



# **Le materie prime critiche e il nuovo piano di azione Europeo: strategie per un approvvigionamento più sicuro e sostenibile**

Tavola rotonda

Dal trattamento dei rifiuti ai materiali avanzati, alla sostituzione:  
ricerca e innovazione sulle materie prime critiche.

## **APPROCCI INNOVATIVI PER IL RECUPERO DEL FOSFORO DAI FANGHI**

**ACEA Elabori**

**29 ottobre 2021**

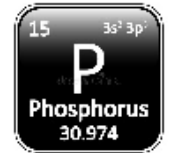
# Approcci innovativi per il recupero del fosforo da fanghi



La fosforite o roccia fosfatica

unica materia prima per la

produzione di Fosforo.



ma (era stato inserito nel 2017) il **fosforo nell'elenco della CE delle materie prime critiche** (totali 30 sostanze).

e fosforite :

de **rilevanza** per gli ecosistemi industriali (soprattutto industrie ad alta intensità energetica e agroalimentare ma ne industria aerospaziale e difesa per il solo fosforo)

**io di approvvigionamento** ( fortissima dipendenza da paesi extra UE).

due tipologie di processi principali per la produzione di fosforo dalla fosforite:

essi termici (molto costosi) che produce fosforo elementare (fosforo bianco, rosso o nero);

essi ad umido (basso costo di produzione) che produce acido fosforico.

nco delle materie prime critiche della CE troviamo:

**fosforite** (per quanto riguarda la fase dell'estrazione) la cui dipendenza per l'Europa è all'84% ed il tasso di riciclo al le applicazioni principali sono per i concimi minerali e i composti del fosforo. Il principale paese di approvvigionamento per l'Europa è il Marocco (24%) (non è il maggiore produttore mondiale);

**fosforo** (per quanto riguarda la fase della trasformazione) la cui dipendenza per l'Europa è pari al 100% ed il tasso di riciclo è allo 0%. Le applicazioni principali sono nel settore chimico e della difesa. Il Principale paese di approvvigionamento per l'Europa è il kazakistan (71%) (non è il maggiore produttore mondiale)



Bruxelles, 3 9 2020  
COM(2020) 474 final

COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO,  
AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E  
AL COMITATO DELLE REGIONI

Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore  
sicurezza e sostenibilità

# Approcci innovativi per il recupero del fosforo da fanghi

report prodotto dalla Piattaforma Italiana del Fosforo

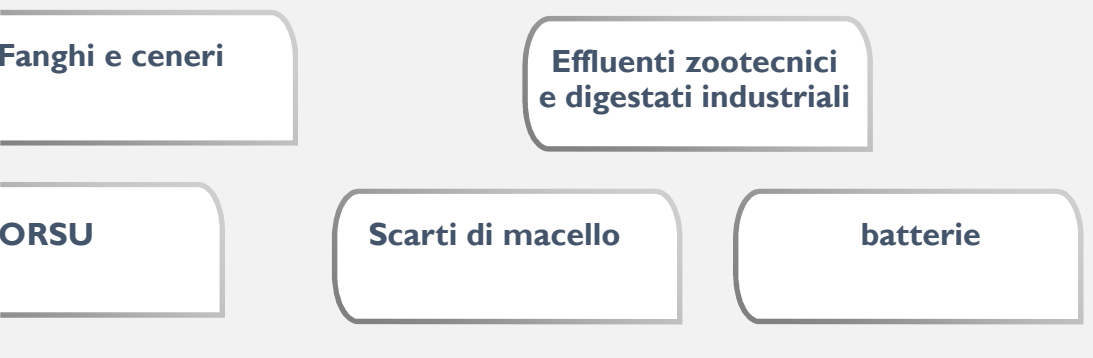
**ANALISI DEI GIACIMENTI PRIMARI DI FOSFORO E DEGLI USI ATTUALI DEL FOSFORO IN ITALIA E IN EUROPA E VALUTAZIONE DEI COSTI DI APPROVVIGIONAMENTO»**

riportate:

**domanda** di Fosforo per i diversi settori (Fertilizzanti 82%, mangimi animali 7%, prodotti alimentari 2%, detersivi e fosfati 4%, pesticidi 5...).

perdite di Fosforo dai principali processi (produzione agricola, produzione animale, produzione industriale, trasformazione alimentare, consumo umano) e

flussi di rifiuti, sottoprodotti, reflui più **promettenti** per il recupero del fosforo:



Le tecnologie esistenti e quelle più promettenti per il recupero del fosforo sono presentate nel report della Piattaforma italiana del fosforo intitolato:

*“P4 Le tecnologie disponibili per il recupero del fosforo”.*

Per quanto riguarda quelle relative al recupero da fanghi troviamo:

**Tabella 23 Principali processi applicati per il recupero del fosforo (Canziani et al., 2018)**

Fase acquosa	Fanghi	Ceneri
Processo	Processo	Processo
Precipitazione	Lisciviazione chimica a umido	Termo-chimico a base cloruri (es: MgCl <sub>2</sub> )
Scambio ionico	Ossidazione a umido	Termo-chimico a base di sodio (es: Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
Precipitazione/ Cristallizzazione	Ossidazione a umido super critica	
Cristallizzazione	Gassificazione con fusione dei fanghi	Estrazione chimica, per lisciviazione acida dell'...
	Carbonizzazione idro-termica	

# Approcci innovativi per il recupero del fosforo da fanghi



Proprio per favorire l'economia circolare ed il riciclo del fosforo nel settore agricolo la CE ha pubblicato, a luglio del 2021, 3 regolamenti che modificano il regolamento UE 2019/1009 sui fertilizzanti al fine di consentire l'utilizzo di alcuni flussi di rifiuti e sottoprodotti come materiali costituenti (CMC) nella produzione di fertilizzanti a marchio CE.

**CMC 13**  
**Materiali di ossidazione termica e derivati**  
**(6 luglio 2021)**

**CMC 12**  
**Sali di Fosforo precipitati e derivati**  
**(5 luglio 2021)**

**CMC 14**  
**Materiali da pirolisi e gassificazione**  
**(7 luglio 2021)**

di fatto i 3 regolamenti costituiscono a tutti gli effetti dei **REGOLAMENTI "END OF WASTE"** essi stabiliscono: materiali di ingresso, processi di produzione e caratteristiche del prodotto ottenuto.

## Materiali da Ossidazione termica e derivati

input	Requisiti processo	output	Requisiti fertilizzante
a)Animali vivi o morti eccetto b)Rifiuti vegetali, produzione di carta c)Biowaste d)Materiali da processi controllati e)Fanghi di depurazione f)Fanghi industriali g)Rifiuti eccetto.. h)Combustibili ausiliari i)Sostanze usate nella produzione di ferro e acciaio j)Sostanze e miscele eccetto.. Sottoprodotti di origine animale Cat 2 e 3.	Non oxygen limiting conditions Gas portato alla temperatura di almeno 850°C per almeno 2 secondi. Eccezioni... Linee differenti per materiali input ammessi da altri materiali Nessun contatto tra input e output	TOC delle scorie e ceneri è minore del 3% s.s.  IPA minore o uguale a 6mg/kg s.s. 20 ng WHO tossicità equivalente di PCDD/F/kg s.s.	Cr: 400mg/kg s.s. (per input e,g,i) Tl: 2 mg/kg s.s. (per input e,g,h,i)  Cloro minore/uguale 30g/kg s.s. Vanadio minore/uguale 600 mg/kg s.s. (per input g,i)



**Precipitati di Sali di fosfati e derivati**

	Requisiti processo	Output	Requisiti fertilizzante
<p>ue reflue urbane e fanghi di razione;</p> <p>ue reflue "agroindustria" e fanghi purazione;</p> <p>waste;</p> <p>dui di processo della produzione etanolo e biodiesel;</p> <p>nali vivi o morti..eccetto..</p> <p>anze e miscele diverse da...</p> <p>cat. 2 e 3</p>	<p>Processi manuali, meccanici o gravitazionali, frazionamento solido- liquido, utilizzando polimeri biodegradabili, dissoluzione in acqua, flottazione, estrazione con acqua, distillazione a vapore o riscaldamento all'unico scopo di eliminare l'acqua, idrolisi termica, digestione anaerobica o compostaggio.</p> <p>La temperatura non oltre 275 °C.</p> <p>Precipitazione in reattore controllato</p> <p>No contatto tra input e output</p>	<p>un tenore minimo di anidride fosforica (P2O5) pari al 16 % del tenore di materia secca;</p> <p>un tenore massimo di carbonio organico (Corg) pari al 3 % del tenore di materia secca;</p> <p>non più di 3 g/kg di materia secca di impurità macroscopiche di dimensioni superiori a 2 mm in qualsiasi delle forme seguenti: materia organica, vetro, pietre, metallo e plastica;</p> <p>non più di 5 g/kg di materia secca della somma delle impurità macroscopiche</p> <p>Somma di Al e Fe non eccede 10% in s.s.</p> <p>Registrazione REACH solo per input a) IPA minore/uguale 6 mg/kg s.s.</p>	<p>Salmonella spp. Assente in 25 gr ml</p> <p>E.coli o enterocaccacee 1000 in o 1 ml</p> <p>Clostridium perfringens 100 UFC o 1ml</p> <p>Ascaris uova vitali assenti in 25 g ml</p> <p>Non necessari in caso sterilizzazione pastorizzazione/igienizzazione</p>

Materiali da pirolisi e gassificazione

input	Requisiti processo	output	Requisiti fertilizzante
<p><b>No fanghi!!!</b></p> <p>)organismi vivi o morti..</p> <p>)rifiuti vegetali da produzione cibo e cartiera,</p> <p>)residui processi produzione metano e bioetanolo e biodiesel;</p> <p>)biowaste;</p> <p>)additivi di pirolisi e gassificazione;</p> <p>OA cat 2 e 3</p>	<p>conversione termochimica in condizioni di ossigeno limitante a temperatura di almeno 180°C per 2 secondi.</p> <p>Separazione input e output</p> <p>Processi manuali, meccanici o gravitazionali, frazionamento solido-liquido, utilizzando polimeri biodegradabili, dissoluzione in acqua, flottazione, estrazione con acqua, distillazione a vapore o riscaldamento all'unico scopo di eliminare l'acqua, digestione anaerobica o compostaggio.</p>	<p>Rapporto H/Corg minore di 0,7 per i materiali con contenuto di carbonio organico minore del 50%</p> <p>IPA minore/uguale a 6mg/kg s.s.</p> <p>PCDD/F minore/uguale a 20 ng WHO/kg s.s.</p> <p>PCB 0,8</p>	<p>TI: 2 mg/kg s.s. (se più del 5% di additivi sul totale che sono aggiunti all'input)</p> <p>Cloro minore/uguale 30g/kg s.s.</p>



# REGOLAMENTI CE MODIFICA REGOLAMENTO 2019/1009

CMC 12- CMC 13- CMC 14

## ESCLUSIONI

I materiali di input cessano di essere rifiuti (nel caso in cui lo fossero in ingresso) solo nel momento dell'incorporazione in un materiale di output (CMC) in un prodotto fertilizzante dell'UE (CFP). (Vedi articolo 19 del regolamento 2019/1009)

È importante notare che nei predetti regolamenti, tra i materiali di input, non siano previste alcune matrici (ad Es. i fanghi) non significa che essi non possano costituire materiali di input per la realizzazione di fertilizzanti previsti a livello dei singoli Membri. (Vedi considerando 5 Regolamento 2019/1009)





# Approcci innovativi per il recupero del fosforo da fanghi

## STATO NORMATIVA NAZIONALE

Attualmente al recupero del fosforo bisogna tenere in considerazione 3 principali filoni:

**Decreto legislativo 99/92** sull'utilizzo agricolo dei fanghi in fase di aggiornamento presso il Ministero dell'Ambiente. In attesa di una nuova bozza, in vigore fin dal 2009, nonché le bozze di recepimento del "pacchetto rifiuti" che non sono state approvate insieme al decreto legislativo 116/2020 e che contenevano oltre alla revisione del decreto fanghi anche la revisione della parte relativa ai rifiuti organici con inserimento di alcuni decreti End of Waste tra i quali alcuni materiali di fosforo da recupero.

**Recepimento regolamento fertilizzanti.** Nessuna bozza al momento. Fondamentale per alcuni fertilizzanti nazionali che contengono fanghi e per il recepimento dei regolamenti «strubias»

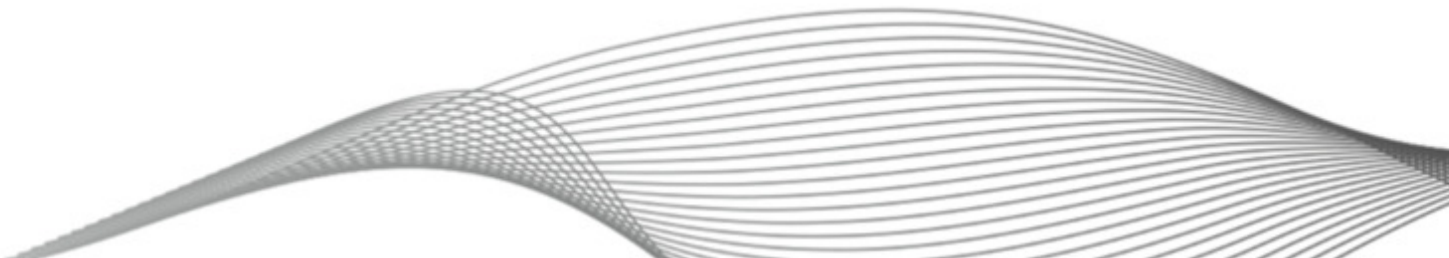
**Decreti end of waste** in fase di predisposizione presso il Ministero dell'Ambiente. Apposito gruppo di lavoro. Istanze anche da parte del mondo imprenditoriale.



# Esperienza Acea sul recupero del Fosforo da fang

## PROGETTI ACEA SUL RECUPERO DEL FOSFORO

Carbonizzazione idrotermica  
Progetto smart-pyro



# Progetto Carbonizzazione idrotermica con recupero Fosfo

HYDROCHAR

LEACHING CON ACIDO  
NITRICO

PRODUZIONE DI  
ACIDO FOSFORICO  
NITRATI DI CALCIO  
FOSFATI DI CALCIO

FILTROPRESSA SEPARA  
FRAZIONI SOLIDE E  
LIQUIDE (FOSFORO)

CONCENTRAZIONE O  
PRECIPITAZIONE DI  
STRUVITE

NER

Industriali s.r.l. (capofila)

talia s.p.a.

Consorzio nazionale interuniversitario di Scienza e Tecnologia dei materiali che opera attraverso 3 unità

- Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università di Firenze

- Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale - Università di Pisa

- Dipartimento di Scienze fisiche, della terra e dell'ambiente – Univ. di Siena

s.r.l. Spin-off of Scuola Superiore S. Anna di Pisa

GENOMICS s.r.l.

l.

LOGICHE s.r.l

DI LABORATORIO DI LISCIVIAZIONE E PROVE AGRONOMICHE, LCA.



Prova di carbonizzazione su scala industriale presso l'impianto HTC Ingelia di Naquera (Valencia, Spagna) su fango secondario disidratato @18% SS

# Progetto Smart Pyro

Trattamento fanghi senza emissioni di CO<sub>2</sub>

Disidratazione meccanica dei fanghi di depurazione in ingresso

Essiccazione a bassa temperatura (40-50° C) dei fanghi di depurazione disidratati

Pirolisi a temperature comprese tra i 200°C e 500° C con decomposizione in gas liquido condensato

Gassificazione del fango a circa 800-1000° C con estrapolazione del gas di sintesi denominato SYNGAS

Estrazione di acido fosforico dalle ceneri utilizzando una apposita caldaia alimentata dal SYNGAS depurato



## RECUPERO DI MATERIA DA FANGHI E SMART PYRO

Realizzazione di un **impianto di gassificazione per fanghi di depurazione da reflui civili** mediante impianto mobili per garantire un trattamento delocalizzato dei fanghi di depurazione anche per impianti di piccola taglia

I principali target di progetto risultano:

- Recupero dei rifiuti prodotti dagli impianti di depurazione per reflui civili di circa il 70-85%
- Recupero da ceneri di gassificazione di acido fosforico quale materia prima seconda
- Recupero di energia termica dalla gassificazione
- Riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per essiccazione del fango con riutilizzo del syngas prodotto

Le azioni di recupero integrate nella filiera sono di seguito riportate:

- Utilizzo del fango di depurazione come combustibile per la produzione di energia mediante processo di gassificazione a temperature superiori ai 400° C
- Recupero di sostanza inorganica a base di fosforo dalle ceneri di gassificazione



Iter autorizzativo per sperimentazione art 211 in corso  
Capacità impianto **50kg/h**, materiale da smaltire **riduzione volumetrica del 90%**



**Approcci innovativi per il recupero del fosforo da fang**

**GRAZIE  
PER L'ATTENZIONE**

**[giulia.sagnotti@aceaspa.it](mailto:giulia.sagnotti@aceaspa.it)**

