



TECNOLOGIE DI LISI E DIGESTIONE ANAEROBICA

Redazione

Marco Lazzazzara
Giancarlo Cecchini
Alessandro Filippi
Alessandro Frugis
Simone Leoni
Massimo Spizzirri

Acea Elabiori
Acea Elabiori
Acea Elabiori
Acea Elabiori
Acea Elabiori
Acea Ato2

Data: 27.10.2021

aceea
ingegneria
e servizi

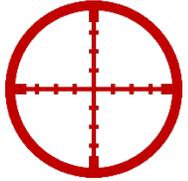
Tecnologie di lisi e digestione anaerobica



Con il Decreto del MISE del 02/03/2018 l'Italia intende promuovere l'uso del biometano e degli altri biocarburanti avanzati.



Tecnologie di lisi e digestione anaerobica



Lisi mirata allo smaltimento dei fanghi

Tipologie

- **Idrolisi termica**
- **Idrolisi chimica o termochimica**
- **Ossidazione mediante chemicals**
- **Trattamento meccanico di disintegrazione**
- **Trattamento fisico con ultrasuoni**
- **Idrolisi enzimatica**
- **Trattamenti elettrici**



Vantaggi/Svantaggi

- **Riduzione dei fanghi prodotti con conseguenti ritorni economici**
- **Aumento conseguente della produzione di biogas**
- **Costi di investimento ingenti**
- **Necessità di modifiche strutturali**
- **Implicazioni gestionali**
- **Possibile necessità di personale specializzato**

Tecnologie di lisi e digestione anaerobica



Lisi mirata alla produzione di biometano



Necessario:

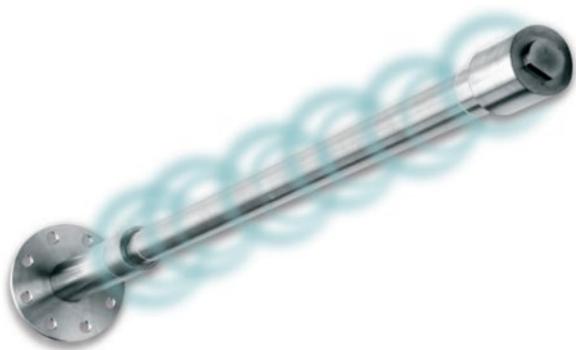
- Minor complessità impiantistica
- Minori implicazioni gestionali
- Minime modifiche strutturali
- Non dispendioso



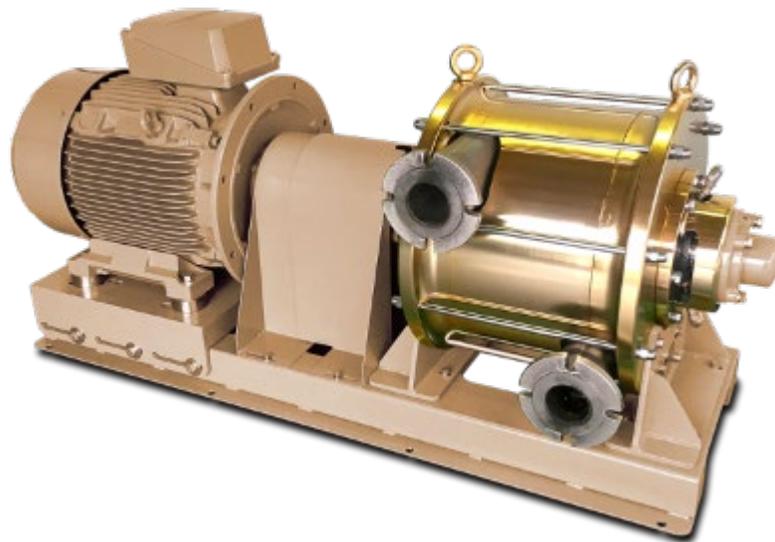
Upgrading

Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

Sonicazione



Cavitazione



Disgregazione elettrocinetica

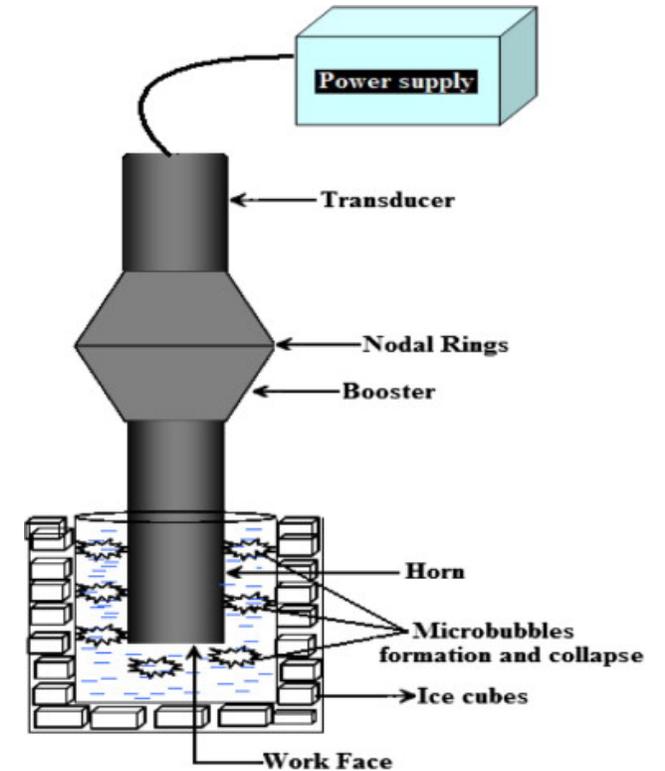


Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

Sonicazione

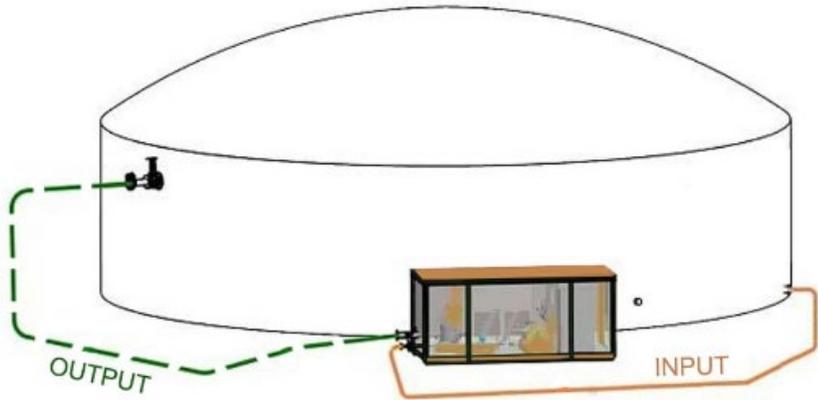


Power consumption: 80 kW
Gas yield: +10-15%
Sludge reduction: -5-10%



Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

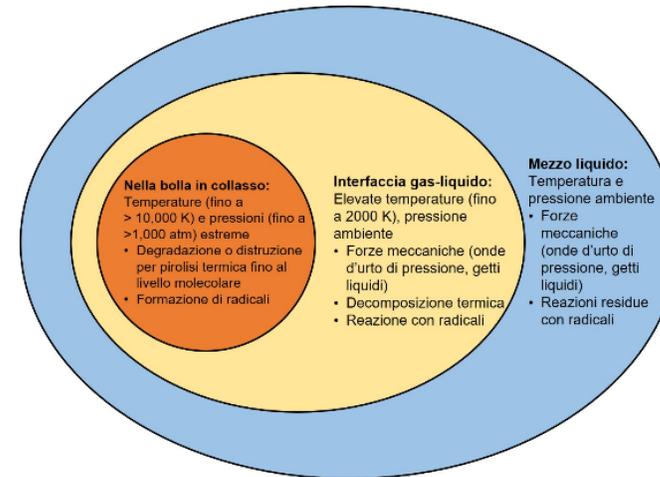
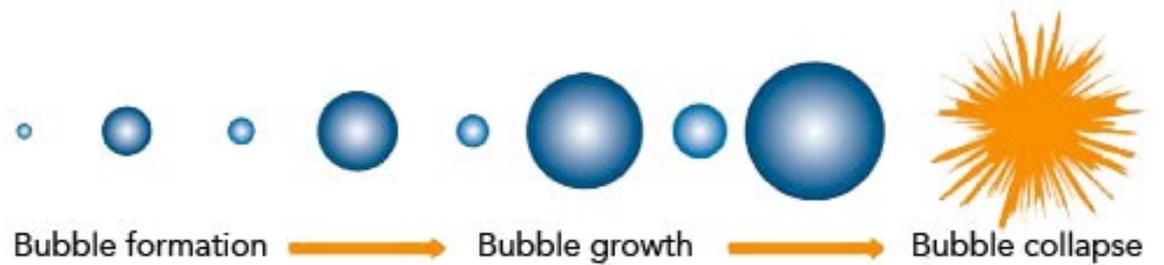
Cavitazione



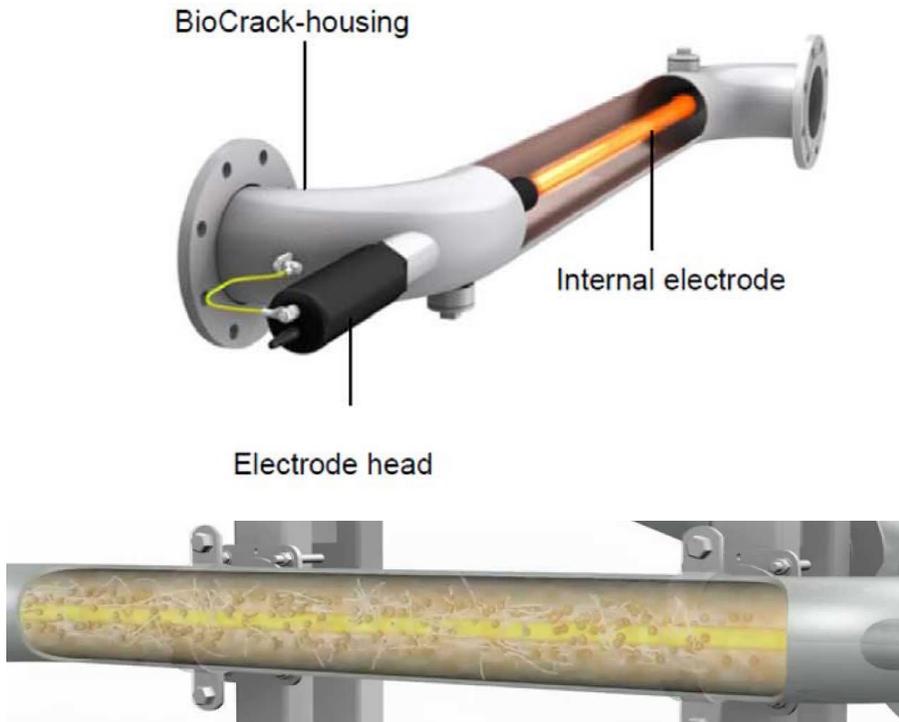
Power consumption: 22 kW

Gas yield: +15-20%

Sludge reduction: -15-20%



Disgregazione elettrocinetica



Power consumption: 15-25 kW

Gas yield: +10-15%

Sludge reduction: -10-15%

Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

Studi in scala pilota

Campioni reali:

- Fanghi ispessiti al 2% e 4%

Condizioni al contorno dell'impianto pilota rappresentative dell'impianto in scala reale:

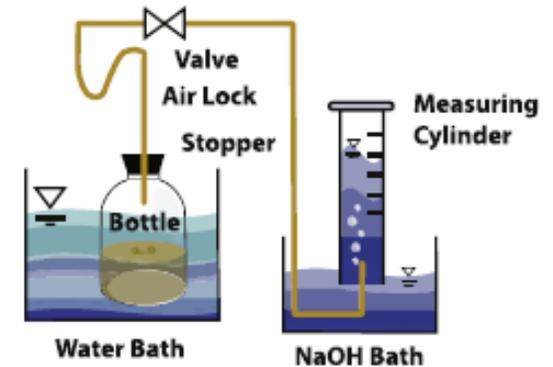
- Tempo di contatto
- Energie specifiche



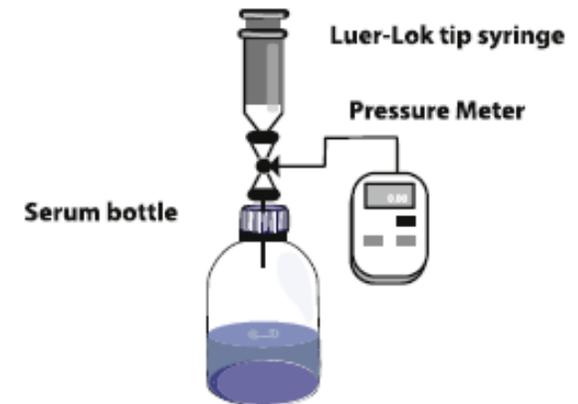
Test BMP - potenziale biometanazione

Parametri analitici monitorati:

- Solidi totali
- Solidi volatili
- TDS (solidi totali disciolti)
- COD totale
- COD solubile
- N solubile
- P solubile
- P totale %ss
- N totale %ss
- TOC %ss
- Idrogeno %ss
- Zolfo %ss



Volumetric Setup



Manometric Setup

Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

Sonicazione

TEST 1						
Componente	U.M.	T=0'	T=30'	T=60'	T=90'	T=120'
pH		7,0	6,9	7,1	6,9	6,9
Residuo secco a 105 °C	%	1,82				2,18
Solidi totali volatili	% ss	73,46				72,82
C.O.D solubile	mg/l	55	133	150	214	353
C.O.D.	mg/l	23.200	32.200	31.800	28.900	29.000
Azoto	% ss	6,16				6,31
Carbonio	% ss	37,6				37,7
Idrogeno	% ss	5,8				5,5
Zolfo	% ss	0,88				0,88
Grado di solubilizzazione COD	%		0,34	0,41	0,69	1,29
Incremento COD solubile	%		142	173	289	542
Incremento COD solubile	mg/l		78	95	159	298

TEST 2						
Componente	U.M.	T=0'	T=30'	T=60'	T=90'	T=120'
pH		6,9	7,0	6,9	6,9	6,9
Residuo secco a 105 °C	%	2,92				2,95
Solidi totali volatili	% ss	74,82				74,03
C.O.D solubile	mg/l	138	321	359	446	527
C.O.D.	mg/l	37.500	36.600	38.600	38.700	40.300
Azoto	% ss	6,03				6,4
Carbonio	% ss	36,7				38,3
Idrogeno	% ss	5,5				5,5
Zolfo	% ss	0,85				0,85
Grado di solubilizzazione COD	%		0,49	0,59	0,82	1,04
Incremento COD solubile	%		133	160	223	282
Incremento COD solubile	mg/l		183	221	308	389

Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

Cavitazione

Componente	Fango digestore	Fango digestore post-cavitazione	Fango addensatore	Fango addensatore post cavitazione
Residuo secco a 105 °C %	2,4	2,2	3,7	3,3
Solidi totali volatili % ss	63,9	76,2	78,3	75,8
Azoto - % ss	4,6	4,3	6,5	6,7
Carbonio - % ss	32,3	30,2	39,7	39,2
Idrogeno - % ss	5	4,6	5,9	6,4
Zolfo - % ss	0,7	0,8	0,6	0,7
Solidi disciolti totali (TDS) - mg/L	1364	1713	1088	7164
Azoto totale disciolto - mg/L N	679	616	46,5	760
C.O.D su filtrato - mg/L O2	575	1426	351	8020
Fosforo totale filtrato - mg/L P	123	94,4	125	185

Prove preliminari:

- Fango 2-4%
- Tempo di contatto consigliato e aumentato

Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

DATI FANGHI			
Fanghi secondari addensati prodotti	15.000	15.000	mc/mese
Fanghi secondari addensati prodotti	180.000	180.000	mc/y
%SS fanghi addensati	4,0	4,0	% SS
%VSS fanghi addensati	73	73	%VSS
Totale solidi prodotti	7.200	7.200	ton/y SS
Totale solidi volatili prodotti	5.256	5.256	ton/y VSS
Efficienza rimozione VSS digestori	40	46	%
Totale solidi in uscita digestori	5.098	4.782	ton/y SS
	3.154	2.838	ton/y VSS
%SS fanghi uscita digestori	2,8	2,7	% SS
%VSS fanghi uscita digestori	62	59	%VSS
%SS fango disidratato	23	25	% SS
% cattura centrifuga	95	95	%
Totale solidi in uscita centrifuga	4.843	4.543	ton/y SS
Fanghi disidratati prodotti	21.055	17.957	ton/y
%SS fango essiccato	80	80	% SS
Fanghi essiccati prodotti	6.053	5.679	ton/y
Costo smaltimento fanghi essiccati	120	120	€/ton

SONICAZIONE			
% fango trattato		65	
n. reattori		8	n.
Volume singolo reattore		2,5	mc
Volume totale		20	mc
HRT		90,1	min
n. oscillatori a ultrasuoni per reattore		8	n.
Potenza oscillatore		1	kW
Potenza mixer		2	kW
Potenza totale sonicazione		64	kW
Potenza totale miscelazione		16	kW
Potenza totale		80	kW
Ore funzionamento/anno		8.760	h/y
Costo energia		0,16	€/kWh
Ore di vita oscillatori		40.000	h
Costo oscillatore		3.500	€/cad.
Costo sostituzione oscillatori (ogni 5 anni)		224.000	€

Tecnologie di lisi e digestione anaerobica

Biogas prodotto	1.200.000	1.464.000	m³/y
Biogas prodotto	1.267.200	1.545.984	Sm³/y
% metano nel biogas	65	65	%
Biometano prodotto	823.680	1.004.890	Sm³/y
Portata sistema di upgrading biometano	137	167	m³/h
Costo operativo sistema di upgrading unitario	0,20	0,20	€/m³
Costi operativi sistema di upgrading	164.736	200.978	€/y
Richiesta metano caldaie	339.574	339.574	m³/y
Richiesta metano caldaie	358.590	358.590	Sm³/y
Costo acquisto metano	0,17	0,17	€/Sm³
Costi operativi caldaie	60.960	60.960	€/y
Incentivo biometano	0,6	0,6	€/Sm³
Ricavi da incentivo	494.208	602.934	€/y
Prezzo di vendita	0,19	0,19	€/Sm³
Ricavi da vendita	93.900	114.557	€/y
Ricavi totali da biometano	588.108	717.491	€/y

Costi antischiuma	16.000	0	€/y
Costi polielettrolita	625.000	562.500	€/y
Costi personale di gestione sonicazione	0	60	€/d
Costi personale di gestione sonicazione	0	21.900	€/y
Costi energia per sonicazione	0	112.128	€/y
Costi sostituzione sonicatori	0	44.800	€/y
Costi operativi sonicazione	0	178.888	€/y
Costi operativi essiccatore	1.052.765	808.066	€/y
Costi smaltimento fanghi	726.408	681.469	€/y
Totale costi annui	-2.057.762	-1.775.371	€/y
Saving annuo		282.392	€/y
Costi di investimento sonicazione		1.050.000	€
Costi di installazione sonicazione		15.000	€
Payback time		3,8	€

SVILUPPI FUTURI

- Completamento delle prove in scala pilota
- Conclusione dei test **BMP** e analisi
- Valutazioni tecnico-economiche e ambientali
- Prova in scala reale della miglior tecnologia



What is next?