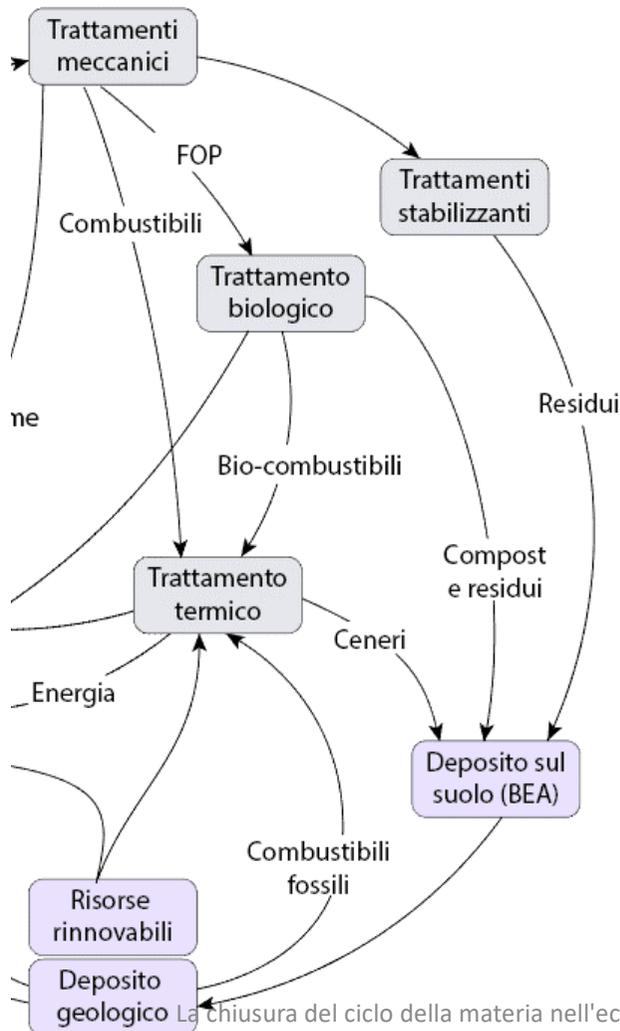


La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare: opportunità e criticità

Maria Cristina Lavagnolo

mariacristina.lavagnolo@unipd.it

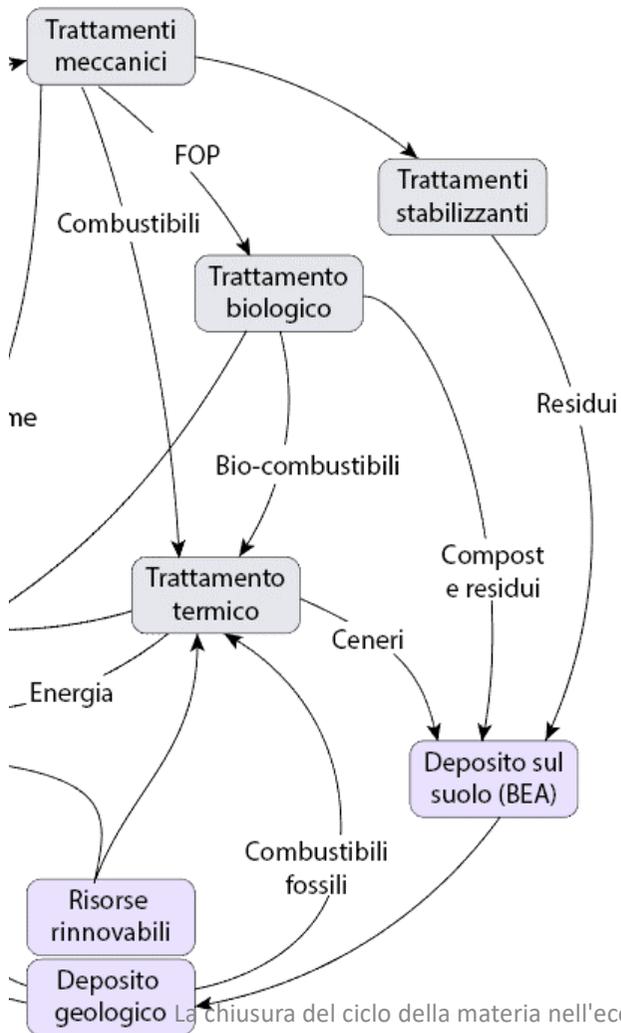


1222-2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

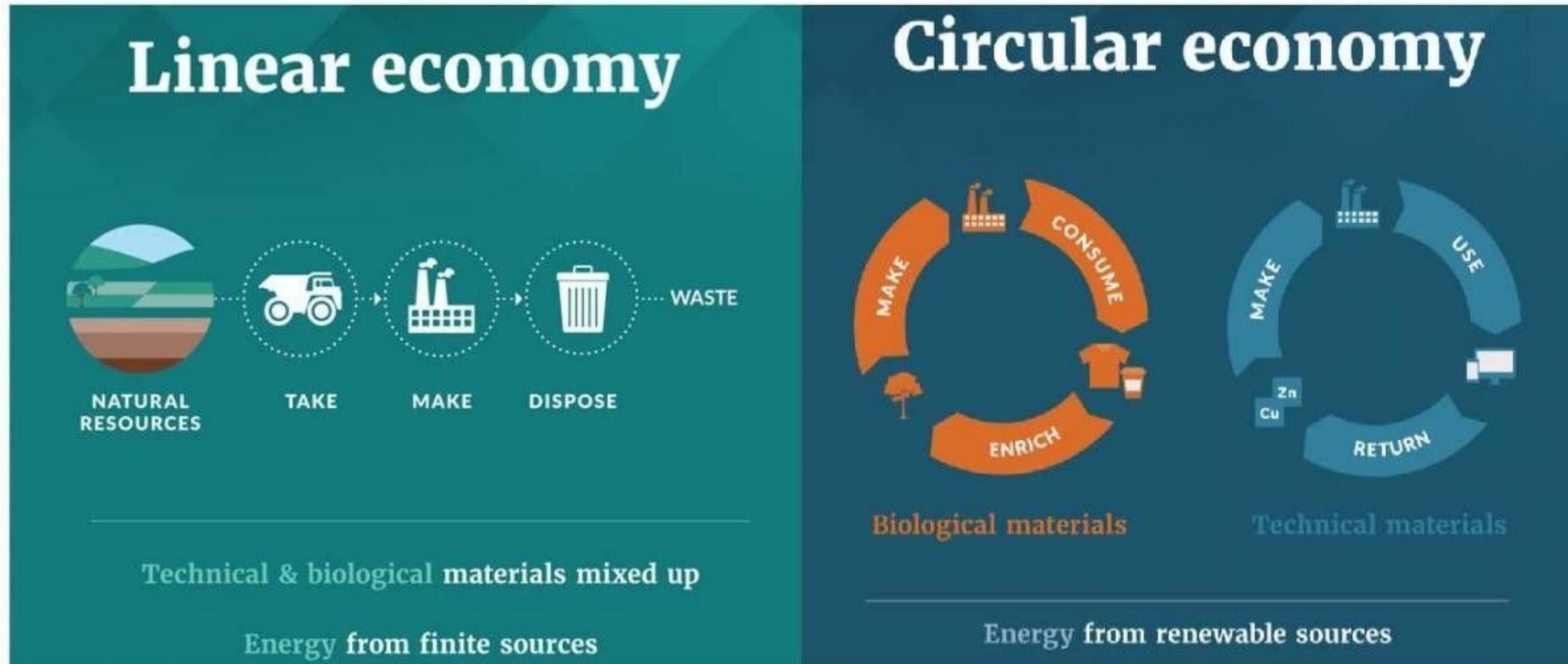




La chiusura del ciclo della materia nell' economia circolare

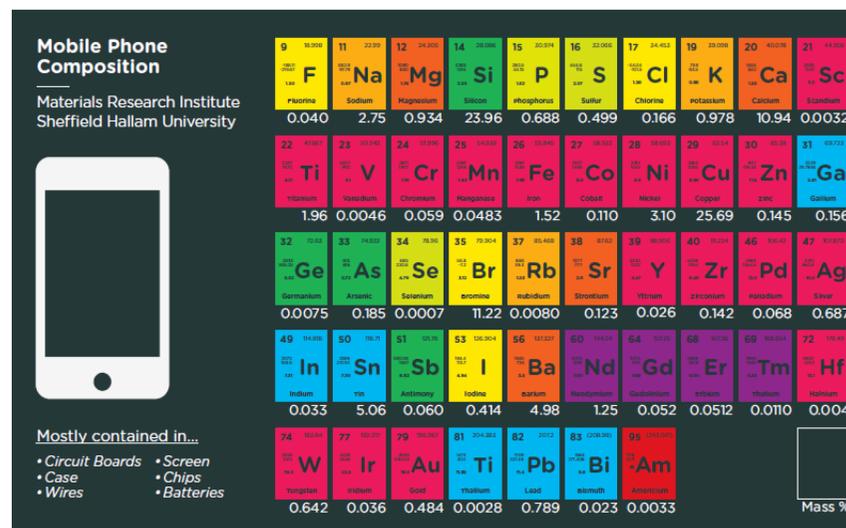
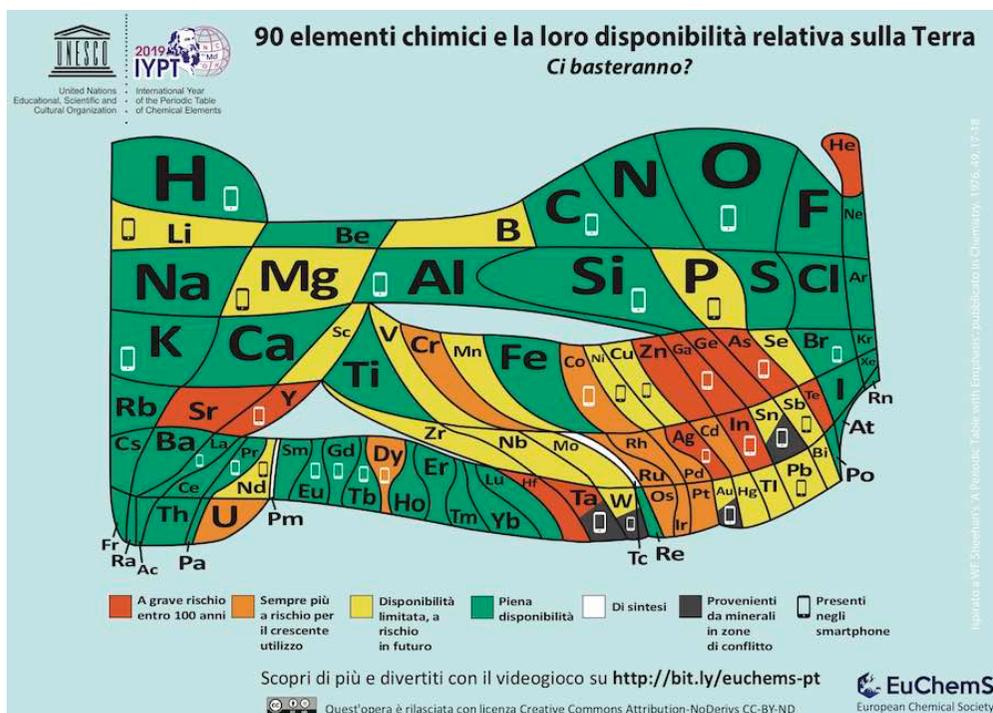
perché?
chiusura del ciclo?
come?
quale messaggio?

L'economia circolare: perché?



(Ellen Macarthur Foundation, 2018)

Insostenibilità della visione lineare: indisponibilità delle risorse non rinnovabili



La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

Insostenibilità della visione lineare: produzione di rifiuti (kg/ab/d)

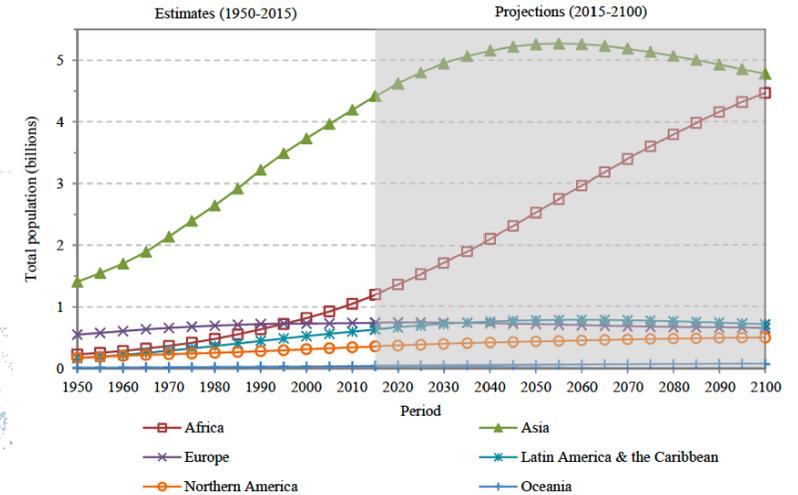
0-0.49 0.50-0.99 1.00-1.49 Greater than 1.50 No data



<http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>



Figure 3. Population by region: estimates, 1950-2015, and medium-variant projection, 2015-2100



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision*. New York: United Nations.

The world generates 2.01 billion tonnes of municipal solid waste annually, with at least 33 percent not managed in an environmentally safe manner

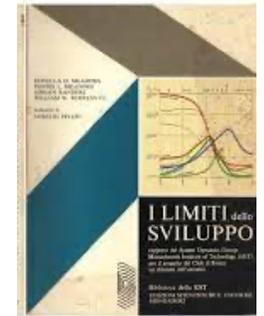
La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

L'economia circolare: la storia



1968 – fondato da Aurelio Peccei e Alexander King

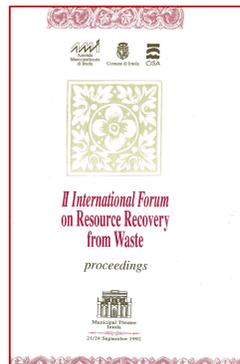
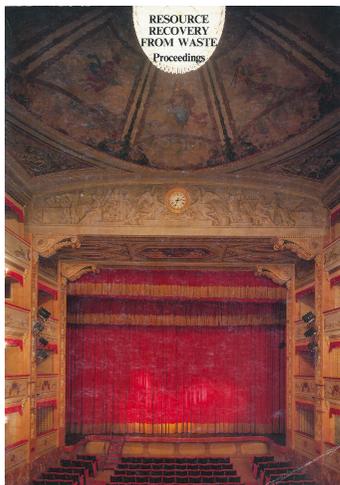
1972 - **Rapporto sui limiti dello sviluppo**, Rapporto Meadows: prediceva che la crescita economica non potesse continuare indefinitamente a causa della limitata disponibilità di risorse naturali



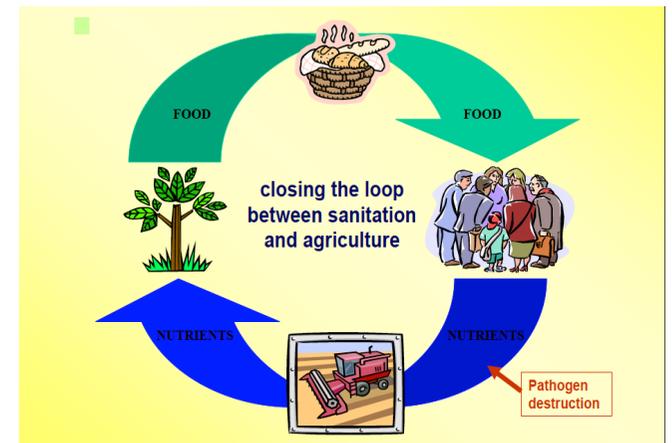
1987 – **Rapporto Brundtland**, Sviluppo sostenibile

lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri

1990 – **IMOLA, RECUPERO DI RISORSE DAI RIFIUTI**

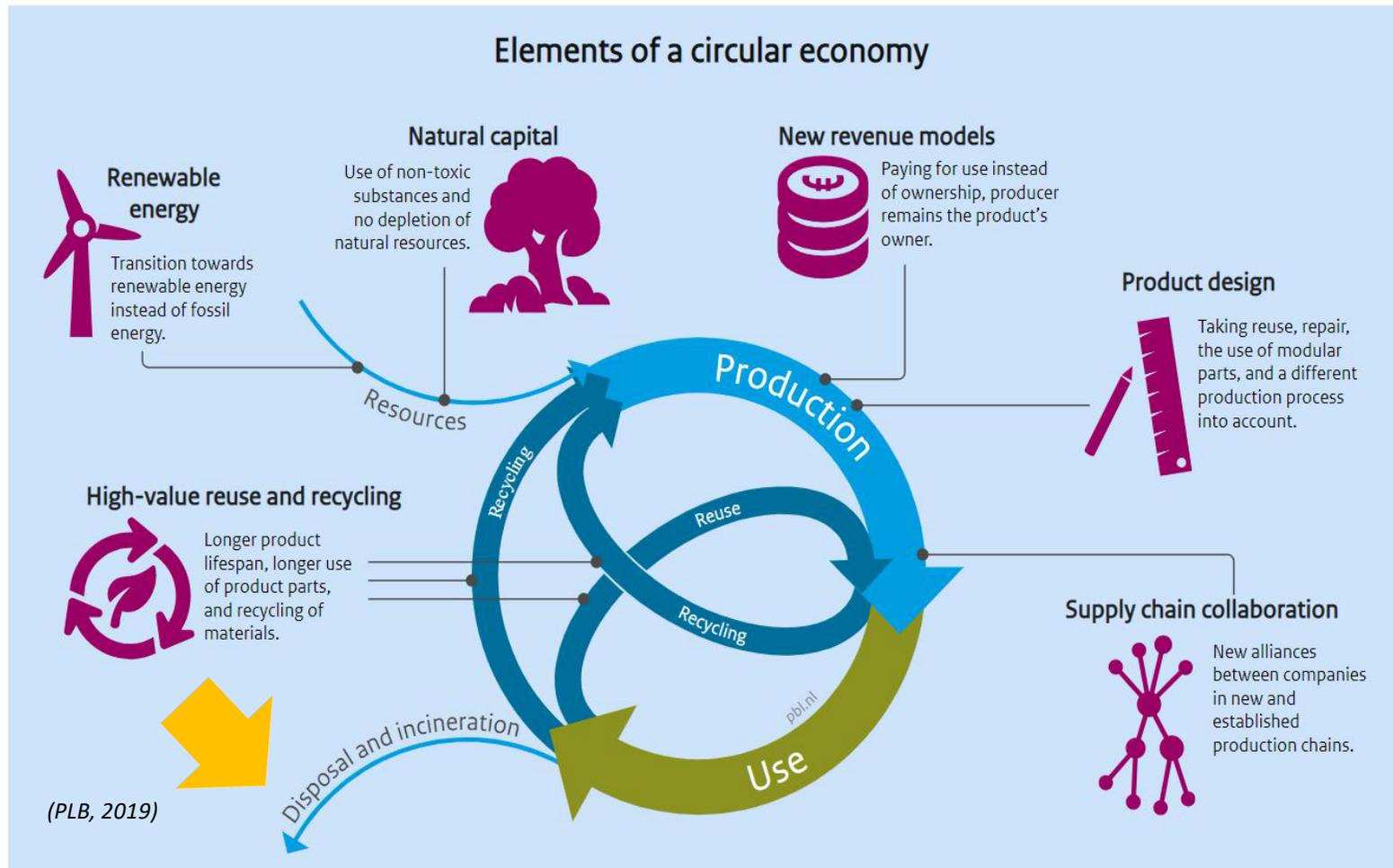


1997 – **IWA, ECOSAN**



La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

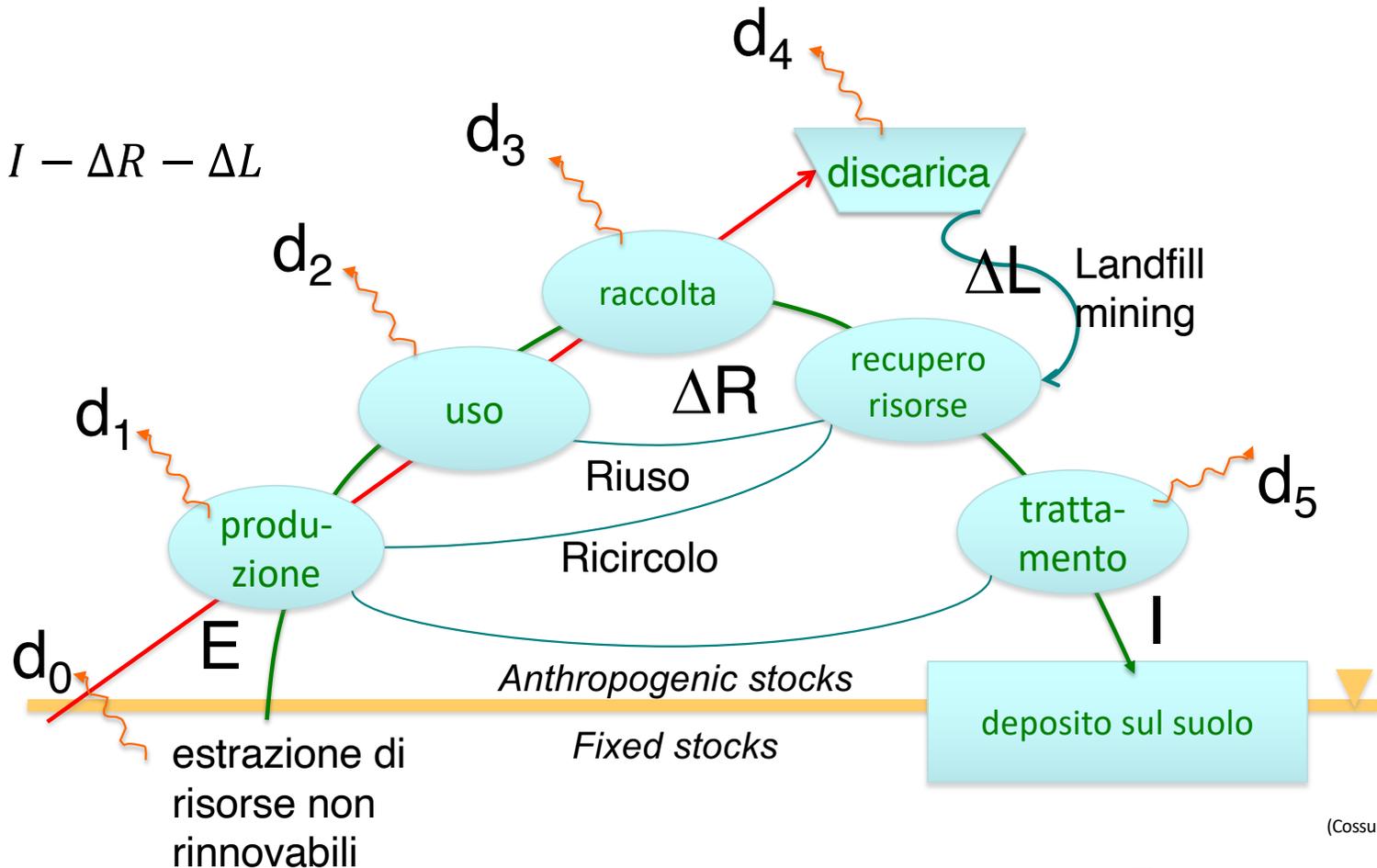
L'economia circolare



Ciclo della materia - legge di Lavoisier: $E = I + \sum_{k=1}^n d_k + \Delta R + \Delta L$

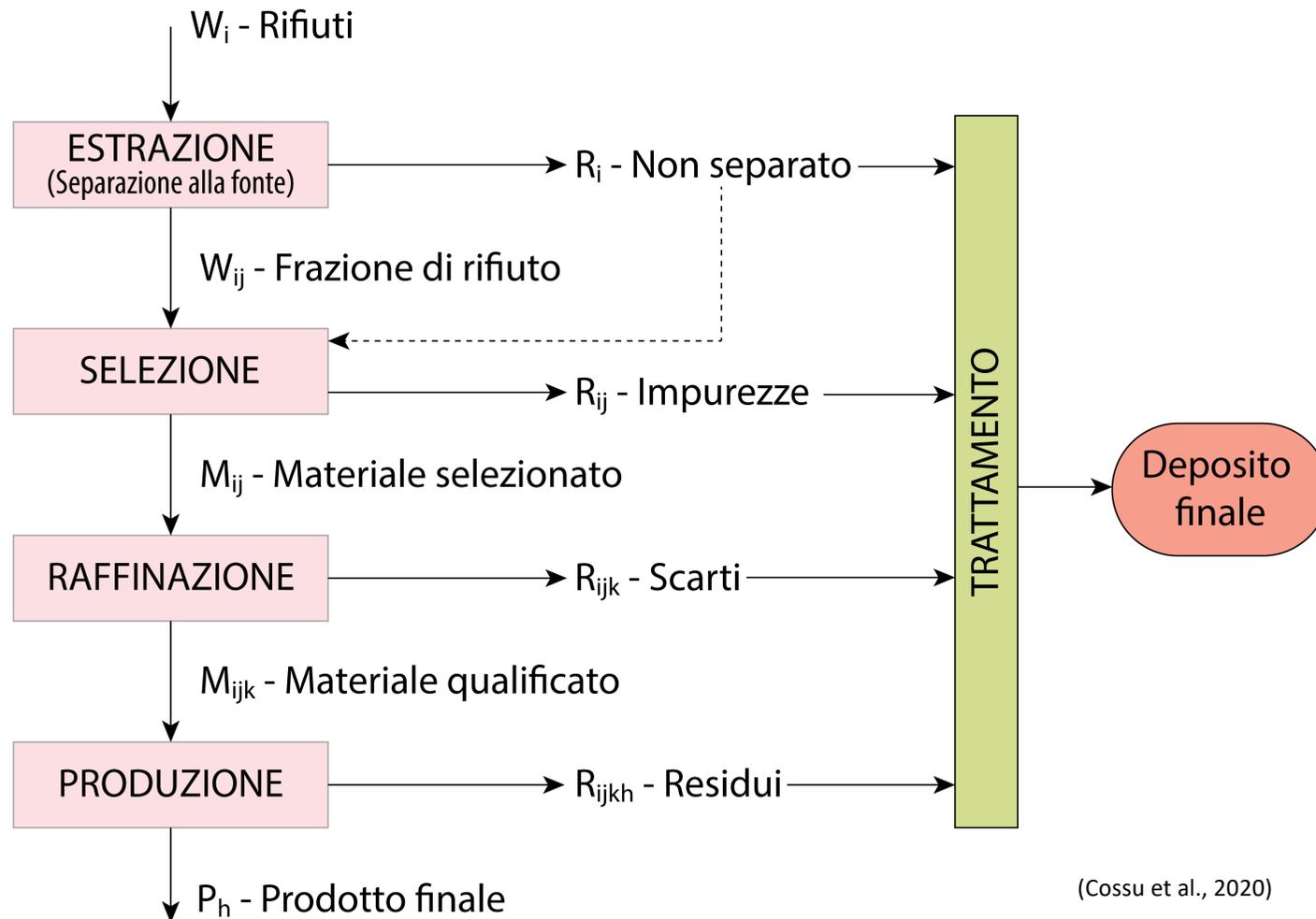
emissioni :

$$\sum_{k=1}^n d_k = E - I - \Delta R - \Delta L$$



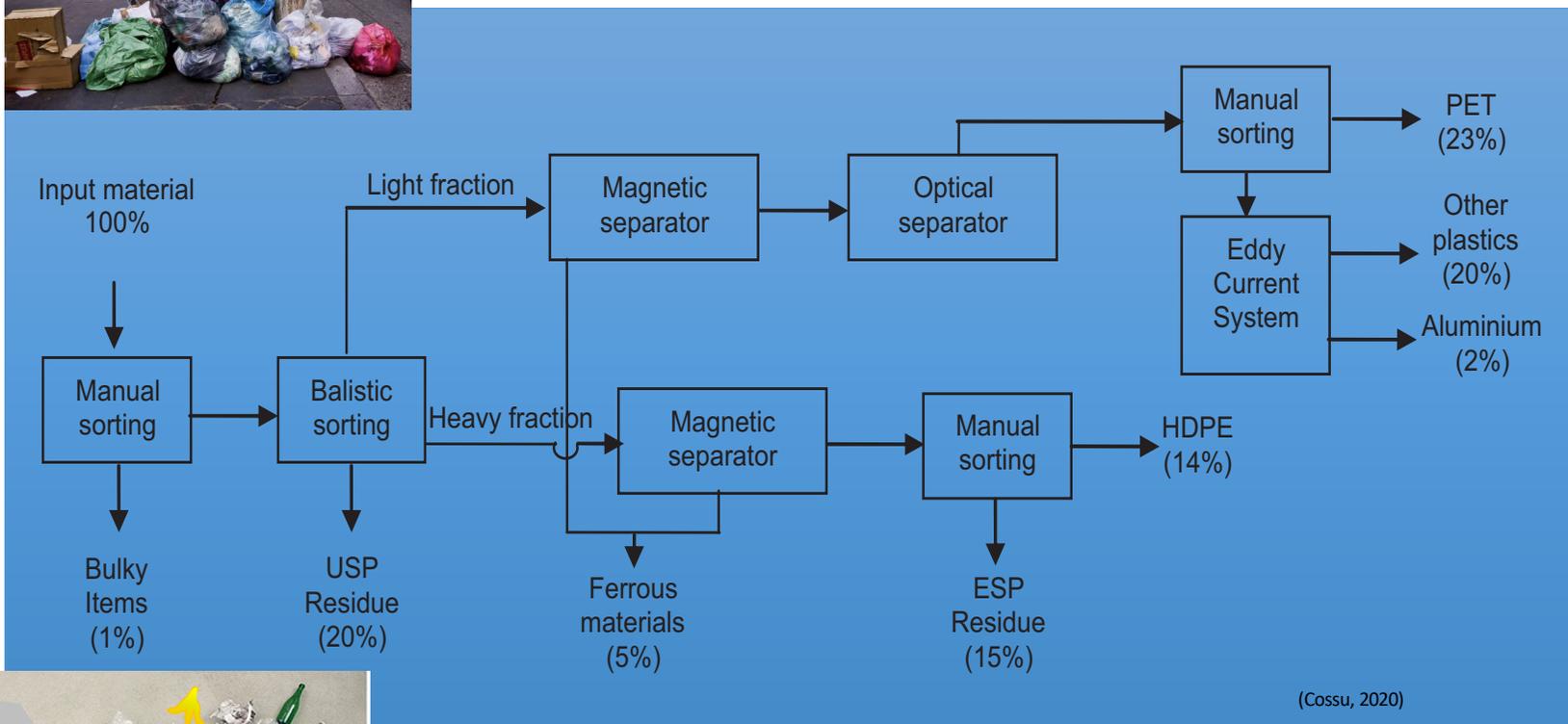
(Cossu et al., 2020)

Ciclo della materia: la produzione di rifiuti



(Cossu et al., 2020)

Esempio: le plastiche



HDPE granules PET Flakes



- USP: residui sotto vaglio del processo di separazione
- ESP: residui finali dal processo di separazione

L'economia circolare: le regole e le opportunità

pacchetto EC - EU DIRECTIVES 850, 851, 852 / 2018

OBIETTIVI

- obiettivo comune **riciclaggio** dei rifiuti municipali del 55% entro 2025, 60% entro 2030, 65% entro 2035 (851/2018);
- obiettivo comune di **riciclaggio degli imballaggi** 65% entro 2025, 70% entro 2030;
- per gli imballaggi specifiche percentuali in funzione del materiale (852/2018);
- massimo 10% dei rifiuti può finire in discarica entro 2035 (850/2018)

L'economia circolare: le regole e le opportunità

EU DIRECTIVES ON PACKAGING 852 / 2018

minimum recycling	2025	2030
TOTAL (%)	65	70
plastic	50	55
wood	25	30
ferrous mat	70	80
Al	50	60
glass	70	75
paper and cartboard	75	85

IN ITALIA

1.d.lgs. 116/2020 – cosiddetto “Decreto Rifiuti” – relativo ai rifiuti, agli imballaggi e ai rifiuti di imballaggio (in vigore dal 26 settembre 2020);

2.d.lgs. 118/2020 relativo ai rifiuti di pile, accumulatori e Raee (in vigore dal 27 settembre 2020);

3.d.lgs. 119/2020 relativo ai veicoli fuori uso (in vigore dal 27 settembre 2020);

4.d. lgs. 121/2020 relativo alle discariche (in vigore dal 29 settembre 2020).

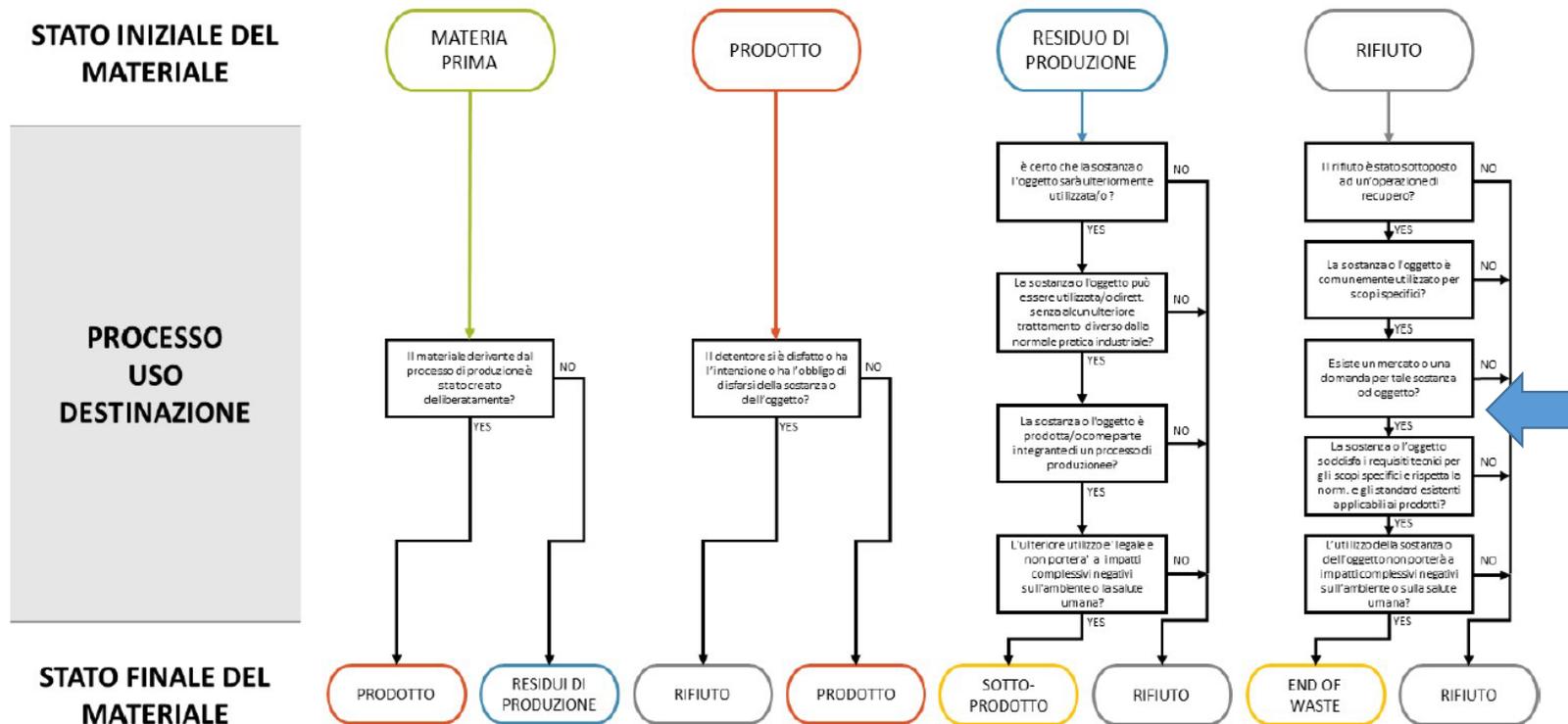
CRITICITA'

OPPORTUNITA'



CRITICITA': *End of Waste* cessazione della qualifica di rifiuto

Directive 2008/98/EC e della normativa Italiana (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i e DM 13 ottobre 2016, n. 264, Lg.128/2019)



Cossu, 2019

CRITICITA': Qualità e quantità dei riciclati



Waste Management
Volume 51, May 2016, Pages 43-54



Quantification of chemical contaminants
in the paper and board fractions of
municipal solid waste

K. Pivnenko, M.E. Olsson, R. Götze, E. Eriksson, T.F. Astrup

**Plastica e rifiuti, il no della Cina modifica le
rotte commerciali: Indonesia e Turchia
diventano primi importatori mondiali**



Emerging Chemicals as Potential Barriers for Plastic Recycling

Ayah Alassali, Wolfgang Calmano, Kerstin Kuchta

La Cina blocca l'import di rifiuti, caos riciclo in Europa

di Jacopo Giliberto
13 gennaio 2018



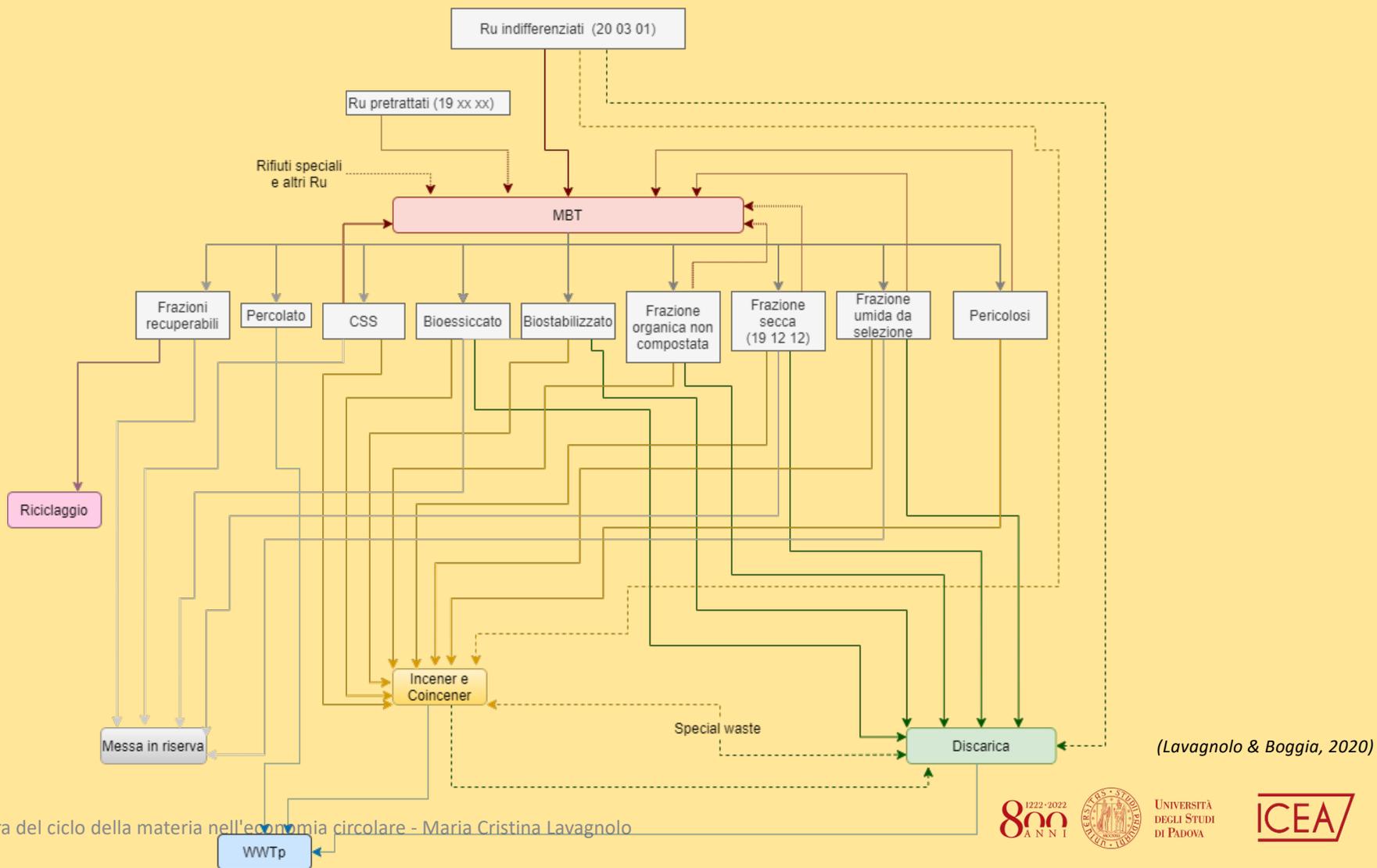
1222-2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ICEA

L'economia circolare: destinazione finale dei rifiuti



La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

1222-2022
800 ANNI

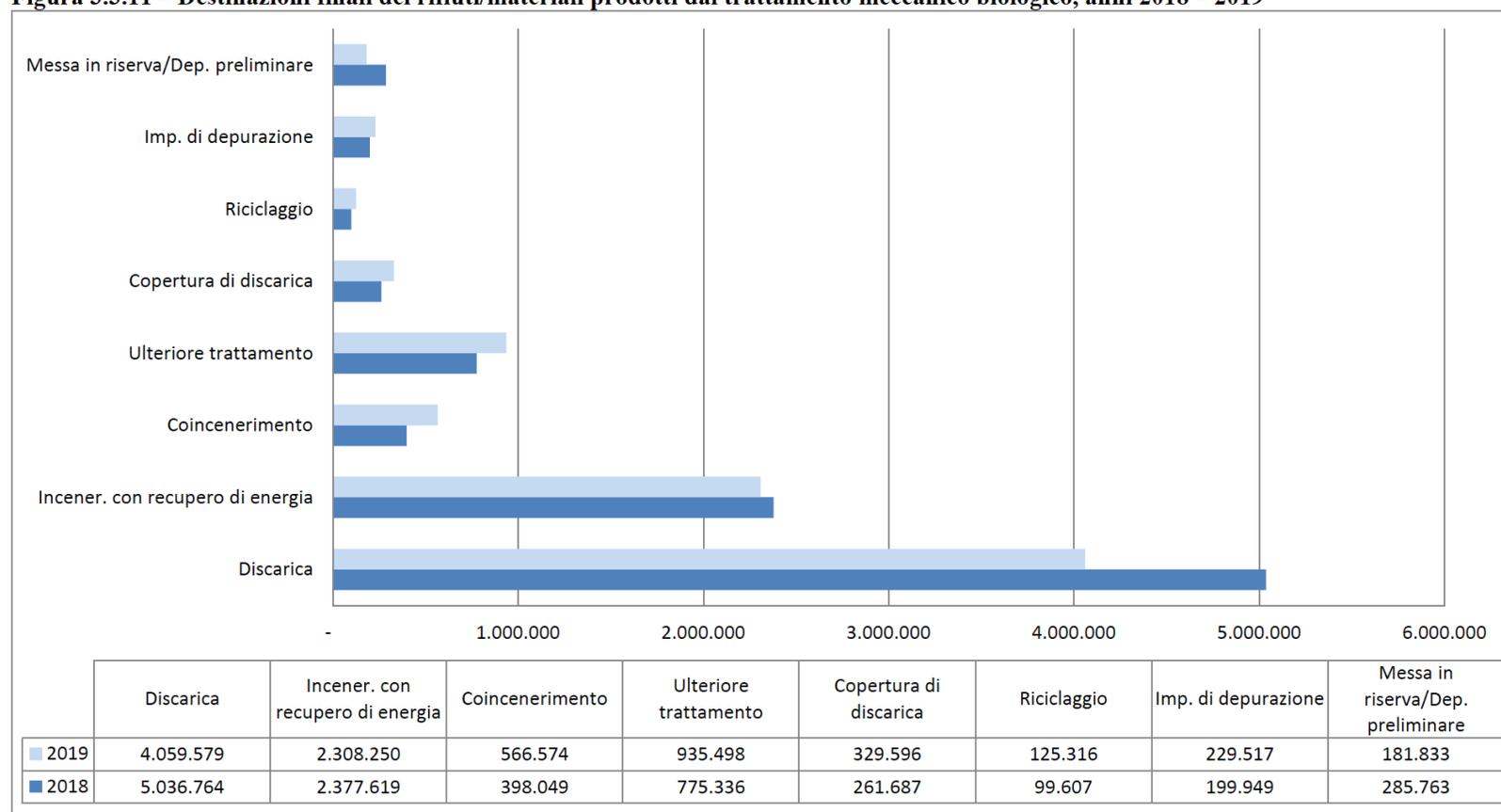


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



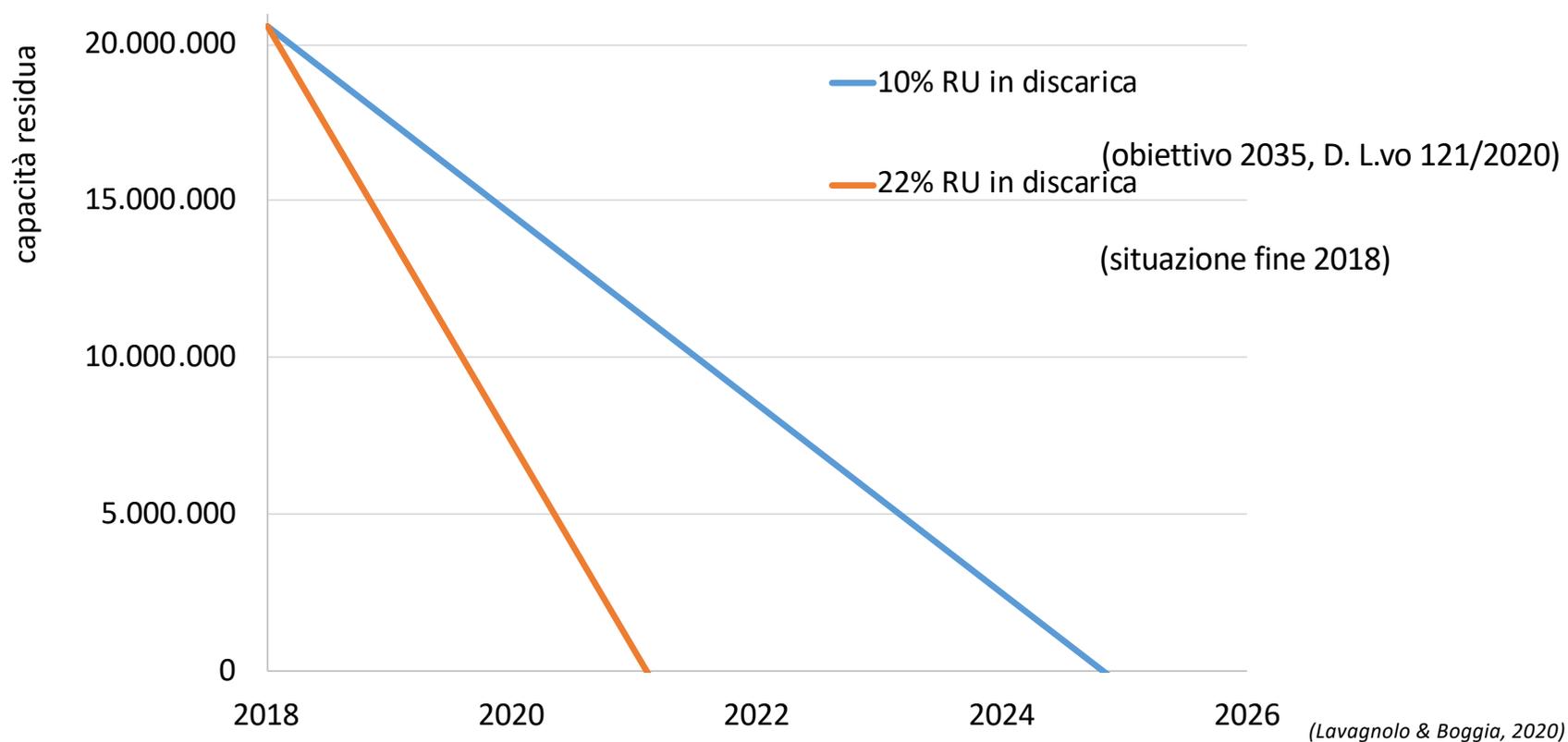
L'economia circolare: destinazione di rifiuti

Figura 3.3.11 – Destinazioni finali dei rifiuti/materiali prodotti dal trattamento meccanico biologico, anni 2018 – 2019

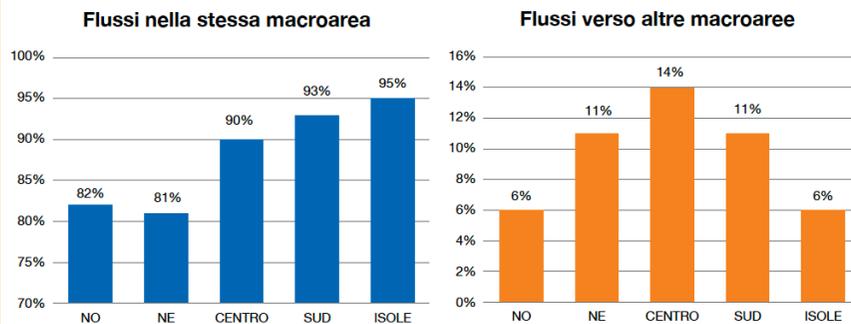
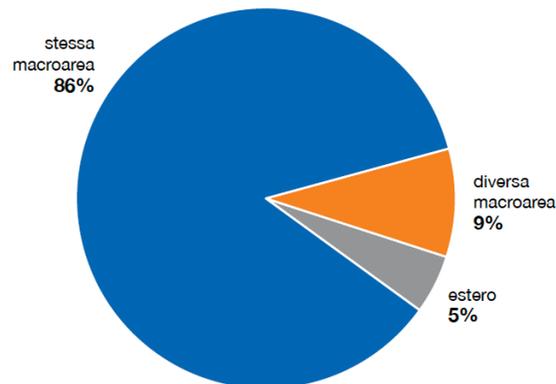


Fonte: ISPRA

L'economia circolare: la chiusura del ciclo - carenza impiantistica



Economia circolare: il rischio del non fare

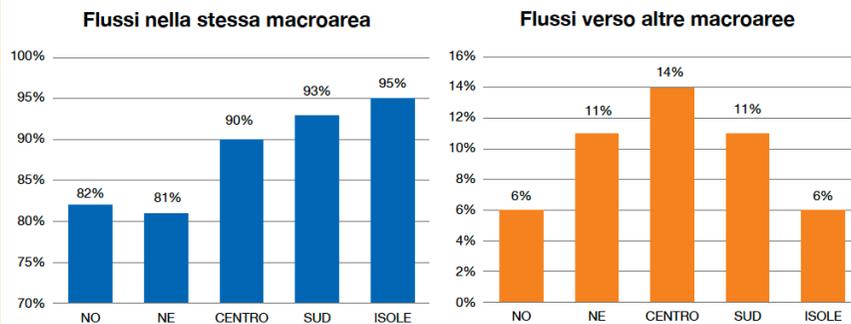
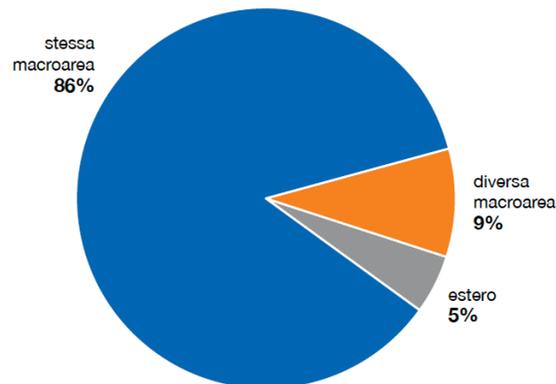


- 44 Mt di rifiuti viaggiano per oltre 100 km
- nel 2016 la distanza intra-regionale è 350 Mkm (nel 2012 di circa 300 Mkm)
- la distanza media è cresciuta, anche se in misura limitata, passando da 79 a 82 km (per i rifiuti pericolosi: da 211 a 170 km)
- 2,3 Mt di rifiuti da/per estero viaggiano su rotaia (~25% vs import/export).

Movimentazione rifiuti a livello territoriale (L'Italia del Riciclo 2018)

In relazione a quanto evidenziato da Ecocerved, il minore grado di "autosufficienza" si riscontra nel centro Italia da una sistema Lavagnolo

Economia circolare: il rischio del non fare

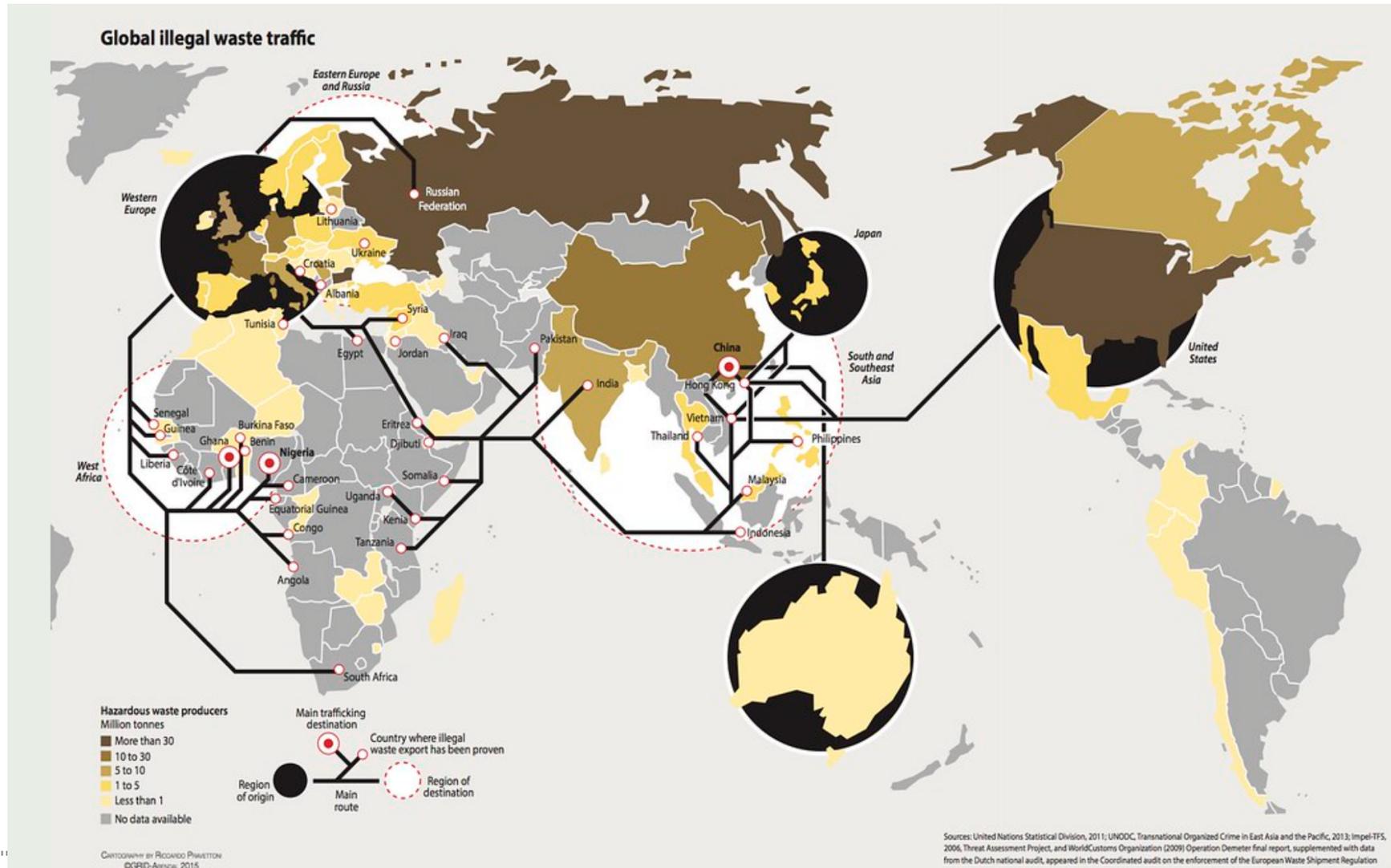


- 44 Mt di rifiuti viaggiano per oltre 100 km
- nel 2016 la distanza intra-regionale è 350 Mkm (nel 2012 di circa 300 Mkm)
- la distanza media è cresciuta, anche se in misura limitata, passando da 79 a 82 km (per i rifiuti pericolosi: da 211 a 170 km)
- 2,3 Mt di rifiuti da/per estero viaggiano su rotaia (~25% vs import/export).

In relazione a quanto evidenziato da Ecocerved, il minore grado di "autosufficienza" si riscontra nel centro Italia da una certa Lavagnolo

Movimentazione rifiuti a livello territoriale (L'Italia del Riciclo 2018)

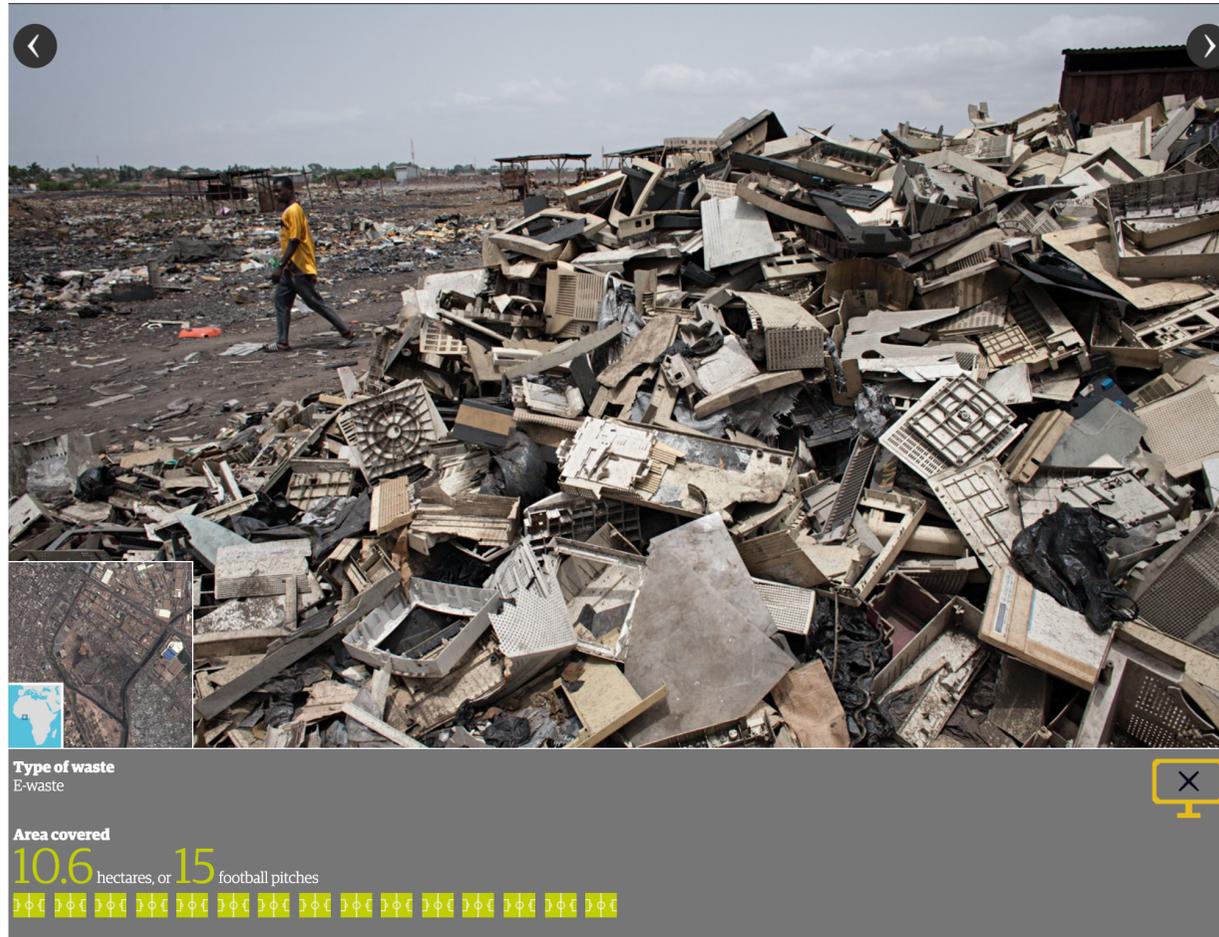
Economia circolare: il rischio del non fare



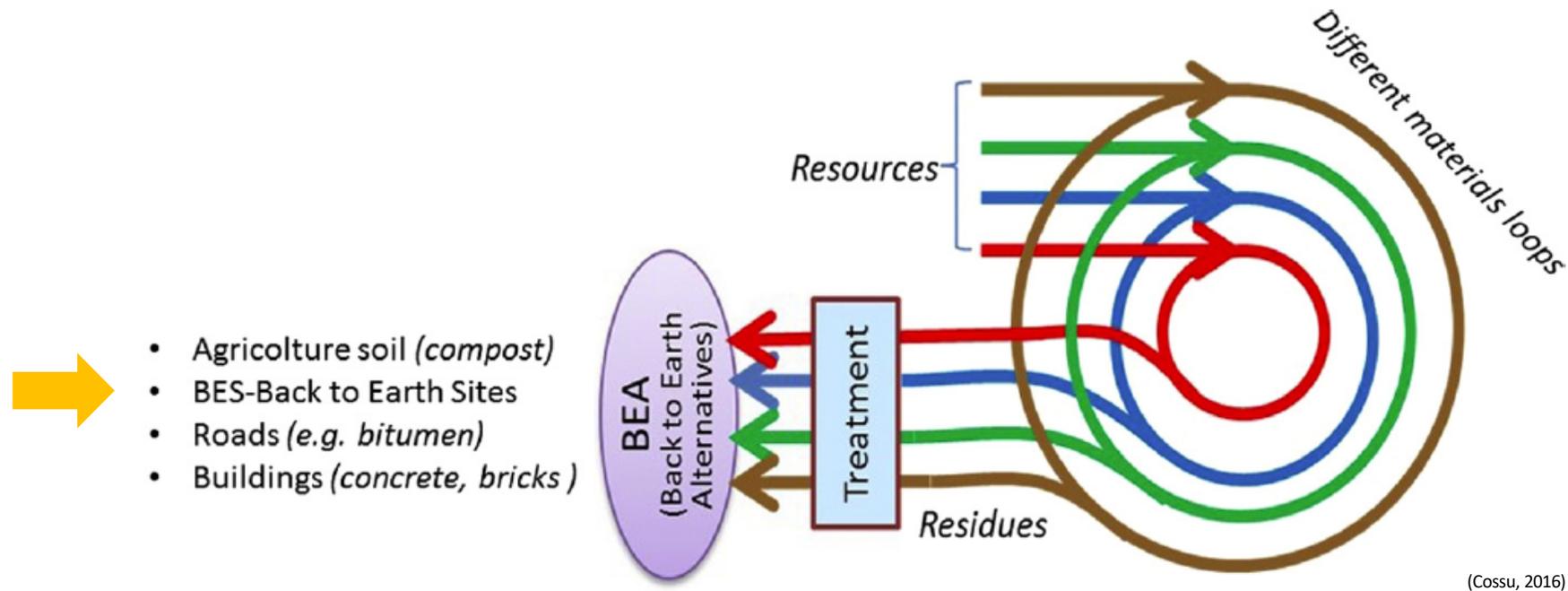
Economia circolare: chiusura del ciclo?

Accra, Ghana

4/18

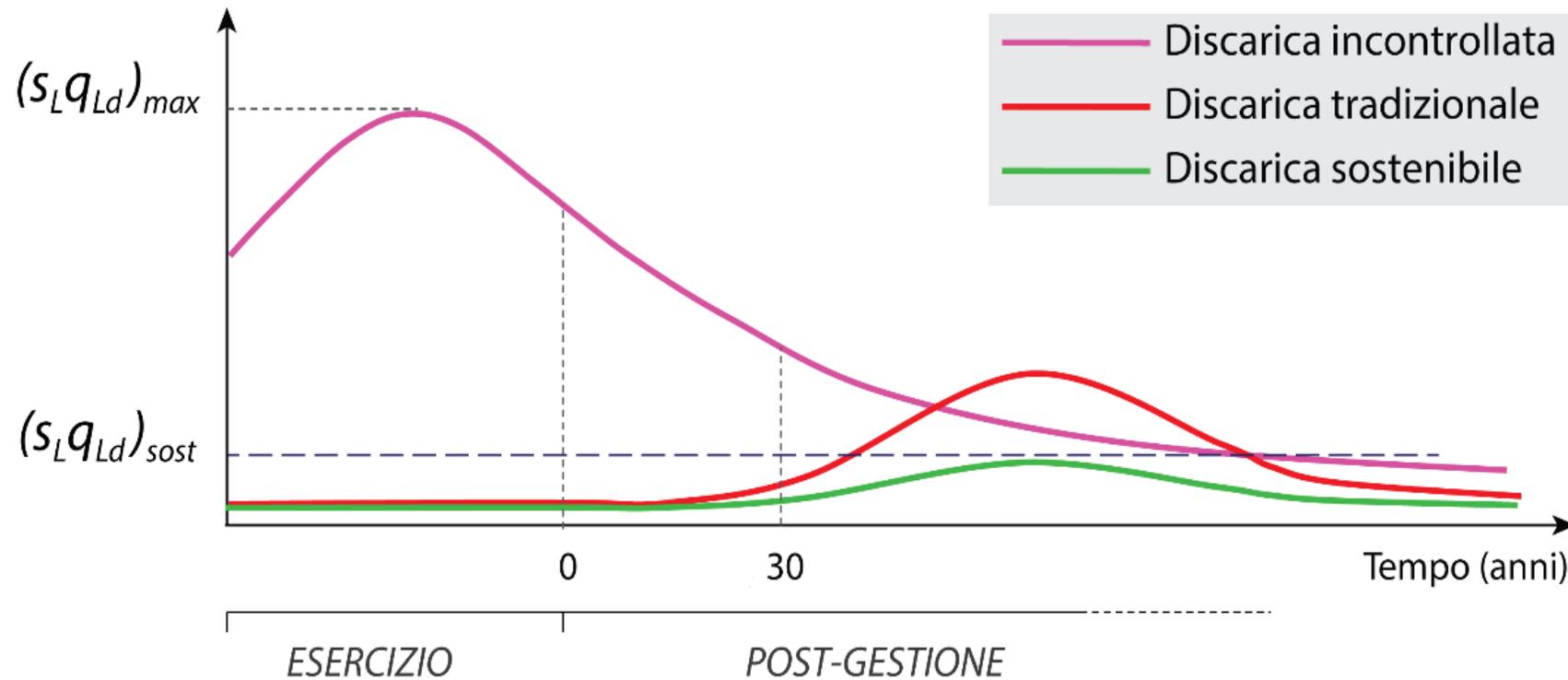


La chiusura del ciclo: il ritorno al terreno



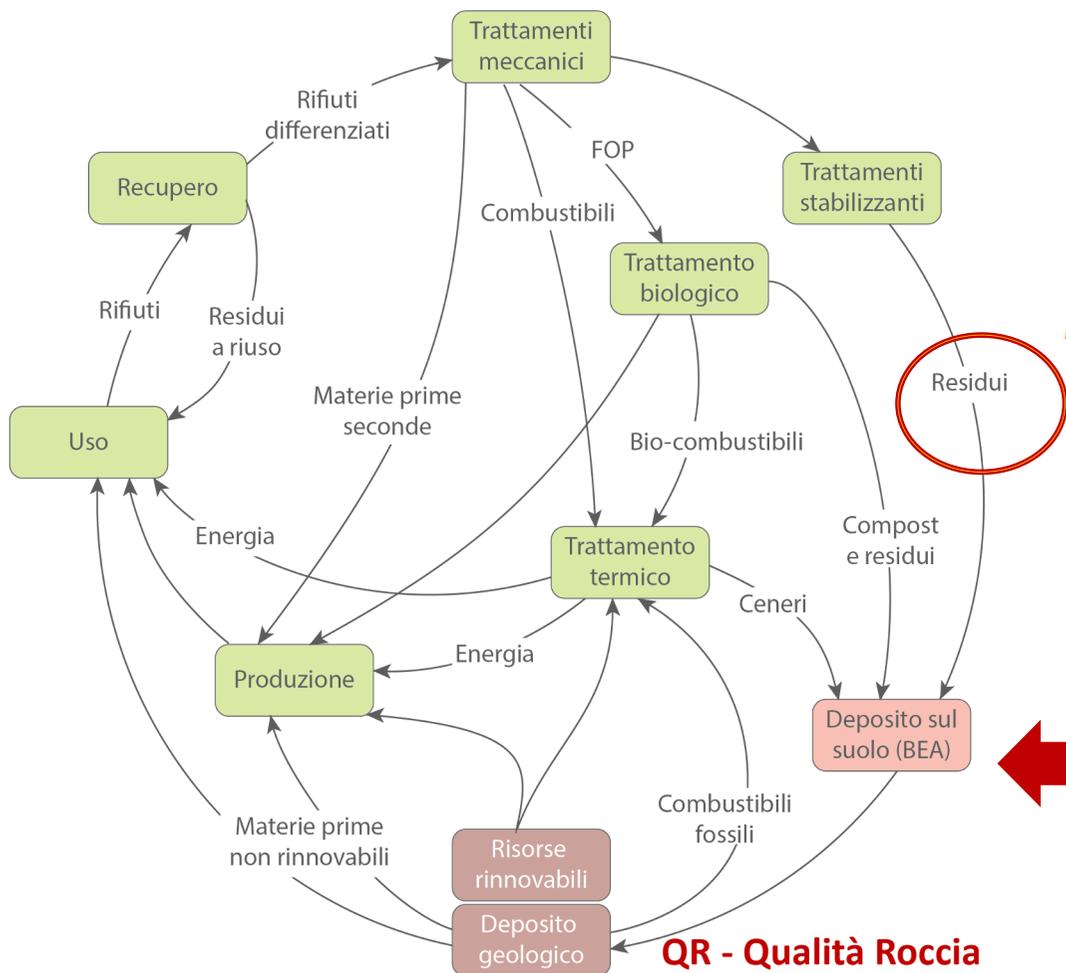
**La discarica che vogliamo:
la discarica sostenibile = DEPOSITO GEOLOGICO***

La discarica sostenibile



$(s_L q_{Ld})_{sust}$ = obiettivo di sostenibilità per il carico di contaminanti

Il ruolo di sink della discarica sostenibile: LA RICERCA



PRETRATTAMENTI

CAP - criteri di accettabilità progetto



CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE, GESTIONE e POST-GESTIONE

TOP - obiettivi di progetto per poter chiudere la post-gestione

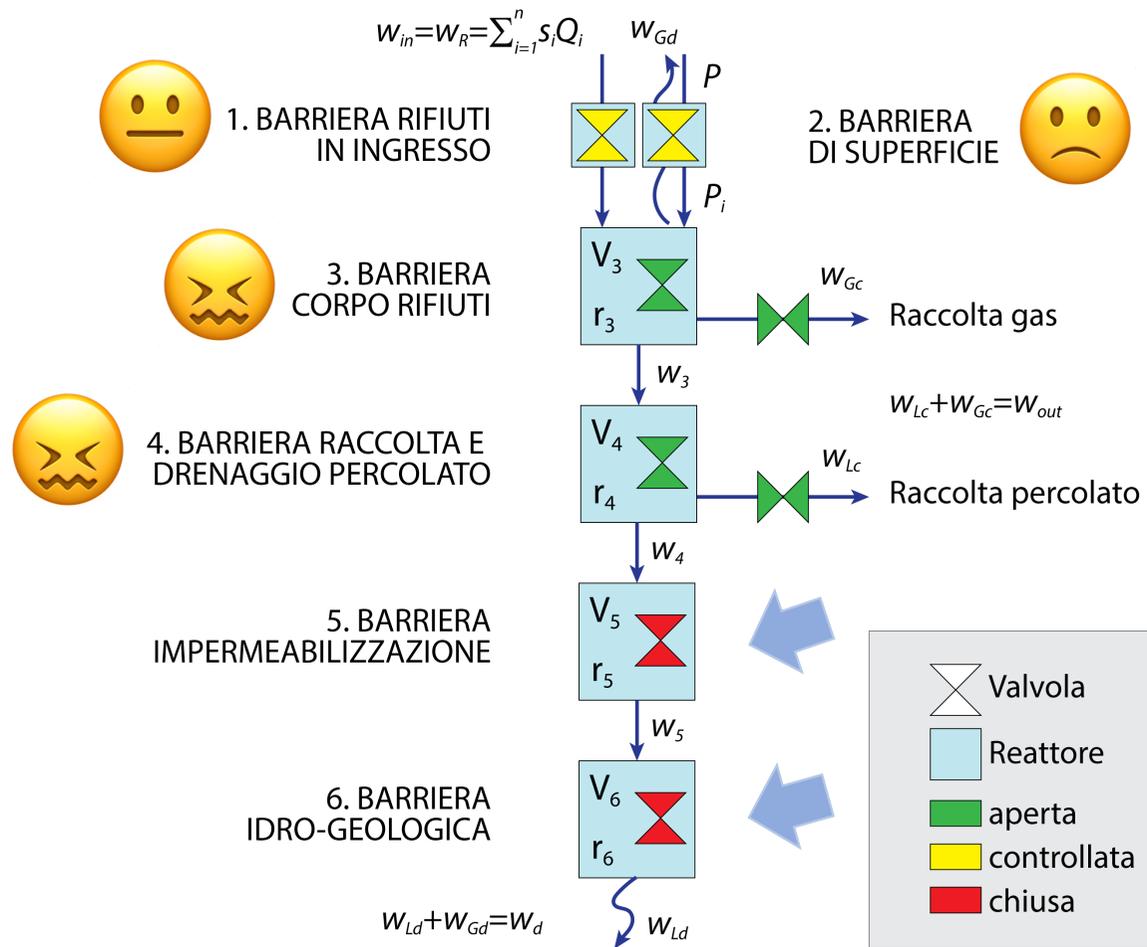
QFD – qualità finale discarica

(D.G.R: Lombardia n. X-2461, 2014)



QR - Qualità Roccia

Il concetto multibarriera per la discarica sostenibile



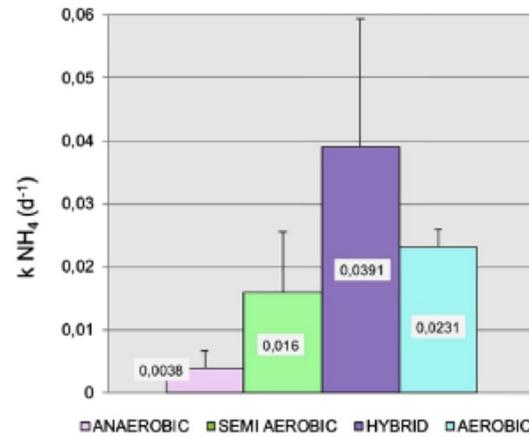
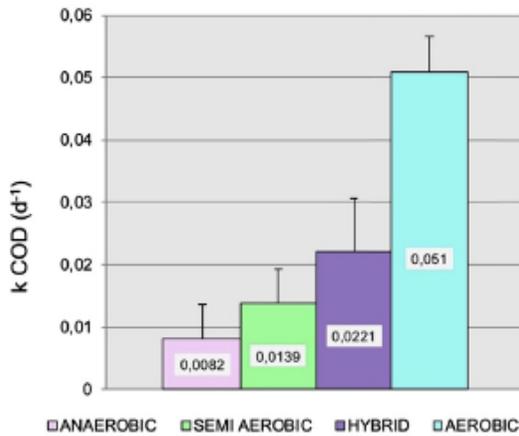
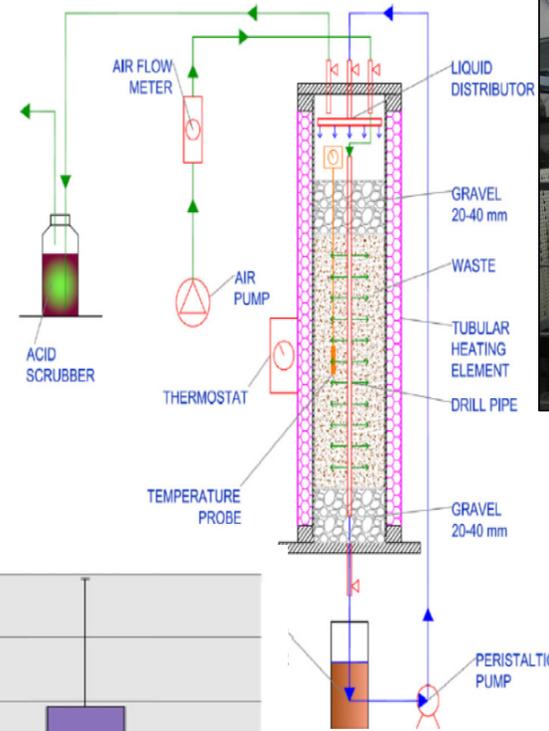
Barriere attive per la discarica sostenibile

Tipologia di rifiuto	Caratteristiche chimico-fisiche			Pretrattamento			Trattamento <i>in situ</i>	
	Putrescibilità	Potere calorifico	Lisciviabilità di contaminanti	TMB	TT	WT	FL	DBR
RSU	<i>alta</i>	<i>medio</i>	<i>media</i>	XXX	XXX	X	X	XXX
ASR	<i>medio-bassa</i>	<i>alto</i>	<i>alta</i>	NC	NA*	XXX	XX	XX
Scarti industria alimentare	<i>alta</i>	<i>basso</i>	<i>media</i>	XXX	NC	NC	NC	XXX
“Plasmix”	<i>bassa</i>	<i>alto</i>	<i>media</i>	NC	XXX	XX	XX	NC
Residui PVC	<i>nulla-bassa</i>	<i>alto</i>	<i>bassa</i>	NA	NA*	XXX	XXX	NC
Rifiuti inorganici lisciviabili	<i>nullo</i>	<i>nullo</i>	<i>alta</i>	NA	NA	XXX	XXX	NA

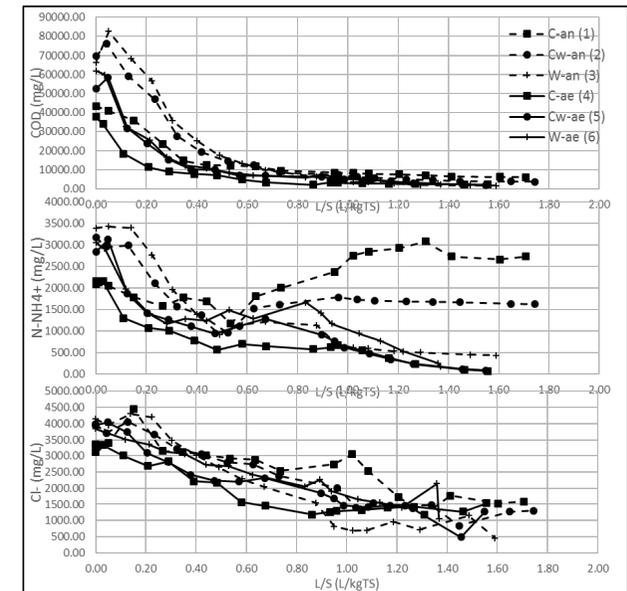
Efficacia dei principali interventi operativi per la progettazione di una discarica sostenibile, in funzione della qualità di alcune tipologie di rifiuto e di indicative ipotesi qualitative. ASR=Automotive Shredded Residues (Residui triturati dalla rottamazione dei veicoli), TMB=Trattamento Meccanico Biologico, TT=Trattamento Termico, WT=Lavaggio (Washing treatment), FL= Dilavamento forzato (Flushing), DBR=Discarica Bioreattore, NA= Non applicabile, NC= Non Conveniente

GESTIONE DELLA DISCARICA SOSTENIBILE

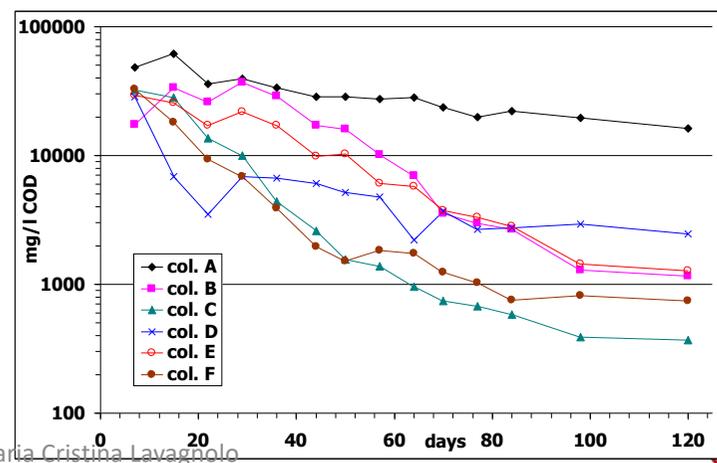
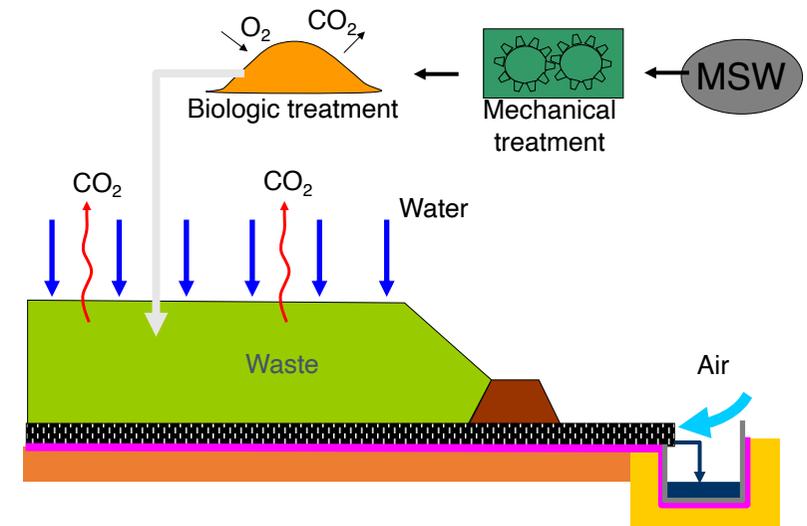
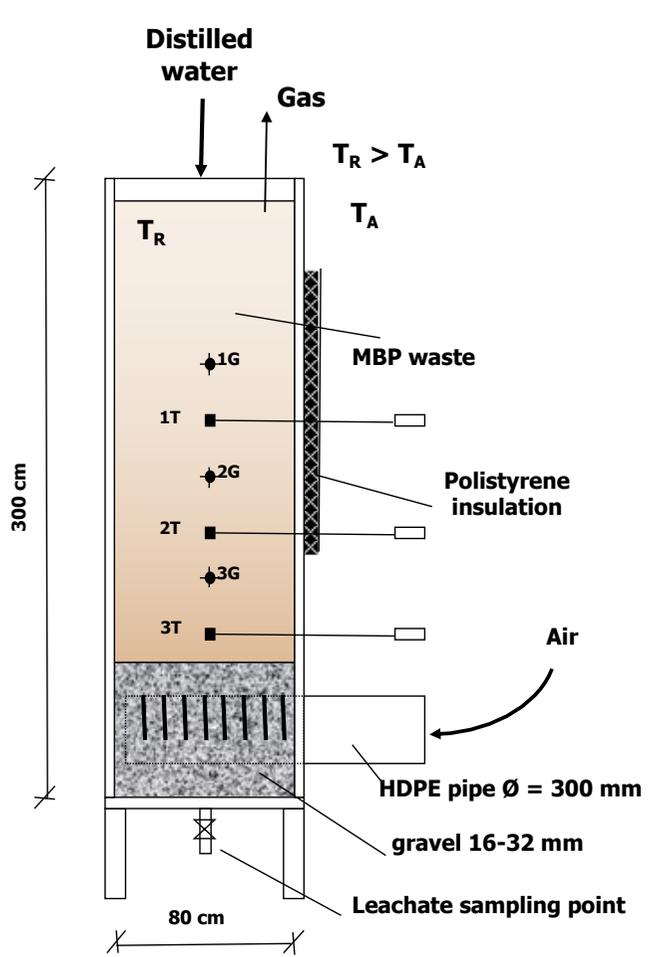
- diverse condizioni (Aerobiche, Anaerobiche, ibride) in discarica
- Aerazione per l'accelerazione dei processi di stabilizzazione biologica
- Valutazione delle emissioni di lungo termine
- QFD



La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

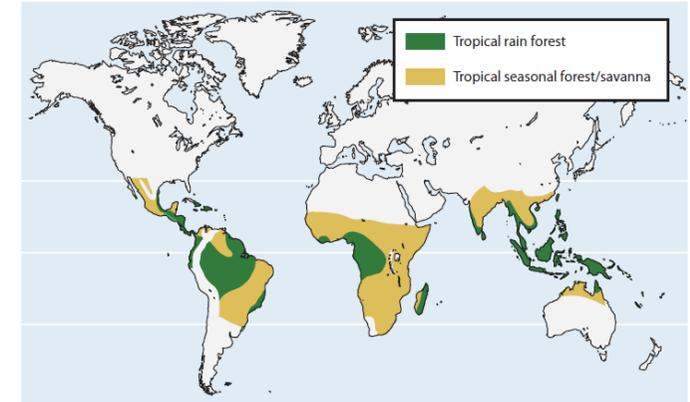
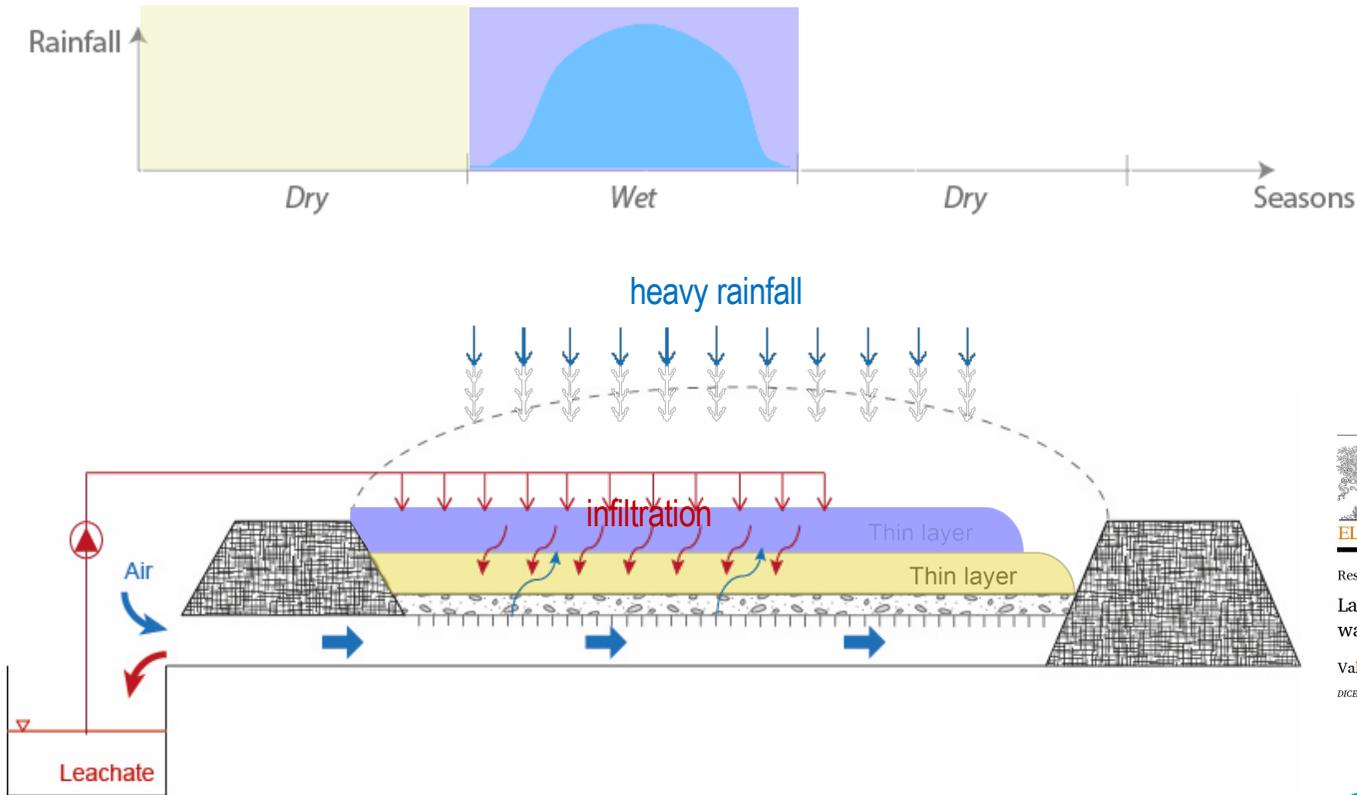


GESTIONE DELLA DISCARICA SOSTENIBILE: PAF Model (2003)



Column	Material	Operative conditions	Landfill Concept
A	MSW	Anaerobic	Traditional Landfill
B	MBP	Anaerobic	Pretreated Landfill
C	MBP	Anaerobic with high water input	Flushing bioreactor
D	MBP	Aerobic with high air inflow	Aerated Landfill
E	MBP	Aerobic with low air inflow	Semiaerobic Landfill
F	MBP	Aerobic with low air inflow and high water input	PAF model

GESTIONE DELLA DISCARICA SOSTENIBILE: COF Model (2015)



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Journal of Environmental Management
 ELSEVIER journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/jenvman>

Research article

Lab tests on semi-aerobic landfilling of MSW under varying conditions of water availability and putrescible waste content

Valentina Grossule*, Maria Cristina Lavagnolo

DICEA, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Padova, Via Marzolo 9, 35131, Padova, Italy

detritus Multidisciplinary Journal for Waste Resources & Residues



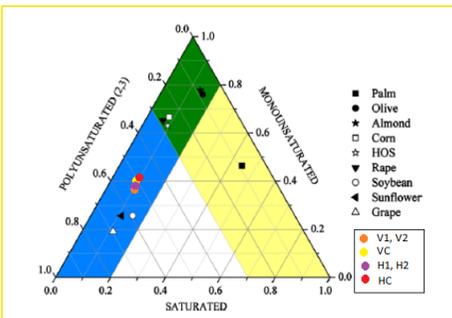
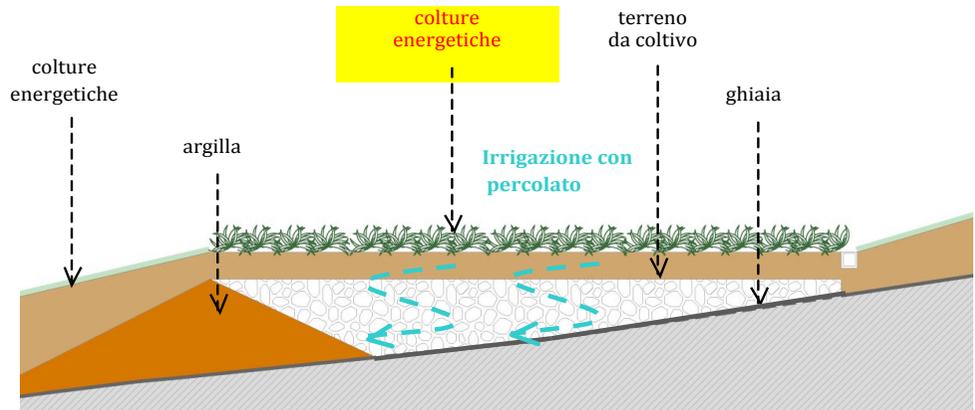
OPTIMISED MANAGEMENT OF SEMI-AEROBIC LANDFILLING UNDER TROPICAL WET-DRY CONDITIONS

Valentina Grossule* and Maria Cristina Lavagnolo

DICEA, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Padova, Via Marzolo 9, 35131 Padova, Italy

La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

GESTIONE DISCARICA SOSTENIBILE: trattamento del percolato con energy crops



	VF units	HSSF units	Literature data
Oil content in seeds (%)	30.8-35.5	31.9-40.0	25-35
Free Fatty Acid concentration in seeds (% on oil)			
Saturated	10.8-11.7	11.1-11.7	7-11
Monounsaturated	35.7-39.1	39.1-47.1	19-34
Polyunsaturated	50.1-52.6	41.3-48.8	43-56



Waste Management
Volume 55, September 2016, Pages 265-275



Lab-scale phytotreatment of old landfill leachate using different energy crops

Maria Cristina Lavagnolo^{a,*}, Mario Malagoli^b, Francesco Garbo^a, Alberto Pivato^a, Raffaello Coscu^a



Contents lists available at ScienceDirect

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman



Different leachate phytotreatment systems using sunflowers

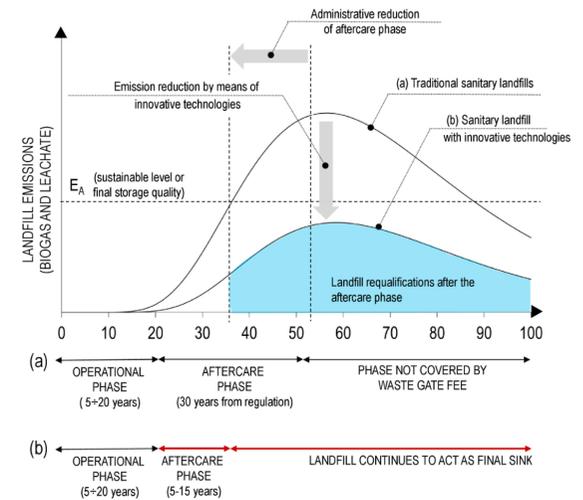
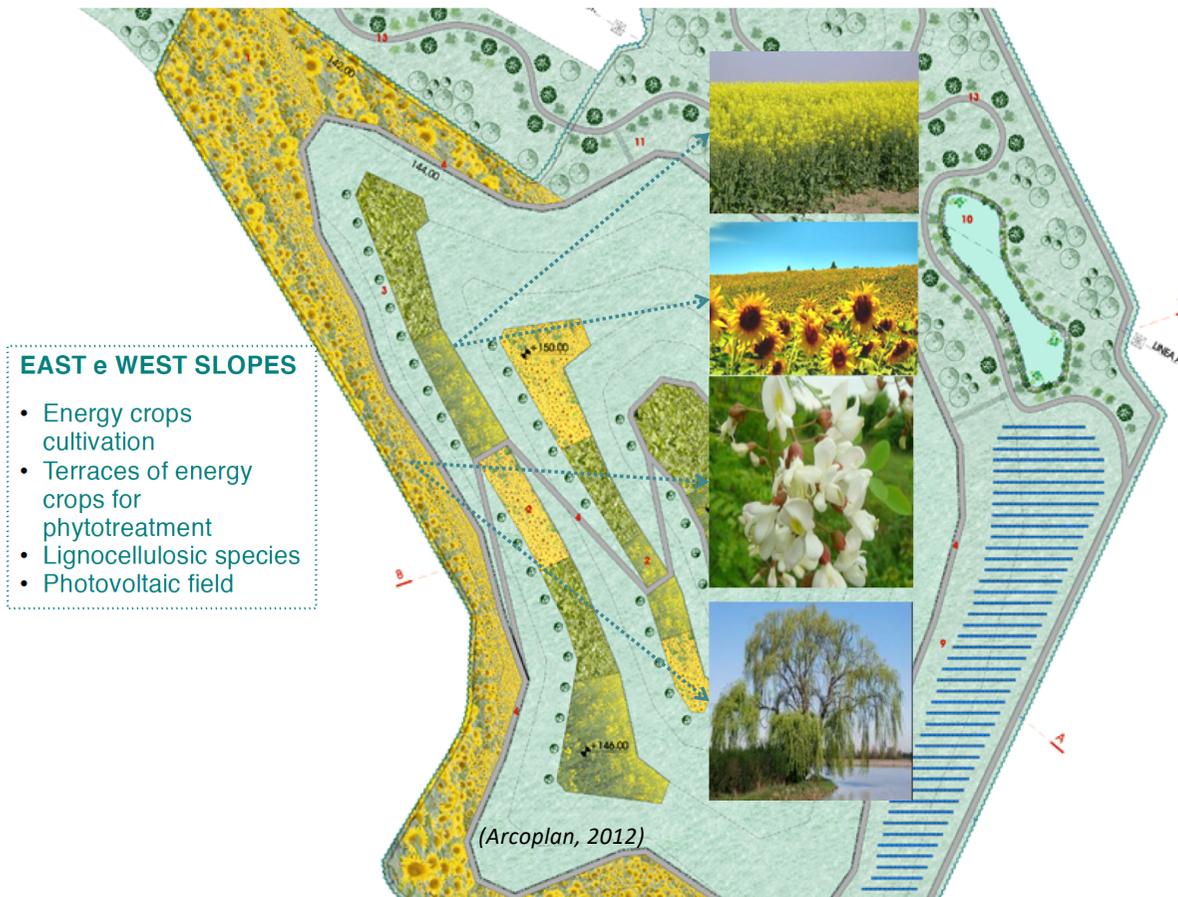
Francesco Garbo^{a,*}, Maria Cristina Lavagnolo^a, Mario Malagoli^b, Michela Schiavon^b, Raffaello Coscu^a

^aDII, Department of Industrial Engineering, University of Padova, via Marzolo 9, 35131 Padova, Italy

^bDAFNAE, Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment, University of Padova, Agripolis, 35020 Legnaro, Padova, Italy



POST GESTIONE DELLA DISCARICA SOSTENIBILE: verso il deposito geologico



LANDSCAPE REQUALIFICATION OF LANDFILLS: AN OPEN ISSUE BETWEEN LEGAL AND TECHNICAL ASPECTS

Alberto Pivato^a, Michelangelo Savino^a, Federico Peres^b, Maria Cristina Lavagnolo^a

^a Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Padova, IT

^b B&P Avvocati, Verona, IT

La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

Economia resiliente? il COVID 19 e le emergenze

Rinnovabili.it
IL QUOTIDIANO SULLA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE
DIRETTORE MAURO SPANCOLO

Scopri i nuovi

ENERGIA ▾ AMBIENTE ▾ ECONOMIA CIRCOLARE ▾ GREEN ECONOMY ▾ MOBILITÀ ▾ GI

Home > Ambiente > Rifiuti > Gli impatti del Covid-19 si fanno sentire sui rifiuti, ma il sistema...

Gli impatti del Covid-19 si fanno sentire sui rifiuti, ma il sistema di gestione viene garantito ?

10 Dicembre 2020

Il nuovo rapporto 2020 di Fise Unicircular e della Fondazione sviluppo sostenibile 'L'Italia del riciclo'. In aumento la raccolta differenziata per gli imballaggi, cala il ricorso alle isole ecologiche. "Le imprese chiedono semplificazione a aiuti"

STAFFETTA QUOTIDIANA STAFFETTA ACQUA STAFFETTA RIFIUTI RICHIEDI ABBONAMENTO DI PROVA

STAFFETTA RIFIUTI
NOTIZIARIO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE E DEI SERVIZI AMBIENTALI

ESCI Ricerca RSS Abbonamenti Contatti

PRIMA PAGINA POLITICHE NORMATIVA E REGOLAZIONE REGIONI - ENTI LOCALI AZIENDE CONSORZI ASSOCIAZIONI STUDI E SEGNALAZIONI

Aziende Consorzi Associazioni **lunedì 4 maggio 2020**
di Alessandro Marangoni

Quale nuovo equilibrio per le filiere del riciclo?

..... eccesso di offerta (aumento delle raccolte) ha portato ad un crollo delle MPS: il riciclo non assicura lo sbocco dei materiali che comunque continuano ad essere raccolti



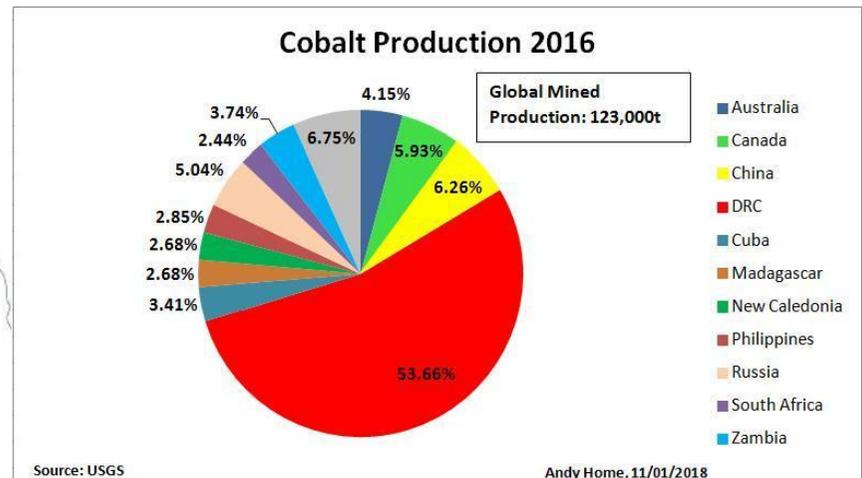
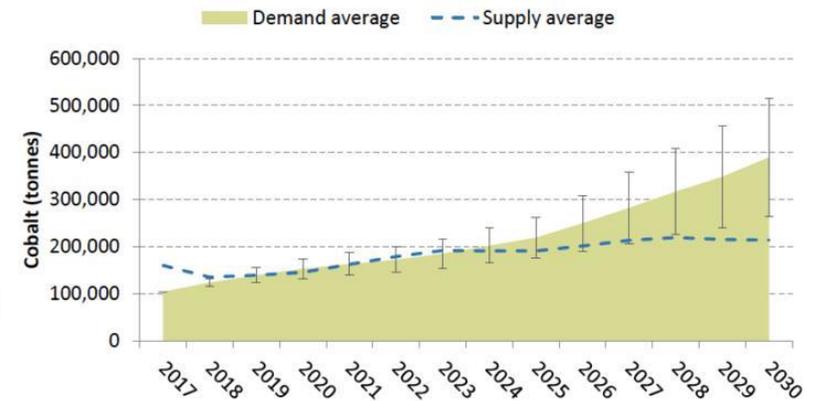
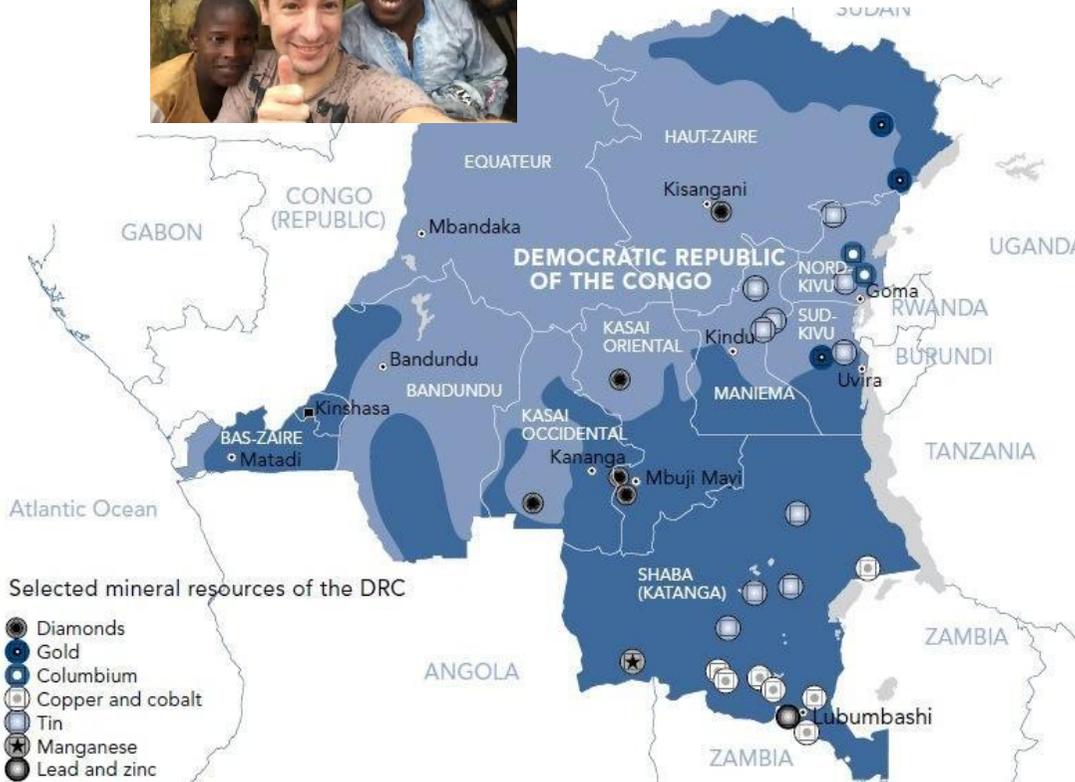
Una pandemia al sapore di plastica. Un reportage di Reuters lancia l'allarme: la crisi sanitaria globale sta compromettendo i risultati raggiunti faticosamente negli anni con l'avvio di pratiche virtuose di riduzione, riuso e riciclo di questo materiale, acerrimo nemico dell'ambiente.

Tra le innumerevoli colpe del Coronavirus, c'è anche quella di aver scatenato- a dispetto dei passi avanti compiuti faticosamente nel corso degli anni- una vera e propria corsa alla plastica. Il [reportage di Reuters "Plastic pandemic- COVID 19 trashed the recycling dream"](#) lancia un preoccupante allarme: la pandemia si sta rivelando deleteria non solo dal punto di vista sanitario, ma anche dal punto di vista ambientale, gettando scompiglio nelle buone pratiche pensate per arginare l'abuso delle **materie plastiche**.

Le 3 R sono in pericolo

Riduzione, riuso, riciclo. Sono, in ordine di importanza, le azioni universalmente riconosciute come efficaci nella lotta alla plastica. Tutte azioni che, secondo quanto riportato, hanno subito un forte arresto dall'avvento della pandemia.

L'economia circolare è basata sul consumo: sostenibile?

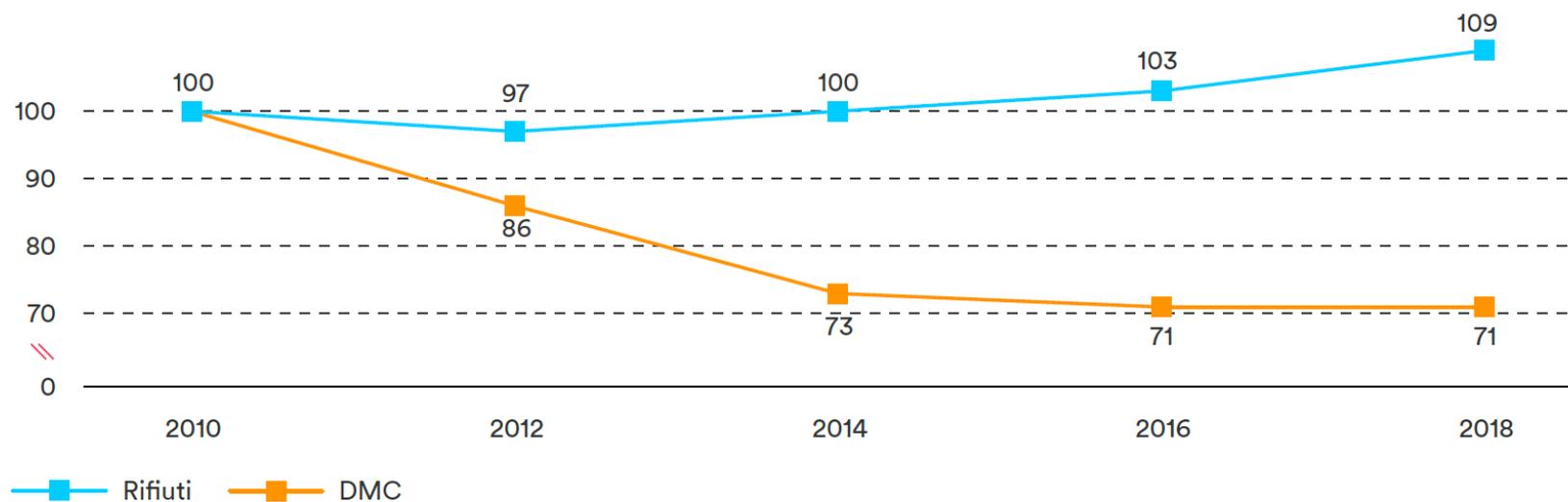


Who benefits from the wars in Africa?

La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

L'economia circolare: rifiuti=materia prima secondaria?

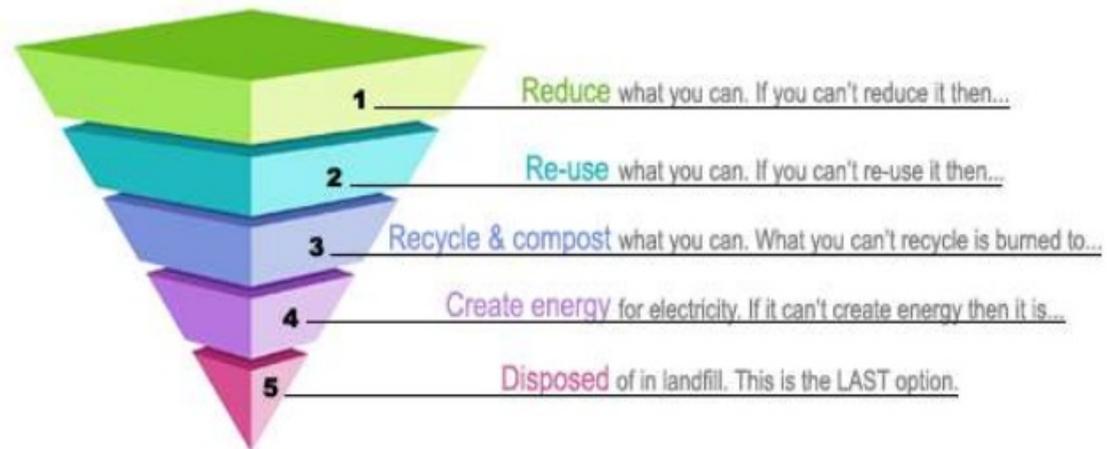
- **Figura 3.10** *Andamento del consumo interno dei materiali e della produzione complessiva dei rifiuti (urbani + speciali) con esclusione dei principali rifiuti minerali in Italia, 2010-2018 (2010=100)*



Fonte: Eurostat
consumo interno di materiali

Strategia: minimizzare?

3R: ridurre – riutilizzare - riciclare



vi ringraziamo per l'attenzione



LISA – LABORATORIO DI INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE, UNIPD

IWWG – International Waste Working group

RUS – Risorse e Rifiuti

CIRS - COMITATO INTERDISCIPLINARE RIFIUTI&SALUTE

gruppo di lavoro GPP – Regione Veneto

SUM – Symposium on Urban Mining and Circular Economy

CORSI DI LAUREA MAGISTRALI - Università di Padova:

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

SUSTAINABLE CHEMISTRY & TECHNOLOGIES FOR CIRCULAR ECONOMY

mariacristina.lavagnolo@unipd.it

La chiusura del ciclo della materia nell'economia circolare - Maria Cristina Lavagnolo

1222-2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ICEA

