



Trattamento di reflui e sottoprodotti caseari

Ecomondo, Rimini, 5 Novembre 2019

Trattamento di reflui e sottoprodotti caseari

Il trattamento “ideale” dei reflui caseari (e non solo) deve:

- 1) Rispettare i **limiti di legge**
- 2) Produrre la **minima** quantità possibile di **fanghi**
- 3) Recuperare la massima quantità possibile di **energia**



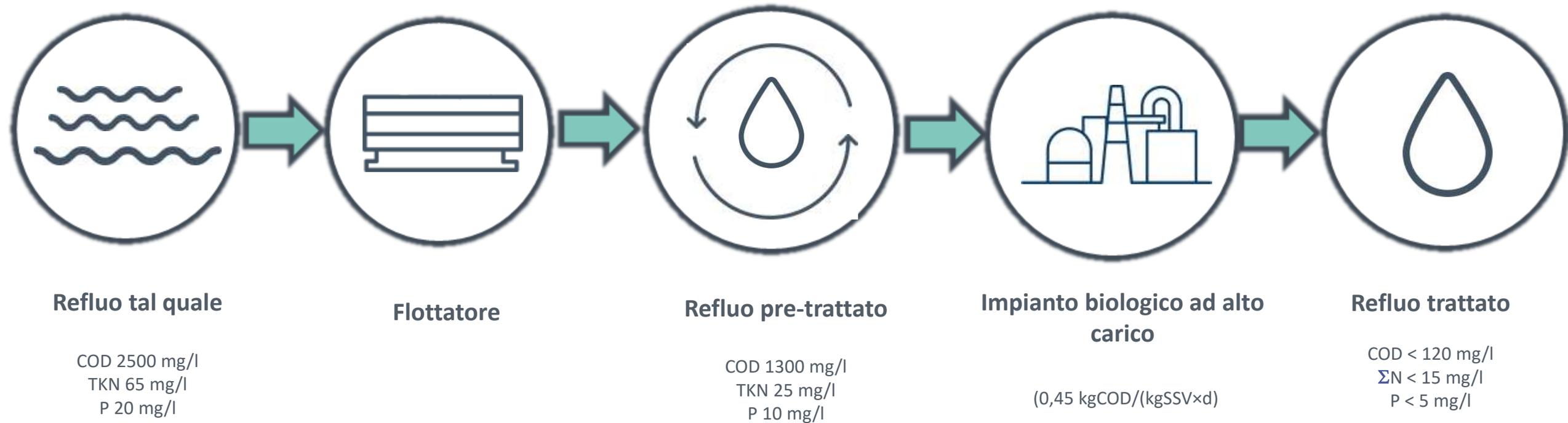
Panoramica sui reflui lattiero - caseari

Indicativamente, una tonnellata di latte lavorato produce:

- Quantità di siero: 0,8 ton
- Quantità di refluo: 2,5 ÷ 3,5 m³
- COD: 2000 ÷ 3500 mg/L
- TKN: 40 ÷ 90 mg/L
- P totale: 15 ÷ 25 mg/L
- Cloruri: 500 ÷ 800 mg/L

Trattamento acque reflue

Flottatore + biologico aerobico



Trattamento acque reflue

Biologico aerobico (situazione meno frequente)



Refluo tal quale

COD 2500 mg/l
TKN 65 mg/l
P 20 mg/l

Impianto biologico a carico medio –
basso

(<0,3 kgCOD/(kgSSV×d)

Refluo trattato

COD < 120 mg/l
 ΣN < 15 mg/l
P < 5 mg/l

Trattamento acque reflue

I “limiti” di questi trattamenti sono:

- **Flottatore + biologico aerobico**

- Il flottatore riduce il COD entrante del 35÷50%, ma produce fanghi primari (circa $12 \text{ kg/m}^3_{\text{refluo}}$, con un secco del 6%).
- I fanghi sono molto putrescibili e non raggiungono percentuali di secco elevate nei sistemi di disidratazione.

- **Biologico aerobico**

- Servono volumi importanti, determinati dal fatto che per avere rese di riduzione superiori al 96÷97%, è necessario operare a carichi specifici sul fango medio – bassi, tipicamente $< 0,3 \text{ kg}_{\text{COD}} / (\text{kg}_{\text{SSV}} \times \text{d})$.
- In funzione del TKN entrante, può essere necessaria anche una sezione di denitrificazione.

Il flottato dell'industria casearia

Caratteristiche medie del flottato:

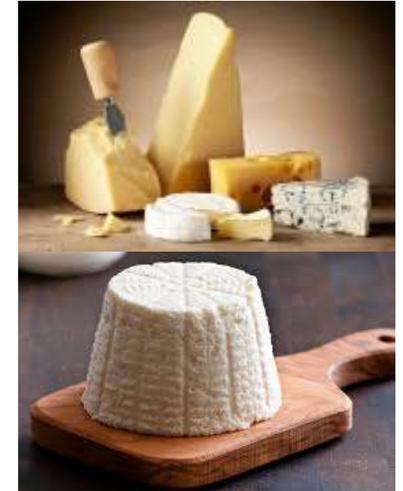
Sostanza secca: 5 ÷ 8 % (prima della disidratazione) / 15 ÷ 20 % (dopo la disidratazione)

- Come già detto, è molto putrescibile e tende a rilasciare odori molto sgradevoli.
- Non può essere smaltito in agricoltura a causa dell'elevata putrescibilità. Viene in genere disidratato in loco da sistemi quali estrattori centrifughi, nastropresse, presso-coclee, ecc...
- Il disidratato viene poi ritirato da aziende dotate dei necessari permessi, ed inviato a grandi impianti di generazione biogas.

I sottoprodotti liquidi dell'industria casearia

L'industria casearia, oltre ai reflui, produce anche I seguenti sottoprodotti liquidi:

- Siero
 - E' il liquido che rimane dopo aver aggiunto il **caglio** al latte ed aver separato la **cagliata** (che poi darà origine al formaggio).
- Scotta
 - Il siero dolce, riscaldato, genera la flocculazione di alcune sieroproteine rimaste in soluzione anche dopo aver aggiunto il caglio; da queste sieroproteine si forma la **ricotta**. Il liquido di risulta viene detto scotta.
- Latticello
 - E' il liquido che rimane dopo aver separato la **panna** dal latte ed aver formato del **burro**.
- Acque di filatura
 - Sono acque reflue ad alto COD che si originano dal contatto tra acqua calda e cagliata, contatto che avviene nelle machine filatrici.



fluence™

I sottoprodotti liquidi dell'industria casearia

Caratteristiche medie del siero:

Sostanza secca: $\approx 5,5\%$

COD: $57000 \div 65000$ mg/l

TKN: $900 \div 1200$ mg/l

P totale: $400 \div 600$ mg/l

Cloruri: $1000 \div 4000$ mg/l

Carboidrati: ≈ 50 g/l

Proteine: $\approx 7,7$ g/l

Grassi: $\approx 3,2$ g/L

- Il siero dolce (non acidificato) ha in genere un buon valore di mercato e viene valorizzato tramite concentrazione e successiva separazione delle siero proteine (WPC).
- Il siero acido o salato non si presta molto a recuperi di proteine, e spesso viene semplicemente smaltito come alimento zootecnico.
- Nel caso gli smaltitori abituali non possano ritirare il siero, questo viene scaricato nell'impianto di depurazione, provocando pesanti sovraccarichi e bulking.

I sottoprodotti liquidi dell'industria casearia

Caratteristiche medie della scotta:

Sostanza secca: $\approx 5\%$

COD: $55'000 \div 60'000$ mg/l

TKN: $500 \div 700$ mg/l

P totale: $200 \div 300$ mg/l

Carboidrati: ≈ 50 g/l

Proteine: $\approx 3,5$ g/l

Grassi: $\approx 0,9$ g/l

- Solitamente la scotta viene smaltita come alimento zootecnico. Da questo punto di vista le caratteristiche nutrizionali sono peggiori di quelle del siero, perché è molto povera in proteine.

I sottoprodotti liquidi dell'industria casearia

Caratteristiche medie del latticello:

Sostanza secca: $\approx 5\%$

COD: $55'000 \div 70'000$ mg/l

TKN: $1'300 \div 1'600$ mg/l

P totale: $600 \div 1'000$ mg/l

Carboidrati: ≈ 45 g/l

Proteine: $\approx 9,8$ g/l

Grassi: $\approx 2,7$ g/l

- Le vie di smaltimento / valorizzazione sono simili a quelle del siero.

I sottoprodotti liquidi dell'industria casearia

Caratteristiche medie delle acque di filatura:

Sostanza secca: $\approx 1,8\%$

COD: $13'000 \div 20'000$ mg/l

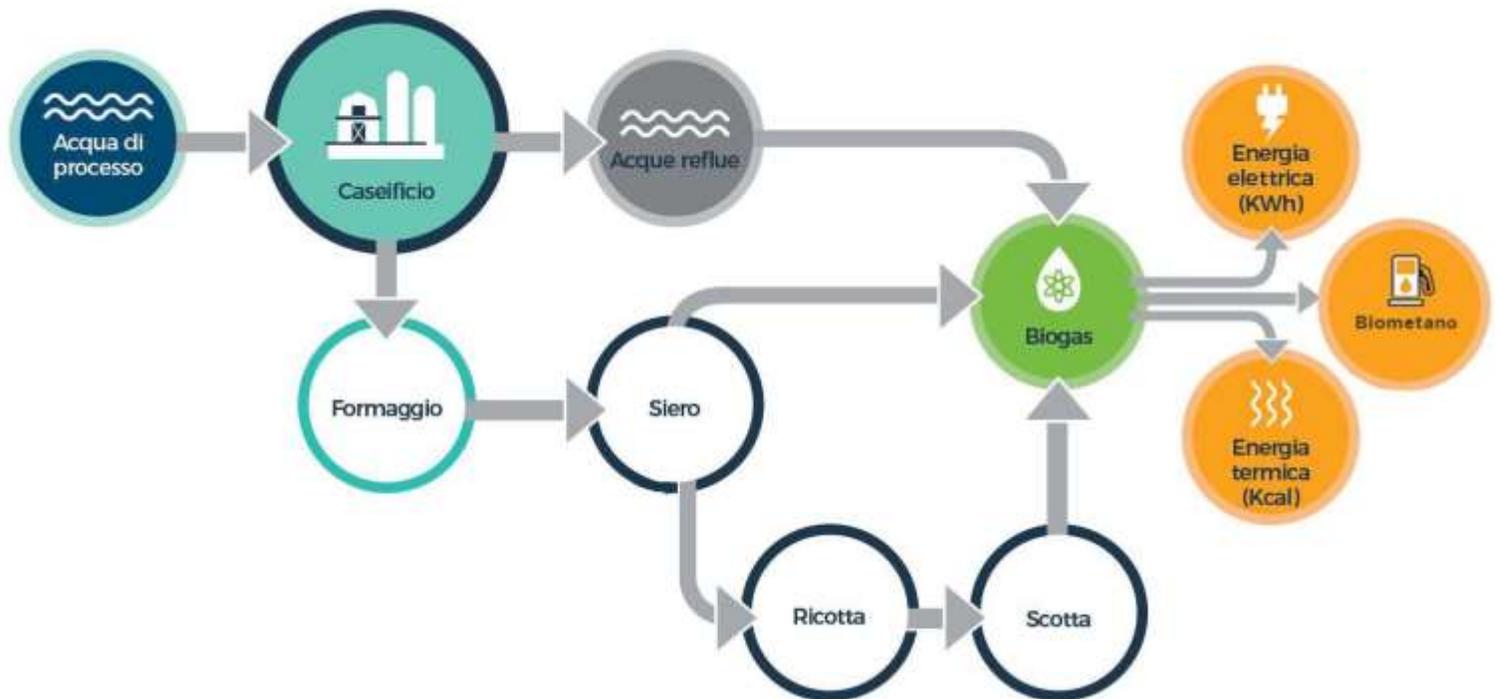
TKN: $400 \div 600$ mg/l

- Non c'è la possibilità di valorizzarle nemmeno come alimentazione zootecnica, in quanto troppo povere dal punto di vista nutrizionale. Vengono usualmente miscelate con il siero acido, ma di fatto lo «diluisciono» e quindi ne peggiorano ulteriormente la qualità.

Ottenere energia dai reflui e dai sottoprodotti caseari

Una via efficace e redditizia di smaltire i sottoprodotti ad alto COD è quella di sottoporli a **digestione anaerobica** e trasformarli in biogas.

Per quanto concerne le acque reflue, installare un **flottatore** diventa conveniente, perché il flottato ha un ottimo potere di generazione di biogas.



Ottenere energia dai reflui e dai sottoprodotti caseari

Benefici

- Produzione “On-site” di **energia rinnovabile**, sotto forma di biogas;
- Accesso a forme di incentivazione come ad esempio T.E.E.
- **Valorizzazione** di prodotti che altrimenti hanno un valore modesto o addirittura un costo di smaltimento;
- Produzione di un **digestato di buone caratteristiche agronomiche** (poca ammoniaca libera, quasi tutto l’azoto è legato);
- **Diminuzione** della “Carbon Footprint” (Produzione di gas combustibile, risparmio di elettricità);
- **Significativa riduzione dei fanghi prodotti** (fino al 70% in meno rispetto ad una filiera flottatore + depuratore aerobico);

Ottenere energia dai reflui e dai sottoprodotti caseari

Come usare il biogas prodotto:

- **Biogas direttamente nella(e) caldaia(e) di fabbrica:**

Il biogas è convertito in energia termica, usandolo in miscela con il gas naturale nelle caldaie esistenti (è sufficiente cambiare il bruciatore);

- **Biogas usato in un cogeneratore:**

Il biogas genera simultaneamente energia elettrica e termica;

- **Raffinazione del biogas a biometano:**

Il biogas può essere raffinato a biometano ed immesso nella rete nazionale.

Lo stato italiano incentiva il biometano generato da sottoprodotti fino a **0,8 €/Sm³**;

Considerato il costo di acquisto dell'impianto di raffinazione (upgrading), la Produzione di biometano è conveniente per produzioni di almeno **150 Sm³/h**

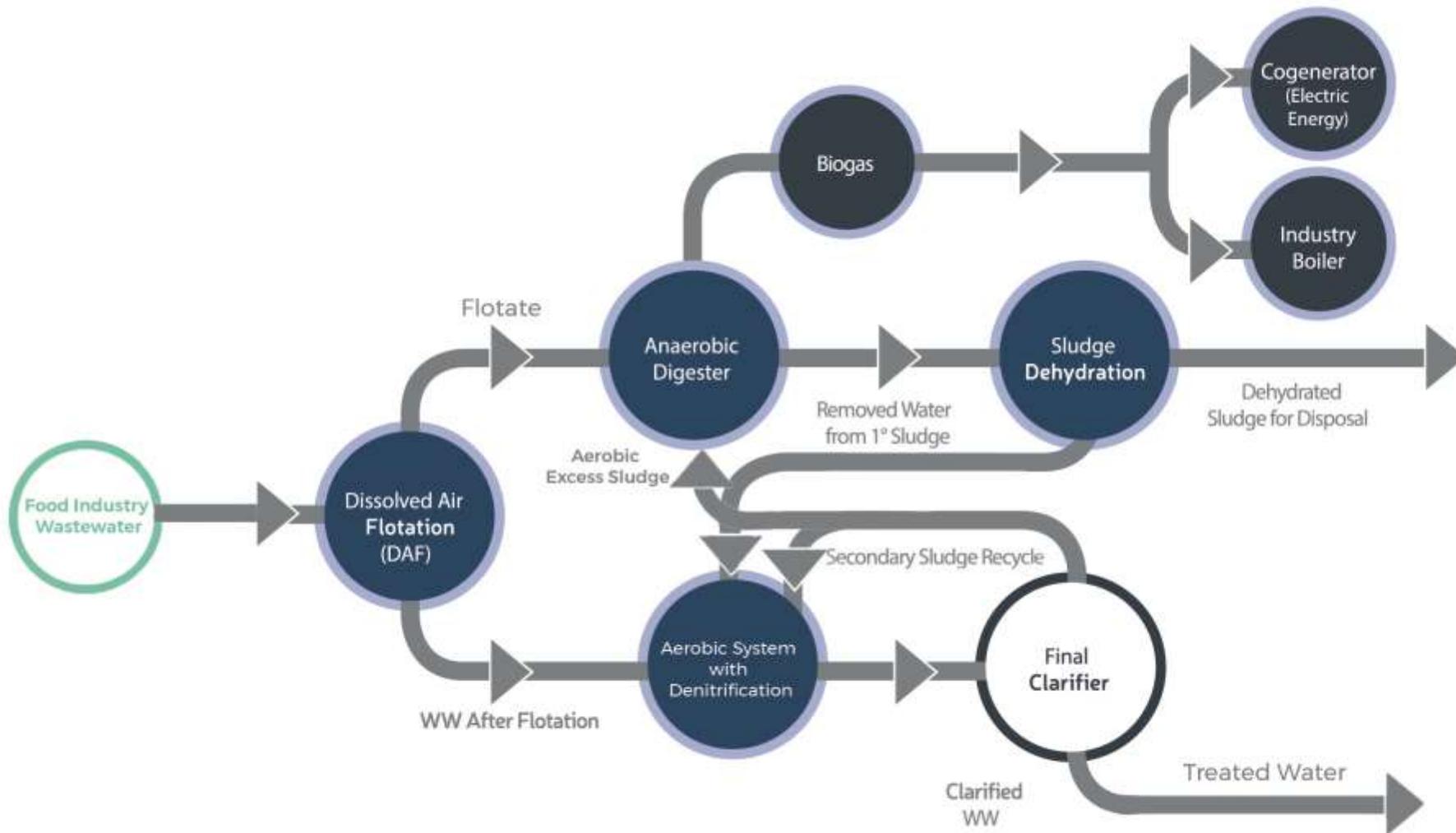
Ottenere energia dai reflui e dai sottoprodotti caseari

Quanto rendono i vari sottoprodotti?

La resa in metano si calcola considerando che il **92% circa del COD** viene abbattuto in fase anaerobica, e che il rapporto **CH₄/COD_{abbattuto} vale 0,32**.

	Quantità (ton)	COD (mg/l)	Produzione di metano	Cogenerazione		Equivalente in vapore
			(Nm ³)	Energia elettrica (kWh)	Energia termica (kWh)	kg _{vap}
Siero	1	61000	18,0	~68	~71	~227
Scotta	1	57000	16,8	~64	~67	~212
Latticello	1	60000	17,7	~67	~70	~223
Flottato	1	120000	35,7	~136	~143	~450
Acque di filatura	1	15000	4,4	~17	~18	~55

Integrazione tra biogas e depuratore



Il digestato può essere trattato nel sistema di disidratazione esistente.

La parte liquida (che è circa il 90% del totale) non deve essere smaltite, ma sarà depurate assieme ai reflui.

Un digestato liquido da scotta ha mediamente

- COD 500 mg/l
- TKN 300 mg/l

Integrazione tra biogas e depuratore

Fanghi primari (flottato) e fanghi secondari

- **Flottato:** vista la buona capacità di generazione di biogas, la digestione anaerobica ha senso economico.
- **Fanghi secondari:** Per piccole e medie imprese non ha molto senso digerire il fango secondario, perché il potere di generazione del biogas di quest'ultimo è modesto.
- **Fanghi flottati + secondari:** il fango secondario produce poco biogas, ma il trattamento permette una riduzione di volume. La combinazione di fango primario e secondario permette di avere un solo tipo di residuo alla fine del processo. Grazie al risultato assicurato dai primi anche la codigestione ha senso economico (c'è comunque una riduzione di volume del fango secondario).

Digestato, caratteristiche



Digestato solido, quantitativi

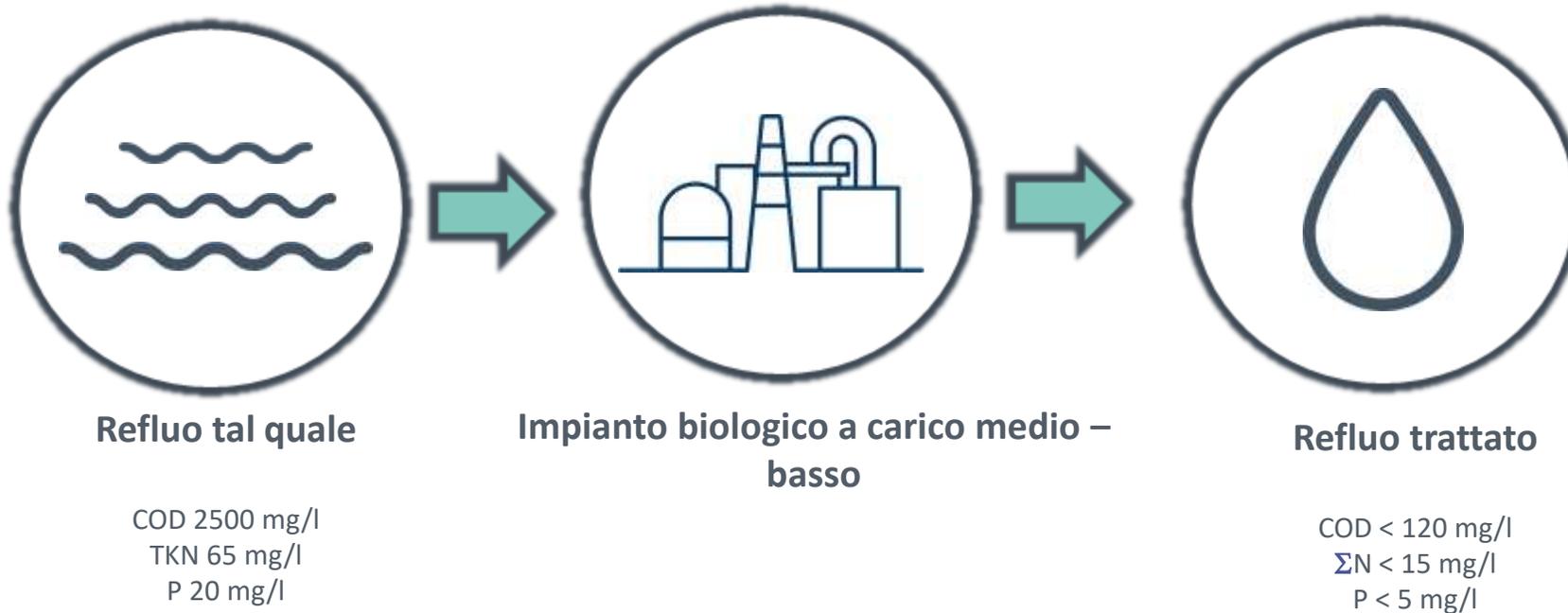
Quanto digestato viene prodotto dalla digestione dei vari sottoprodotti?

	Quantità t.q. (ton)	Pari a S.T. (kg)	Producono un digestato solido con un quantitativo di S.T. pari a kg
Siero	1	55	~4
Scotta	1	50	~3
Latticello	1	52	~4
Flottato (al 6%)	1	60	~9
Fango biologico di supero (al 1%)	1	10	~6

Confronto costi operativi

Caso reale: 1000 m³/giorno di refluo con COD medio 2500 mg/l.

Biologico aerobico a carico medio - basso



Consumo elettrico:

≈2000 kWh/giorno

Consumo prodotti chimici:

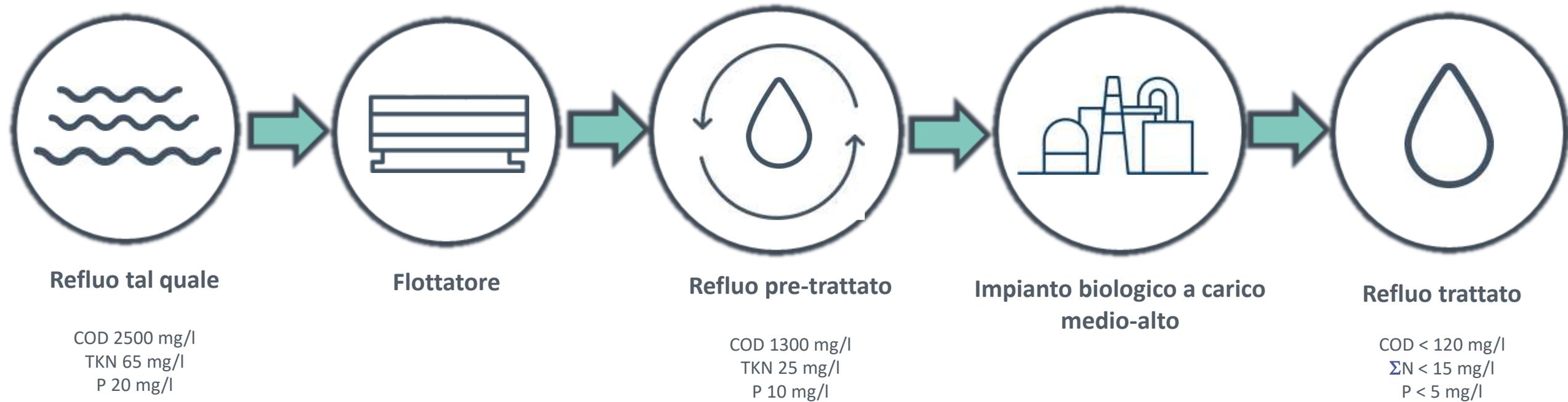
≈10 kg/giorno di polielettrolita

Fanghi prodotti:

3,0 ton/giorno (al 20%, pari a 600 kgSST/d)

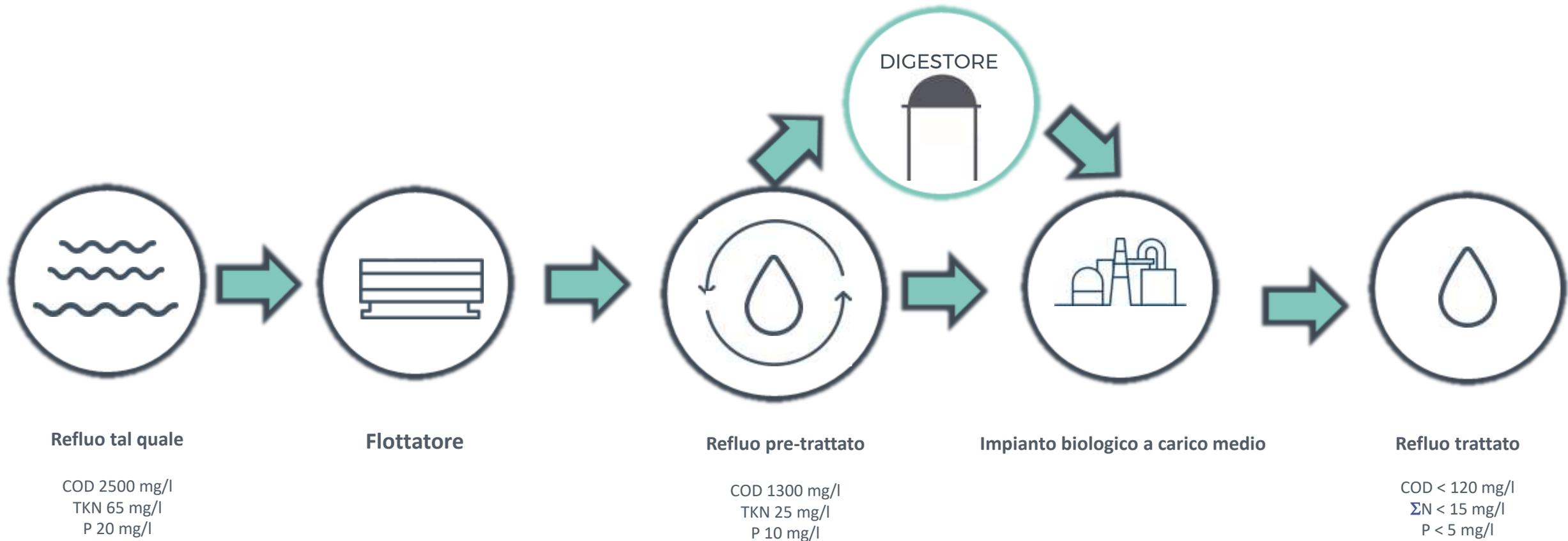
Confronto costi operativi

Caso reale: 1000 m³/giorno di refluo con COD medio 2500 mg/l.
Flottatore + Biologico aerobico a carico medio - alto



Consumo elettrico: ≈ 1000 kWh/giorno
Consumo prodotti chimici: ≈ 300 kg/giorno FeCl₃ + 20 kg/giorno di polielettrolita
Fanghi prodotti: 5,0 ton/giorno (al 20%, pari a 1000 kgSST/d)

Confronto costi operativi



Consumo elettrico:
Consumo prodotti chimici:
Fanghi prodotti:
Metano producibile:

≈1300 kWh/giorno
≈300 kg/giorno FeCl_3 + 10 kg/giorno di polielettrolita
2,0 ton/giorno (al 17,5%, pari a 300 kgSST/d)
345 Nm³/giorno, equivalenti a circa 1350 kWh/giorno di energia elettrica (in caso di cogenerazione)

Qualche esempio di impianto

Digestore anaerobico a scotta

Latteria e Caseificio Moro (TV)

Dati				
Sottoprodotto	Quantità (ton/giorno)	Produzione di metano (Nm ³ /d)	Elettricità (kWh)	Energia termica (kWh)
Scotta	170	3.200	500 × 24h	510 × 24h



Trattamento di reflui e sottoprodotti caseari

Digestore anaerobica a scotta, siero acido e lavaggi di UF Tobaldo Srl (PD)



Sottoprodotto	Quantità	Produzione di metano	Elettricità	Energia termica
	ton/d	Nm ³ /d	kWh _{elett}	kWh _{th}
Scotta	70	1.213	182	200
Acque concentrate	17	156	23	25
TOT.	87	1.369	205 × 24h	225 × 24h

Digestore anaerobica a scotta e flottato

Latteria di Soligo (TV)



Sottoprodotto	Quantità	Produzione di metano	Elettricità	Energia termica
	ton/d	Nm ³ /d	kWh _{elett}	kWh _{th}
Scotta	90	1.580	265	285
Flottato	6,7	220	34	37
TOT.	147	2.720	299 × 24h	322 × 24h

Trattamento di reflui e sottoprodotti caseari

Grazie per l'attenzione!

Contatti

Dott. Alessandro Donà

Email adona@fluencecorp.com

Tel +39 049 870 4817 int. 227

Mob +39 346 667 6483

A vertical graphic element consisting of a teal-colored shape that resembles a stylized drop or a vertical bar with rounded ends, positioned above the letter 'u' in the word 'fluence'.

fluence™