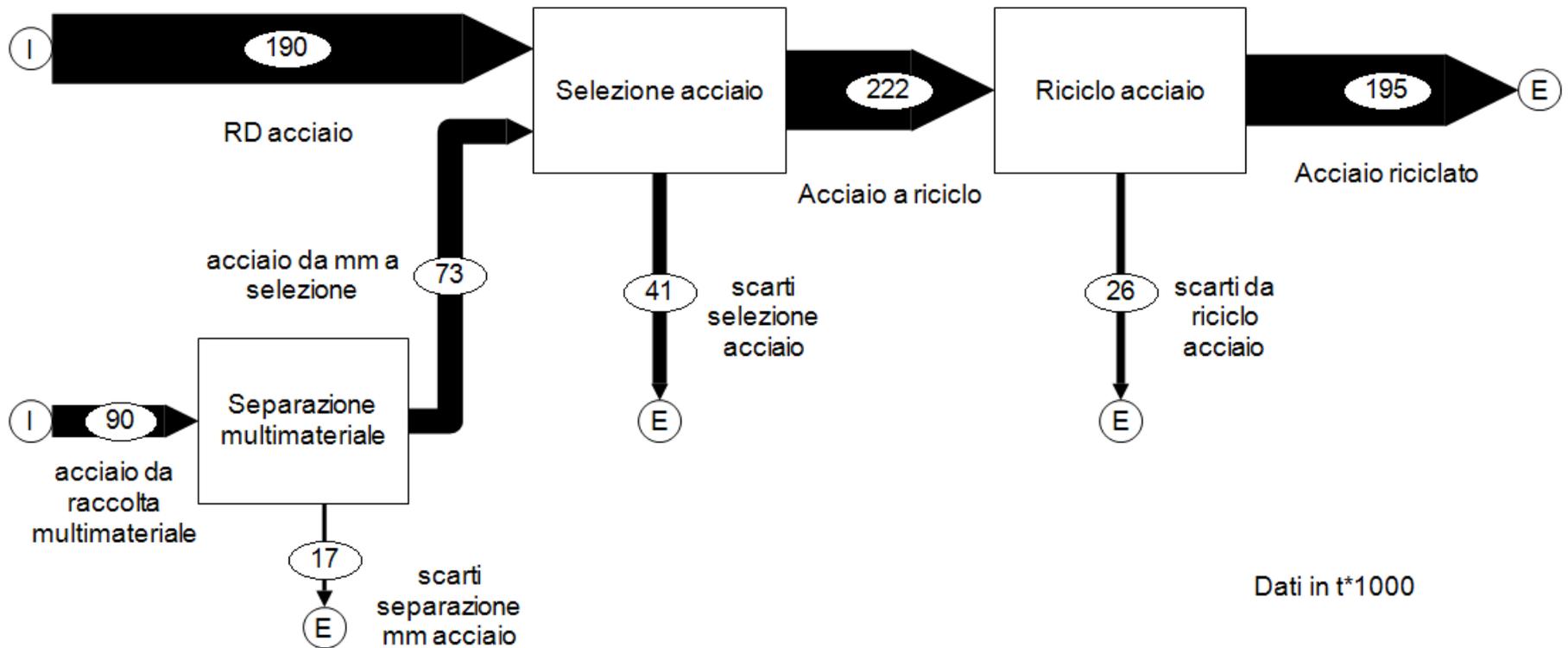
ALLUMINIO



Efficienza di selezione → 90%

Efficienza di riciclo → 84%

ACCIAIO

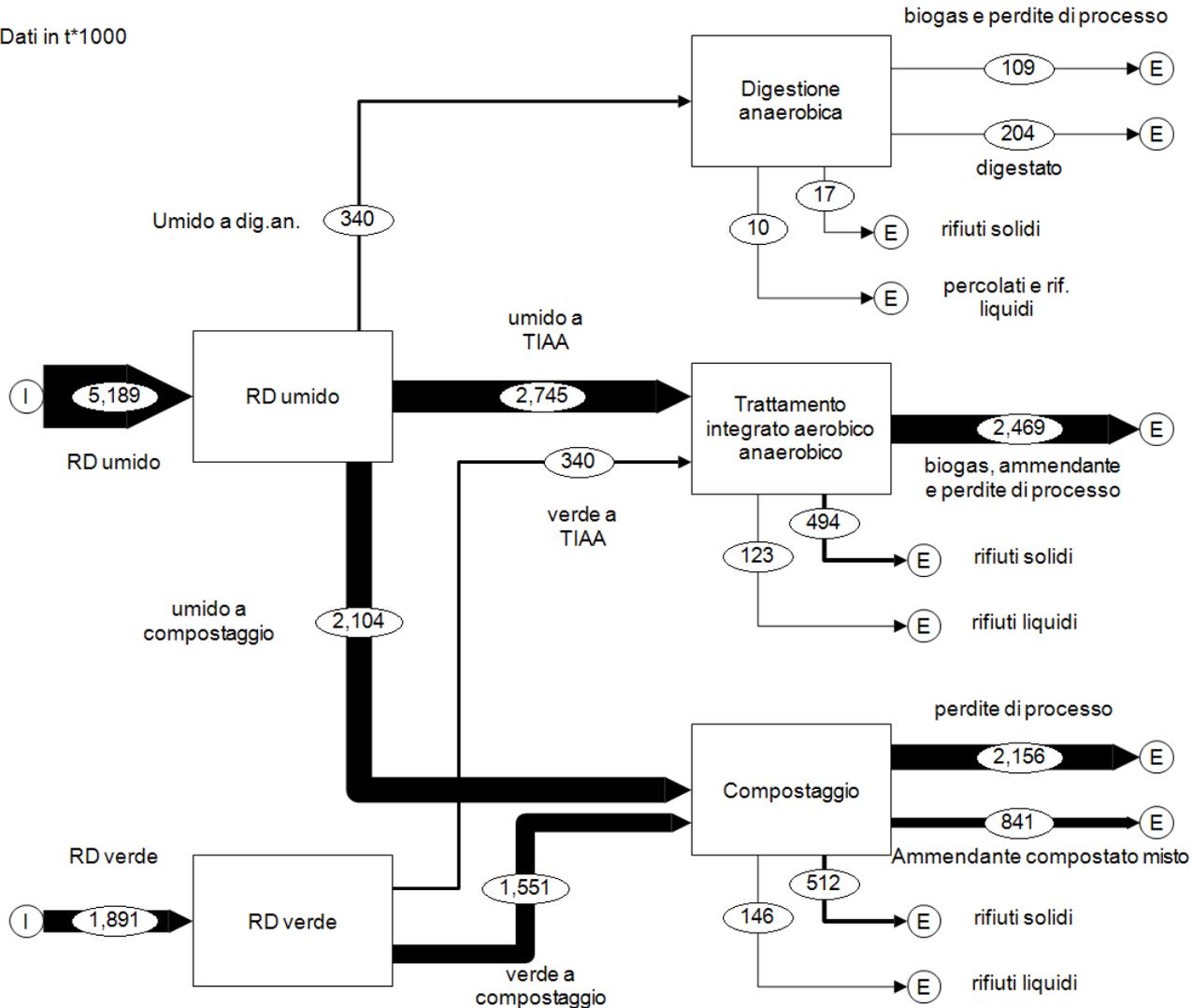


Efficienza di selezione → 84%

Efficienza di riciclo → 88%

FRAZIONE ORGANICA

Dati in t*1000

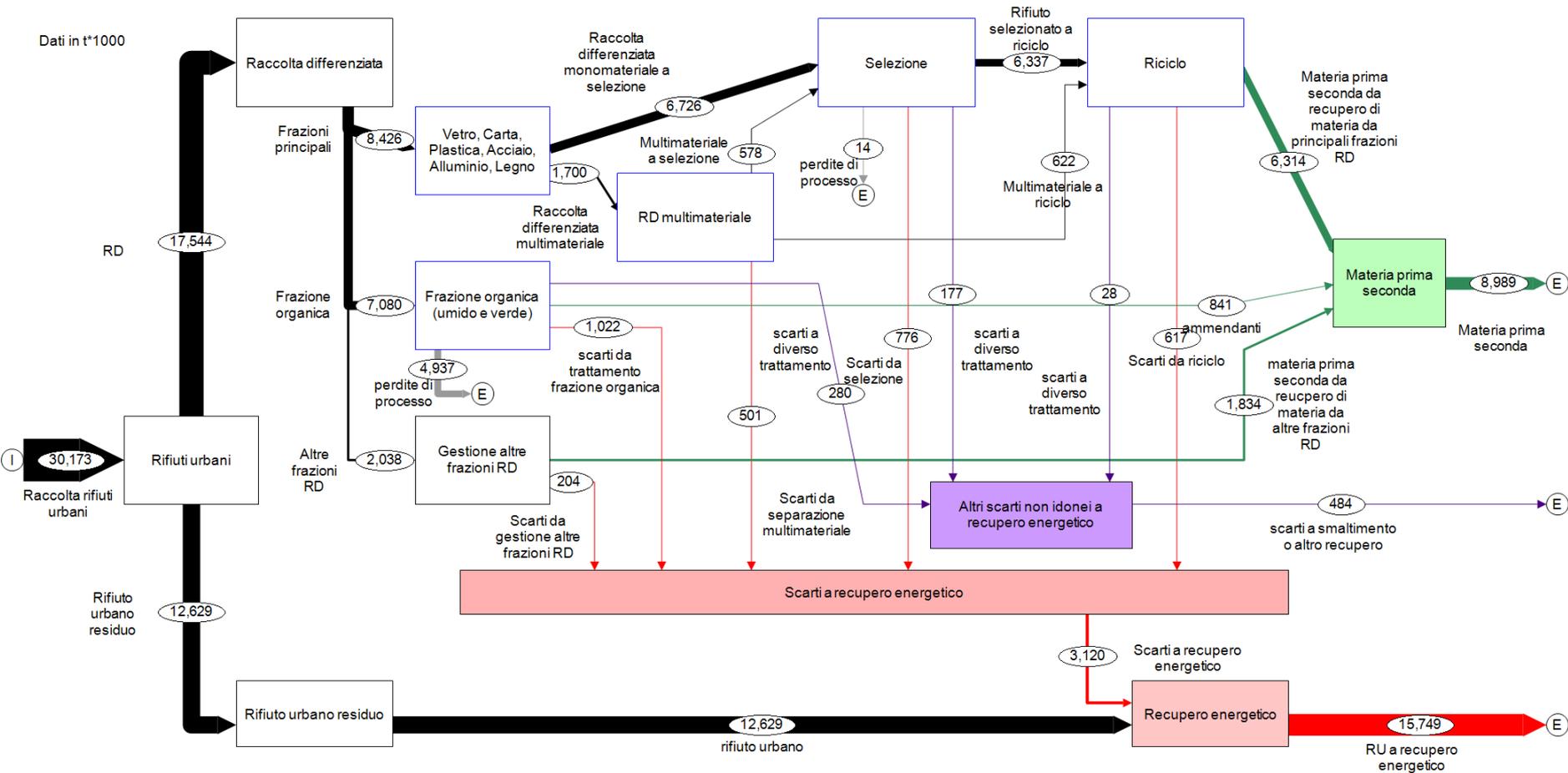


	Comp	DA + post-comp	DA
Residui da FORSU	18%	20%	8%
Residui da verde	1%	1%	n.a.

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%
TOTALE	20%	17%

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

