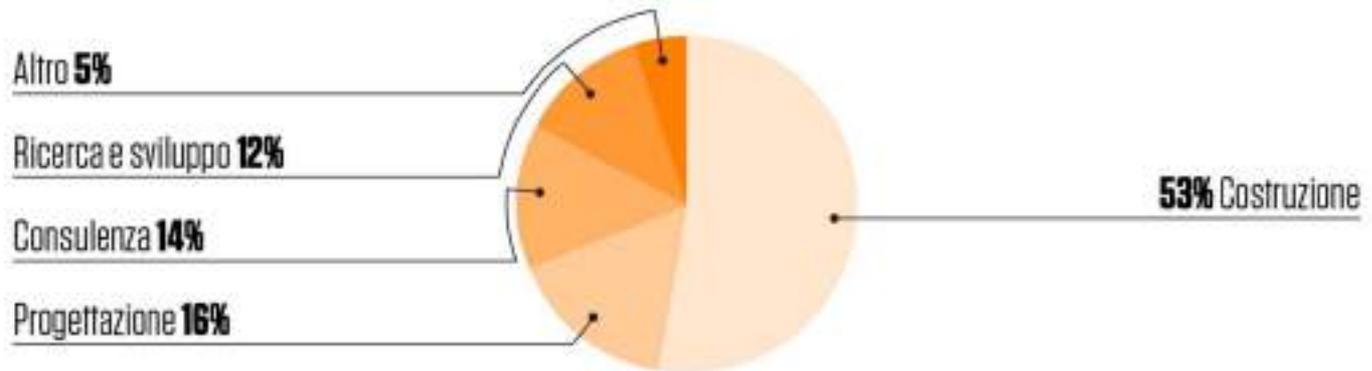


XXII Conferenza Nazionale sul Compostaggio e la Digestione Anaerobica

IL TRATTAMENTO EVAPORATIVO DEL DIGESTATO DA FORSU PER LA RIDUZIONE DELL'UMIDITÀ
CONTENUTA PER L'OTTIMIZZAZIONE DEL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO

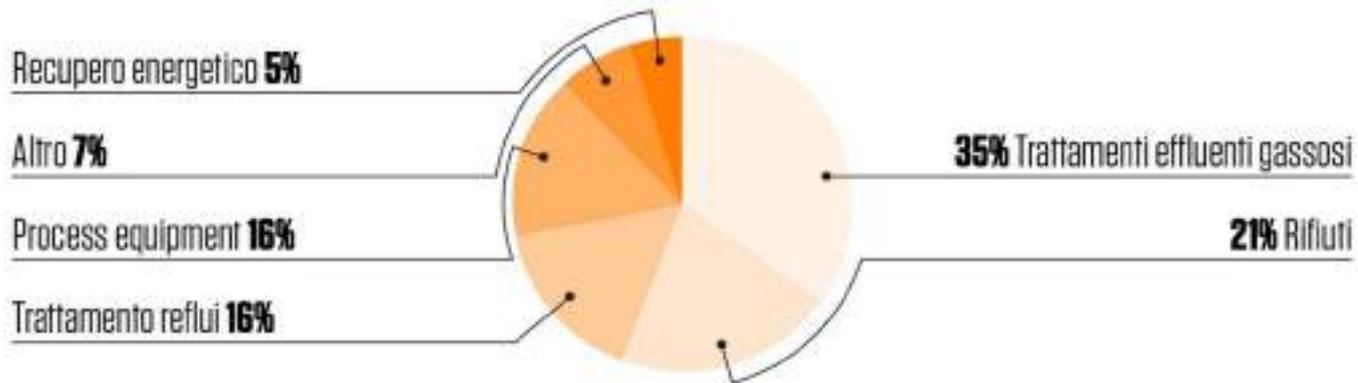
Attività

Raft s.r.l. è una società di Engineering che svolge attività di **Progettazione**, **Costruzione** e **Consulenza** tecnica nel settore degli impianti industriali per l'abbattimento delle emissioni promuovendo nei diversi ambiti **Innovazione** e **Ricerca**



Settori

- EFFLUENTI GASSOSI** - Impianti di trattamento effluenti gassosi
- EFFLUENTI LIQUIDI** - Impianti per il trattamento e la depurazione degli effluenti e rifiuti liquidi
- PROCESSO** - Costruzione di apparecchiature di processo ed interventi di ripristino apparecchiature esistenti



Trattamento effluenti gassosi ed odorigeni

Gli odori prodotti dai processi industriali quali:

- Trattamento rifiuti;
- Settore agro-alimentare;
- Industria produzione e utilizzo solventi.

RAFT SRL REALIZZA IMPIANTI DI TRATTAMENTO EFFLUENTI GASSOSI, COME:

- Scrubber Venturi e Colonne di lavaggio mono e bi-stadio
- Adsorbimento su carboni attivi e altri media filtranti
- Post combustione termica, rigenerativa o catalitica



Trattamento effluenti liquidi

I reflui prodotti dai processi industriali quali:

- Trattamento rifiuti;
- Settore agro-alimentare;
- Industria chimica



RAFT SRL REALIZZA IMPIANTI DI TRATTAMENTO REFLUI LIQUIDI, COME:

- Impianti evaporativi sottovuoto, multiplo effetto e atmosferici
- Impianti chimico-fisici
- Impianti di strippaggio
- Impianti di essiccamento fanghi chimici o biologici impianti di filtrazione (ultrafiltrazione, nanofiltrazione, osmosi inversa) ed MBR

Presentazione Raft Srl

La produzione

Le apparecchiature ed i processi che Raft propone sono costruiti, assemblati e prodotti in proprio mediante una officina di cui Raft srl è socia.

PMI opera nel settore degli impianti e delle apparecchiature industriali realizzati in acciaio INOX da 40 anni.



PMI Produzione
Montaggio
Impianti

www.pmi-coop.it



WEB: WWW.RAFTSRL.COM
TEL: +39 0571182 5444

MAIL: INFO@RAFTSRL.COM
RAFT SRL - Via del Lavoro, 65, 50056 Montelupo Fiorentino FI

Dal 2016 Raft si è impegnata per alcuni clienti, gestori di impianti di biodigestione a sviluppare una soluzione impiantistica che potesse rispondere ad una criticità emergente nel mondo della biodigestione da FORSU:

LA RIDUZIONE DEL TENORE DI UMIDITA' DAL DIGESTATO

È quindi iniziato un percorso che dura da 4 anni che ha portato all'individuazione di una tecnologia adatta alla risoluzione del problema.



LA RIDUZIONE DEL TENORE DI UMIDITA' DAL DIGESTATO

L'Esigenza:

Il problema principale nasce dal momento che il digestato in uscita dal digestore semidry ha un tenore di Umidità variabile tra l'80 ed il 90%, necessita di un elevato quantitativo di Strutturante per poter essere avviato a compostaggio.

I vantaggi della riduzione di umidità sono molteplici e connessi con la sua gestione e con il successivo impiego del digestato nel processo di compostaggio:

- Riduzione quantitativo di strutturante da impiegare (**minor consumo di materiale**);
- Riduzione delle dimensioni della sezione di compostaggio (**minori ingombri impiantistici**);
- Riduzione dei consumi di energia per la movimentazione e trattamento (**minor consumo energetico**);

LA RIDUZIONE DEL TENORE DI UMIDITA' DAL DIGESTATO

L'Esigenza:

Si è pertanto reso necessario analizzare il comportamento del digestato tal quale di fronte all'evaporazione dell'acqua contenuta in relazione:

1. Natura (densità, viscosità ed aspetto) del materiale concentrato e sua gestione ;
2. Distribuzione negli OUTPUT del COT presente sotto forma di specie più o meno volatili;
3. Distribuzione negli OUTPUT delle specie ammoniacali presenti;
4. Effetti di sporcamento dovuti alla concentrazione delle specie saline presenti;
5. Verifica delle Condizioni di processo per l'evaporazione;

Le grandezze di cui sopra al variare della *temperatura* e del *rapporto di concentrazione*



Riduzione del tenore di umidità dal digestato

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Prove evaporative e Analisi chimico fisiche:
dal 2016



RESIDUO IN
CONCENTRATORE



RESIDUO SCARICATO

Riduzione del tenore di umidità dal digestato

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Prove evaporative di laboratorio e Analisi chimico fisiche:

dal 2016

Parametro	Valore
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	8.4
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	n.d.
Residuo Secco a 105°C (%)	16
Carbonio Organico Totale (TOC) (%)	6.18
Densità apparente (kg/m³)	1039
Azoto (N) totale (%)	0,56
Azoto ammoniacale (mg/kg)	5644
Cloro totale (%)	2.6
Zolfo totale (%)	< 0.1
Cromo VI (mg/kg)	< 1
Fosforo (P) (mg/kg)	1300.0
Cloruri (Cl-) (mg/kg)	3222.7
Solfati (SO4) (mg/kg)	197.9
Viscosità dinamica (cP)	2200
Calcio (Ca) (mg/kg)	11000.0
Sodio (Na) (mg/kg)	2137.2
Alluminio (Al) (mg/kg)	1260.0
Arsenico (As) (mg/kg)	< 10
Cadmio (Cd) (mg/kg)	< 10
Rame (Cu) (mg/kg)	13.0
Piombo (Pb) (mg/kg)	4.3

Analisi digestato

2 : 1
vol

Parametro	Um	Risultato
Concentrazione ioni idrogeno	pH	6.7
Conducibilità	µS/cm	38100
Solidi disciolti totali (TDS)	mg/l	
Residuo Secco a 105°C	%	48
Cromo VI	mg/kg	0.0
Densità apparente	kg/m³	1462.5
Carbonio Organico Totale (TOC)	%	9.36
Azoto (N) totale	%	2.3
Azoto ammoniacale	mg/kg	2659.5
Nitrato (NO3)	mg/kg	240.263
Solfati (SO4)	mg/kg	101884
Solidi sedimentabili	mg/l	-
Viscosità cinematica a 40°C	cSt	-
Nitrito (NO2)	mg/l	< 2
Cloruri (Cl-)	mg/kg	32657
Alluminio (Al)	mg/kg	1900.0
Arsenico (As)	mg/kg	54
Cadmio (Cd)	mg/kg	< 10
Rame (Cu)	mg/kg	73.0
Piombo (Pb)	mg/kg	10.7

Analisi concentrato



Riduzione del tenore di umidità dal digestato

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Prove evaporative di laboratorio e Analisi chimico fisiche:

Parametro	Um	Risultato
Concentrazione ioni idrogeno	pH	10.6
SAR (sodium adsorbtion ratio)		< 1.00
Materiali grossolani	p/a	Assenti
Conducibilità	uS/cm	145
Alcalinità totale	mg/l	825
Solidi sospesi totali	mg/l	< 8
Richiesta biochimica di ossigeno (BOD5)	mg/l (O ₂)	172
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/l (O ₂)	480
Azoto totale (N)	mg/l	194
Fosforo totale (P)	mg/l	< 0.50
Azoto ammoniacale	mg/l	249
Azoto nitrico (N)	mg/l	< 1
Idrocarburi totali	mg/l	< 2.5
Tensioattivi totali (Mbas+Bias)	mg/l	1.0
Cianuri (CN ⁻)	mg/l	< 0.03
Alluminio (Al)	mg/l	< 0.05
Berillio (Be)	mg/l	< 0.01
Arsenico (As)	mg/l	< 0.05
Bario (Ba)	mg/l	< 0.10
Boro (B)	mg/l	0.45
Cromo (Cr) totale	mg/l	< 0.020
Ferro (Fe)	mg/l	< 0.050
Manganese (Mn)	mg/l	< 0.05
Nichel (Ni)	mg/l	< 0.020
Piombo (Pb)	mg/l	< 0.02
Rame (Cu)	mg/l	< 0.010

dal 2016

Complessivamente è stato ricavato un distillato di buona qualità, con assenza di trascinati solidi e salini od altri composti volatili come si può notare dalla conducibilità molto bassa e dal tenore di cloruri e solfati ma anche dei solidi totali.

Restano tre apparenti criticità da risolvere che sembrano essere:

- il pH
- la presenza di specie ossidabili
- la presenza di azoto totale.



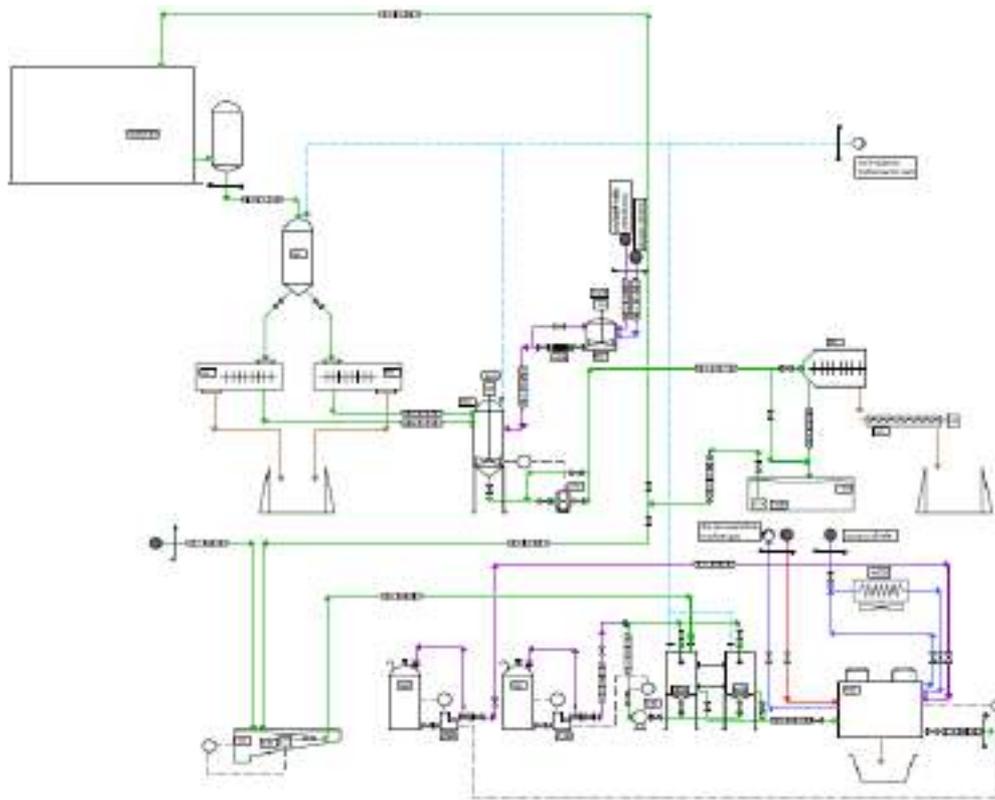
Analisi condense

Riduzione del tenore di umidità dal digestato

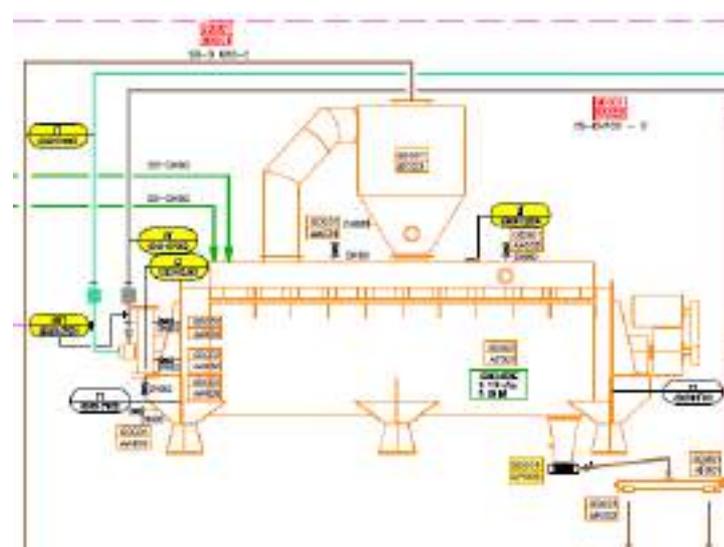
Il Processo

- A seguito delle prove di laboratorio nel biennio 2017-2018 è stato sviluppato il progetto del processo per il condizionamento, la preparazione e la riduzione del contenuto di umidità del digestato.

Caso 1

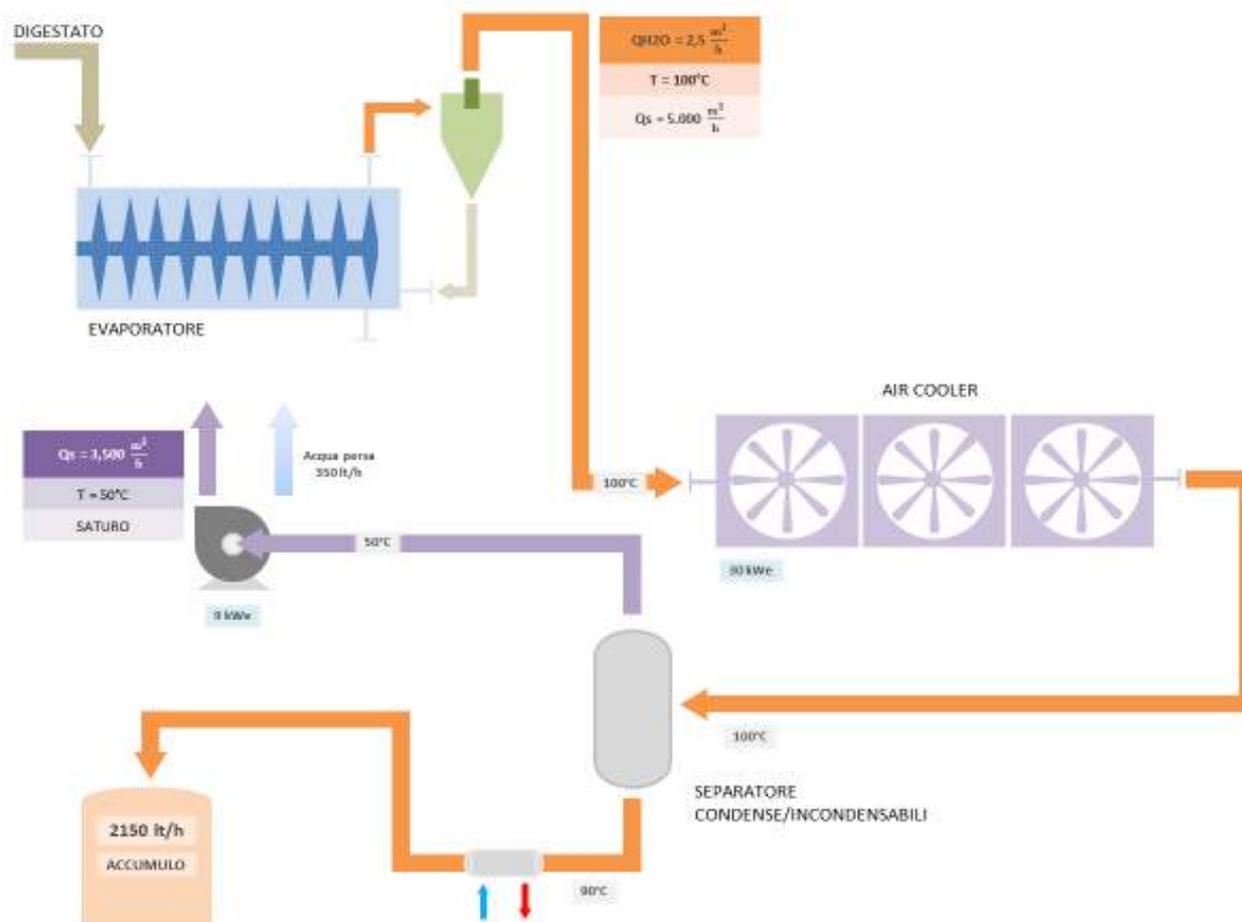


Caso 2



Riduzione del tenore di umidità dal digestato

Il Processo



Riduzione del tenore di umidità dal digestato

L'impianto:

Il processo sviluppato si basa sulla tecnologia evaporativa attraverso l'impiego di impianto prototipale (2019) costituito da un evaporatore continuo avente le seguenti caratteristiche

Evaporatore a dischi

- Contatto indiretto a pressione atmosferica;
- Riscaldato ad olio diatermico o di vapore;
- Senza correzione pH



Riduzione del tenore di umidità dal digestato

Il concentrato prodotto:

È stato realizzato un impianto prototipale in scala reale su cui sono state eseguite le prove industriali:

- Palabilità del materiale: il materiale risulta palabile a freddo sopra il 35% e palabile a 90°C sopra il 50%;
- Materiale sottoposto a parziale sterilizzazione (1 hr a 100°C) ma ancora compostabile con una Sostanza organica (COT) elevata alta e ben disponibile;



Riduzione del tenore di umidità dal digestato

I risultati

Prove in scala ed Analisi chimico fisiche:

2019 - 2020

Codice	20LA16870	20LA16869	20LA16868
Descrizione del Campione	DIGESTATO TAL QUALE AGO 20	CONCENTRATO/ESSICCATO - AGO 20	CONDENSE - AGO 20
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	7,9	7,5	5,3
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	33000	38000	920
Residuo secco a 105°C (%)	8,92	30	< 0,1
Densità (20°C) (g/ml)	1,0275	1,0016	0,9788
Solidi sospesi volatili (%)	4,16	7,5	< 0,1
Solidi disciolti totali (TDS) (mg/l)	22000	62300	613
Carbonio organico totale (TOC) (mg/l)	15370	25870	585,4
Azoto totale (N) (mg/l)	4435	10420	124
Azoto ammoniacale (NH4+) (mg/l)	4350	3480	155
Fosforo totale (P) (mg/l)	617	650	< 0.50
Cloruri (Cl-) (mg/l)	2916	4285	71
Solfati (SO4) (mg/l)	2550	15915	235
Viscosità dinamica (cP)	370	590	< 20.0



RAPPORTO DI PROVA n° / TEST REPORT n° 20LA16870

REPORT OF ANALYSIS / RAPPORTO DI ANALISI

Client / Cliente: RAFT SRL - Via del Lavoro, 65 - 50056 Montelupo Fiorentino (FI)
Description of sample / Descrizione campione: DIGESTATO TAL QUALE - AGO 20
Date of measurement / Data di misurazione: 20/08/2020
Date of analysis report / Report issue date: 21/08/2020

Sample / Campione: DIGESTATO TAL QUALE - AGO 20
Analysis / Analisi: CHIMICO-FISICHE

Parametro / Parameter	Valore / Value	Unità / Unit	Limite / Limit
Residuo secco a 105°C (%)	8,92	%	< 0,1
Azoto ammoniacale (NH4+) (mg/l)	4350	mg/l	
Azoto totale (N) (mg/l)	4435	mg/l	
Carbonio organico totale (TOC) (mg/l)	15370	mg/l	
Solidi disciolti totali (TDS) (mg/l)	22000	mg/l	
Solidi sospesi volatili (%)	4,16	%	< 0,1
Densità (20°C) (g/ml)	1,0275	g/ml	
Conducibilità (µS/cm a 20°C)	33000	µS/cm	
pH	7,9		
Viscosità dinamica (cP)	370	cP	< 20.0
Fosforo totale (P) (mg/l)	617	mg/l	< 0.50
Cloruri (Cl-) (mg/l)	2916	mg/l	
Solfati (SO4) (mg/l)	2550	mg/l	



I risultati:

Dalle prove di laboratorio e dagli esiti della gestione dell'impianto prototipale è emerso che:

1. **Le condizioni di processo testate sono:**
 1. Patm e Tev 102°C;
 2. pH non corretto tra 7 e 9;
2. **La Natura** : si passa da un liquido pastoso ad un fluido viscoso a caldo e solido palabile a freddo;
3. **Il COT** presente nel digestato si mantiene nel concentrato e strippa in piccola quantità trasferendosi nelle condense rilevabile attraverso un COD contenuto;
4. Nelle condizioni testate **l'ammoniaca** viene trasferita in larga parte nelle condense ma resta in parte anche nel concentrato;
5. **Gli effetti di sporramento** dovuti alla concentrazione delle specie saline si mantengono contenuti nelle condizioni di processo (pH neutri);

Riduzione del tenore di umidità dal digestato

I punti di forza:

Il processo sviluppato presenta i seguenti punti di forza:

1. Assenza di punti emissivi;
2. Alimentazione Digestato sia vagliato o tal quale fino ad una pezzatura di 3-5 cm in ingresso;
3. Alimentazione Digestato con tenori variabili di Sostanza Secca dal 5 al 20%;
4. Riscaldato mediante olio diatermico o vapore entrambi producibili attraverso il recupero termico da motori di cogenerazione;
5. Produzione di un condensato riutilizzabile per impieghi industriali previa rimozione dell'ammoniaca;
6. Possibilità di variazione del tenore di umidità in uscita in base all'impiego, dal 30 % fino anche a tenori superiori al 50%;



Riduzione del tenore di umidità dal digestato

Gli sviluppi:

È in corso l'ulteriore sviluppo della tecnologia finalizzato a :

1. Valutazione della qualità del compost prodotto utilizzando il materiale ottenuto dopo la concentrazione;
2. Costruzione di un prototipo mobile per sperimentazione presso i siti di produzione del digestato;
3. Recuperare il calore dalle fumane per alimentare un secondo stadio di evaporazione ed ottenere condensate scaricabili in corpo idrico superficiale;
4. Operare l'evaporazione con vettori termici a bassa entalpia (acqua calda 90 ° C);
5. Incrementare l'efficienza di scambio attraverso l'installazione di un sistema di pulizia automatico.



Grazie per l'attenzione

