



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze e Metodi
dell'Ingegneria

DISMI
20



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

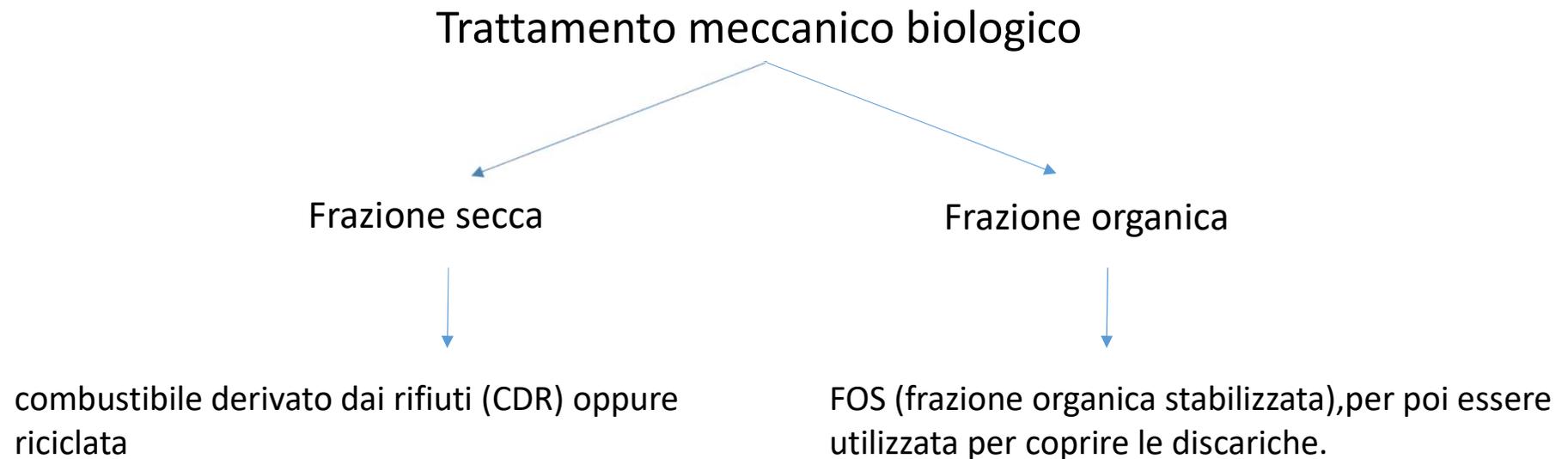
Centro Interdipartimentale EN & TECH

La sostenibilità ambientale del trattamento meccanico biologico dei rifiuti urbani indifferenziati: quali scenari di recupero?

Cristina Losi

Introduzione TMB

- si effettua per la lavorazione urbana dei rifiuti indifferenziati ed è una tecnologia detta «a freddo», in quanto non vi è nessuna combustione dei rifiuti
- l'obiettivo principale è quello di minimizzare il volume dei rifiuti da destinare in discarica (Direttiva 1999/31/CE).
- è una tecnologia che si compone di due meccanismi, uno meccanico e uno biologico, al fine di recuperare materia e/o energia



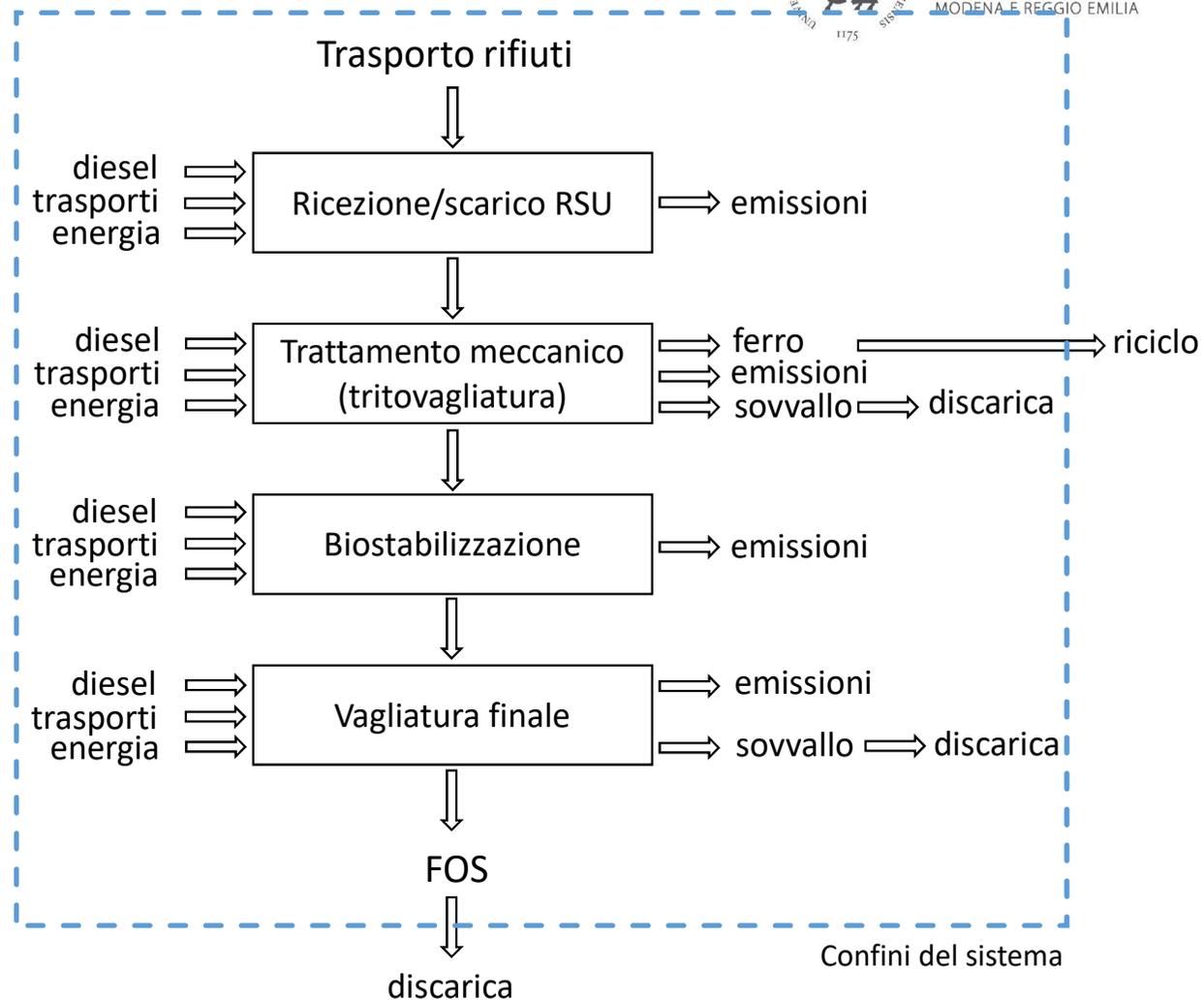
Impianto TMB TRE MONTI, Imola (BO)



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA



Immagine «Report annuale 2015», HERAmbiente



Unità Odorigene



L'odore può essere definito come «qualunque emanazione percepibile attraverso il senso dell'olfatto»*

D.Lgs n.183 del 15 novembre 2017



Introdotte per la prima volta nel panorama legislativo italiano le **EMISSIONI ODORIGENE**

- unità di misura= U.O./m³
- Metodo di campionamento= olfattometria dinamica (EN 1375:2003)
- Sostanza di riferimento dell'odore = *n*-butanolo

1 U.O./m³ = la concentrazione di odore alla soglia di percezione del panel (OT Odour Threshold 50%)**

4° Seminario Tecnico LCA – Reggio Emilia, 11 Aprile 2018

*Metodi di misura delle emissioni olfattive, APAT 2003

**Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards, 2° Edition, American Industrial Hygiene Association (AIHA), 2013

1) Scelta delle sostanze

Concentrazione di odore \Rightarrow 200 U.O./m³ **



Classificazione APAT*

Categorie	Sostanza scelta	Odore	Danno per l'uomo
Solforati	Idrogeno Solforato	Uova marce	Irritazioni agli occhi e alle vie respiratorie. Ad alte concentrazioni può provocare anche la morte
Acidi	Acido Acetico	Aceto	È corrosivo. Irritante per bronchi e polmoni
Ammine	Ammoniaca	Pungente	Irritante per bronchi e polmoni
Aldeidi	Formaldeide	Paglia/Fieno pungente	Potenzialmente cancerogena
Aldeidi	Acetaldeide	Pungente	Cancerogena

4° Seminario Tecnico LCA – Reggio Emilia, 11 Aprile 2018

*Metodi di misura delle emissioni olfattive, APAT 2003

** Dato AIA, 2015

2) Correlazione adottata

Miscele gassose*

- Indipendenza $R_{ab} \leq R_a \text{ o } R_b$

- Additività $R_{ab} = R_a + R_b$

- Sinergia $R_{ab} > R_a \cdot R_b$

- Antagonismo $R_{ab} < R_a \cdot R_b$

R_{ab} = soglia di percezione assoluta (OT) della miscela ottenuta dai composti A e B

R_a = la sostanza A

R_b = la sostanza B

$$n \frac{U.O.}{m^3} = \sum_i n_i$$

n = numero totale di unità odorigene al metro cubo dell'intera miscela gassosa

n_i = numero di unità odorigene attribuite alle sostanze i

3) Criterio di ripartizione (i)

Per ripartire le unità odorigene è stato utilizzato il \Rightarrow **Principio di volatilità**



Tensione di vapore

Per ripartire le unità odorigene abbiamo determinato prima i seguenti rapporti:

$$\text{Rapp}_{i,x} = \left(\frac{\text{TensVap}_i}{\text{TensVap}_x} \right)$$

i= sostanza da valutare (CH_2O , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, NH_3 , CH_3COOH)

x= sostanza di riferimento (H_2S)

3) Criterio di ripartizione (ii)

Utilizzando sempre l'H₂S come sostanza di riferimento si determinano le U.O. della stessa:

$$n \text{ U.O./m}^3 \text{ H}_2\text{S} : \frac{\textit{EmissOdorBiofiltro}}{\text{rapp1+rapp2+rapp3+rapp4+1}}$$

$\left(\frac{\textit{TensVapCH}_2\text{O}}{\textit{TensVapH}_2\text{S}} \right)$

$\left(\frac{\textit{TensVapNH}_3}{\textit{TensVapH}_2\text{S}} \right)$

$\left(\frac{\textit{TensVapCH}_3\text{COOH}}{\textit{TensVapH}_2\text{S}} \right)$

$\left(\frac{\textit{TensVapC}_2\text{H}_4\text{O}}{\textit{TensVapH}_2\text{S}} \right)$

$\left(\frac{\textit{TensVapH}_2\text{S}}{\textit{TensVapH}_2\text{S}} \right)$

Dove: \Rightarrow $\textit{EmissOdorBiofiltro}$ = 146,85 (dato AIA: 200 U.O./m³)

Quindi:

$$n_i = \text{Rapp}_{i,x} \cdot n \text{ U.O./m}^3 \times (\text{H}_2\text{S})$$

3) Criterio di ripartizione (iii)

Quindi tramite le ripartizioni le U.O./m³ sono state attribuite nel seguente modo:

H₂S	97,14
Formaldeide	0,01
NH₃	44,43
Acido Acetico	0,08
Acetaldeide	5,19

146,85 $\frac{U.O.}{m^3}$

4) Quantificazione dell'emissione

La concentrazione, quindi, è stata calcolata come:

$$\text{Conc}_i = n_i \cdot \text{OT}_i$$

Dove: Conc_i = concentrazione della sostanza da valutare $\left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}\right]$

n_i = numero di unità odorigene della sostanza da valutare

OT_i = soglia di percezione al 50% della sostanza da valutare $\left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}\right]$

Alternativa alla ripartizione precedente

Dato Relazione annuale (2015): Ammoniaca $0,63 \text{ mg/m}^3$

Ridistribuendo le U.O./m³ con questo nuovo valore dell'ammoniaca si ottiene:

H₂S	138,94	$\Rightarrow \frac{\text{concNH}_3 (0,63 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3})}{\text{OTNH}_3}$
Formaldeide	0,014	
NH₃	0,35	
Acido Acetico	0,11	
Acetaldeide	7,43	
146,85 $\frac{\text{U.O.}}{\text{m}^3}$		

Analisi del danno

Metodo: IMPACT 2002 + modificato

Unità funzionale: 75701,78 t (2015)

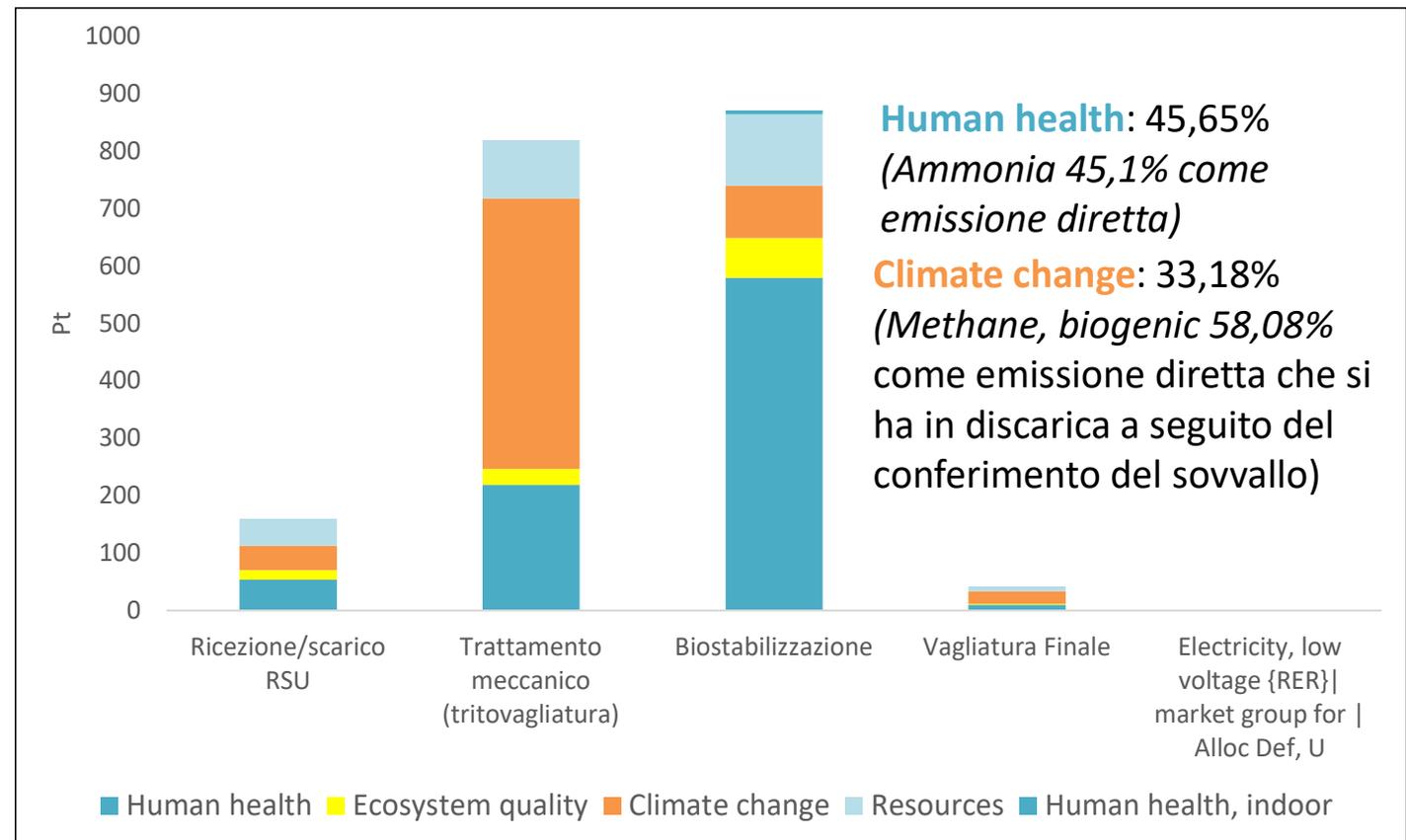
Danno totale: 1891,79 Pt

→ 46,07 % Biostabilizzazione

→ 43,29 % Trattamento meccanico
(tritovagliatura)

→ 8,45 % Ricezione/scarico RSU

→ 2,19 % Vagliatura finale



Analisi del danno

Metodo: IMPACT 2002 + modificato

Unità funzionale: 75701,78 t (2015)

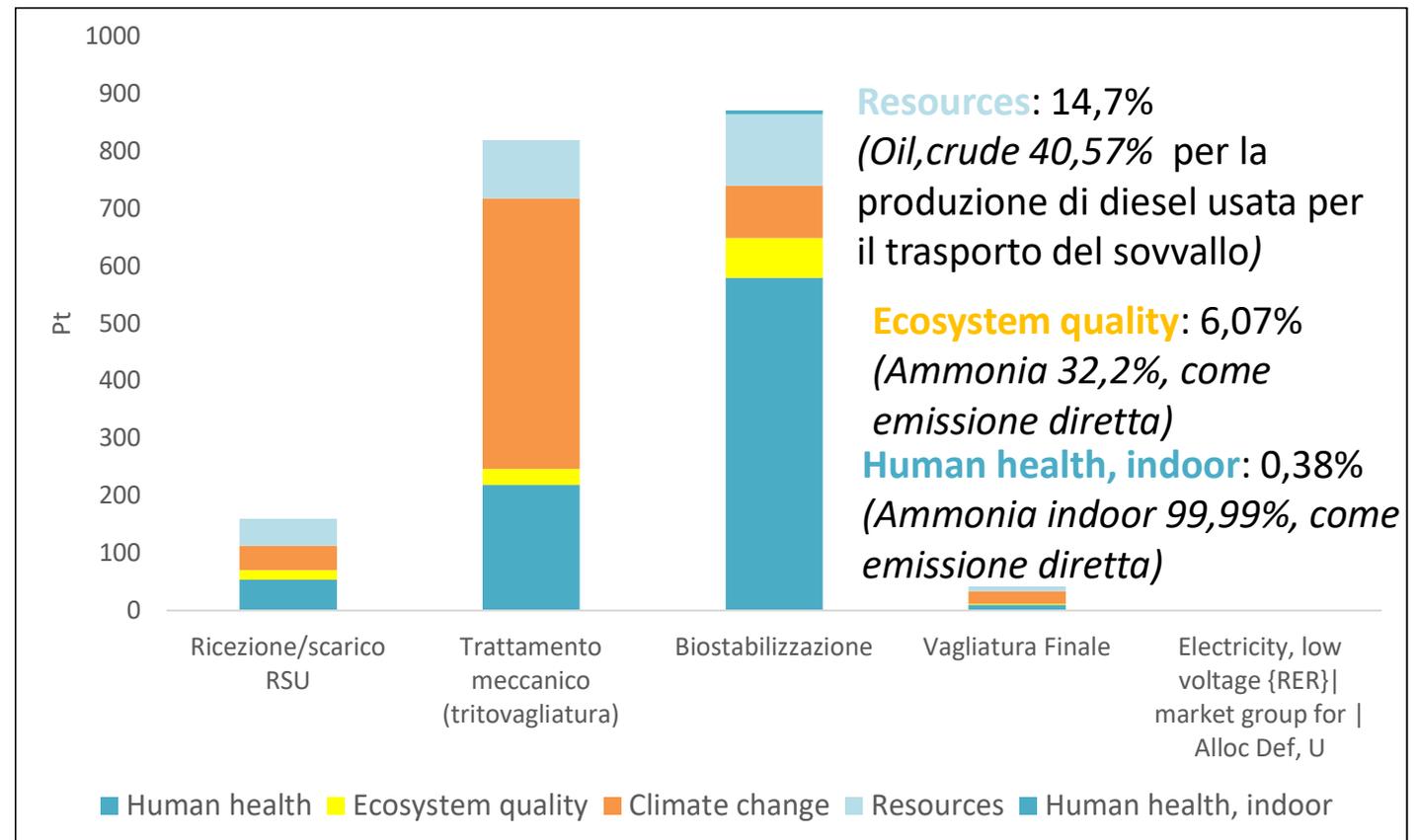
Danno totale: 1891,79 Pt

→ 46,07 % Biostabilizzazione

→ 43,29 % Trattamento meccanico
(tritovagliatura)

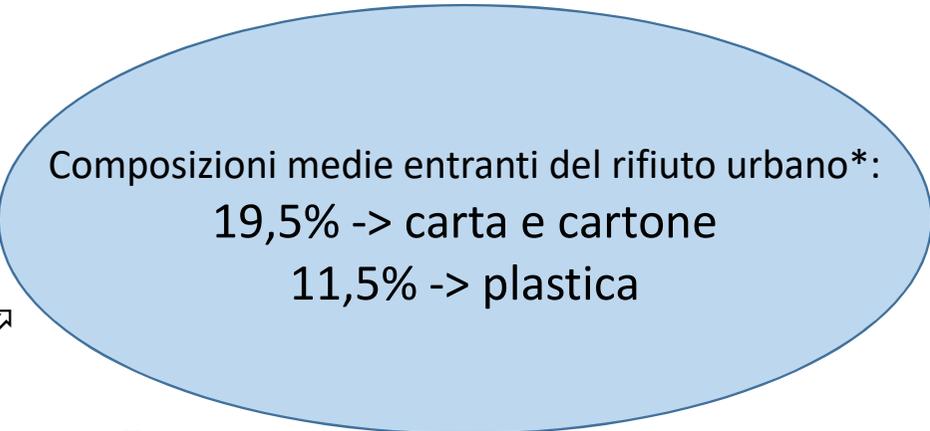
→ 8,45 % Ricezione/scarico RSU

→ 2,19 % Vagliatura finale



Confronto con altri scenari

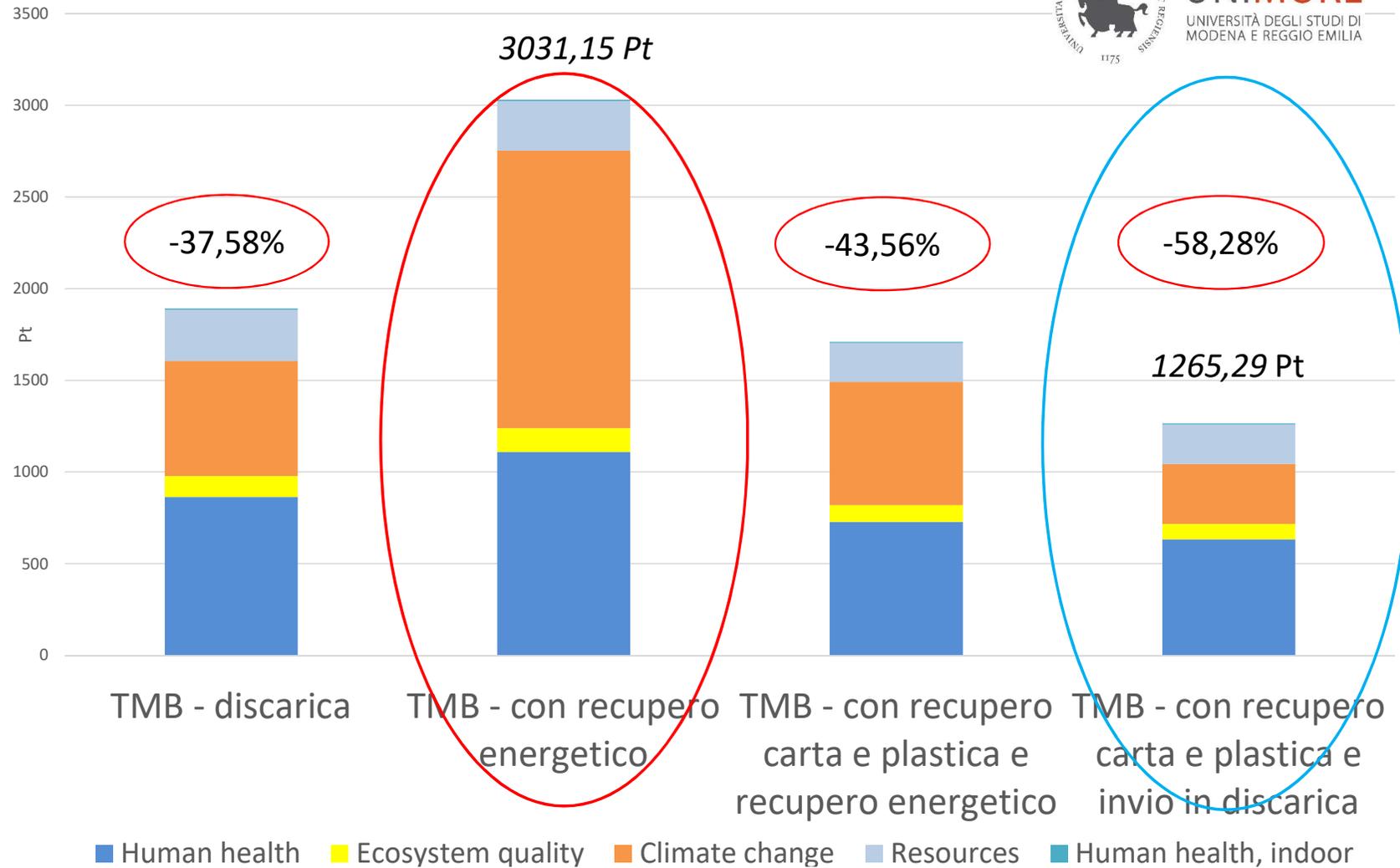
- ⇒ TMB (invio del sovrvallo in discarica)
- ⇒ TMB (invio del sovrvallo a inceneritore con recupero energetico)
- ⇒ TMB (con recupero di carta e plastica e invio del sovrvallo a inceneritore con recupero energetico)
- ⇒ TMB (recupero di carta e plastica e invio del sovrvallo in discarica)



Composizioni medie entranti del rifiuto urbano*:
19,5% -> carta e cartone
11,5% -> plastica

Confronto con altri scenari

Climate change
↓
Carbon dioxide, fossil
↓
Discarica: 0,00615 kg/1 kg di rifiuto
Incenerimento: 0,477 kg/1 kg di rifiuto



Conclusioni

- Abbiamo adottato una metodologia per la quantificazione delle emissioni odorigene che attribuisce alle sostanze un danno alla salute umana
- Uno spunto di miglioramento per l'identificazione delle sostanze odorigene presenti può essere effettuato se si hanno a disposizione dei dati più precisi relativamente alla presenza di specifiche sostanze in tali emissioni
- Lo scenario più impattante è quello che prevede il conferimento all'inceneritore del sovrappiù prodotto a causa principalmente delle maggiori emissioni di CO₂ fossile
- Lo scenario meno impattante è quello in cui è presente un recupero di carta e plastica e invio in discarica del sovrappiù rimanente