

# Rimozione dei PFAS da acque reflue e rifiuti: normativa, stato dell'arte e tecnologie

3.12.2019 Centro Congressi FAST, Milano

Esperienze su percolati mediante adsorbimento su carbone attivo  
Ing. Edoardo Slavik  
Coordinatore progetto PFAS Remover - Erica Srl

*con il contributo incondizionato di*



# Erica srl - Cavenago di Brianza (MB)

- Da oltre 25 anni nel settore dei rifiuti industriali
- Divisione dedicata ai percolati di discarica
- La ricerca al servizio dei clienti
- Accesso ad oltre 50 tipologie differenti di percolato di discarica; database analitico sulla presenza dei PFAS

# I PFAS nei percolati di discarica

- I PFAS hanno grande stabilità termica, chimica e biologica, oltre a proprietà idro e oleofobiche.
- Tali molecole sono utilizzate in una vasta gamma di applicazioni industriali e commerciali fin dagli anni '50.
- I prodotti di consumo usati e smaltiti in discarica sono soggetti a reazioni chimiche e processi di degradazione che portano a rilasciare i PFAS nei percolati.
- Gestione discarica “post chiusura”, anche oltre 30 anni.
- Percolati di discarica in gran parte smaltiti in impianti di depurazione consortili: problema fanghi biologici?

# Progetto di ricerca

## Politecnico di Milano

Politecnico di Milano: ricerca coordinata dalla prof.ssa Francesca Malpei, *full professor* del corso “Trattamento delle acque di rifiuto”:

### **“Trattabilità di reflui e percolati contenenti sostanze perfluorurate”**

- Problematica ubiquitaria
- Pochi studi di trattamenti su percolati e altri reflui liquidi; problematica complessa e poco conosciuta
- Pochi trattamenti dimostrati come efficaci (le ossidazioni “tradizionali” risultano inefficaci)

# Progetto di ricerca

Politecnico di Milano | Le tecnologie

Sulla base di quanto emerso dalla letteratura si considera che i **trattamenti percorribili per ottenere abbattimenti sostanziali siano:**

- trattamenti a **membrana** (osmosi/nanofiltrazione su percolato grezzo);
- adsorbimento su **carbone attivo** (su percolato tal quale o pre-trattato);
- in una prospettiva di test da condurre a lungo termine, può essere considerata anche la **biodegradazione anaerobica**

# Progetto di ricerca

## Individuazione della tecnologia più appropriata per i percolati di discarica

- Grandi quantitativi di percolato prodotti (milioni di mc in Italia, tutti con presenza di PFAS). Elevato numero di discariche (attive o dismesse). Mercato “povero”.
- Tecnologia da applicare preferibilmente presso gli impianti di depurazione per:
  - sfruttare le economie di scala;
  - sfruttare le competenze gestionali specifiche di chi già gestisce impianti di trattamento;
  - ottimizzazione tecnica ed economica;
  - il trattamento del percolato effettuato in discarica genera comunque un rifiuto liquido (più o meno concentrato) che deve essere smaltito in altro impianto idoneo.

# Progetto di ricerca

## Individuazione della tecnologia più appropriata per i percolati di discarica

La scelta di sperimentare il trattamento su **carbone attivo granulare** è stata quindi data da diversi fattori:

- tecnologia applicabile su **grandi volumi** con ottimo rapporto tra volumi trattati e costi, con un basso investimento iniziale;
- tecnologia flessibile e di **semplice gestione** (senza utilizzo di pressioni elevate, di acidi o altri chemicals);
- tecnologia **nota e sperimentata** su molti micro-inquinanti, incluse le sostanze perfluorate, anche se è ad oggi comunemente applicata soltanto ad acque a bassissimo contenuto di organico (acque di falda, acque potabili, acque depurate);

# Progetto di ricerca

## Individuazione della tecnologia più appropriata per i percolati di discarica

- costituisce grande valore aggiunto la possibilità di **riattivare** il carbone attivo, eliminando in tal modo **definitivamente** i composti adsorbiti; in Italia sono presenti forni di riattivazione dislocati su tutto il territorio;
- quando installata **a monte** dell'impianto biologico a fanghi attivi, la tecnologia salvaguarda anche i fanghi biologici dalla presenza di microinquinanti in generale e PFAS in particolare.
- In termini di LCA, costituisce un elemento importante il **basso consumo energetico** considerando gli ingenti volumi in gioco.



# Progetto di ricerca

## Le tecnologie

Approfondita sperimentazione utilizzando la tecnologia con carboni attivi, per diverse ragioni:

- perché si tratta di una tecnologia nota, ma non sperimentata in modo specifico sui PFAS nei liquidi con **importante matrice organica** ed in particolare nei percolati di discarica;
- perché è necessario verificare la “**competizione**” delle molecole organiche generiche costituenti il COD dei percolati, rispetto all’adsorbimento su carbone attivo dei PFAS;
- perché è necessario individuare la corretta **tipologia di carboni attivi** per questa applicazione specifica;
- perché è necessario verificare la **durata** dei carboni attivi e quindi la sostenibilità economica.

# La sperimentazione in laboratorio

Test in laboratorio eseguiti su **singoli percolati** e su **miscele di percolati** che rappresentano mix realmente conferiti in alcuni impianti del Nord Italia:

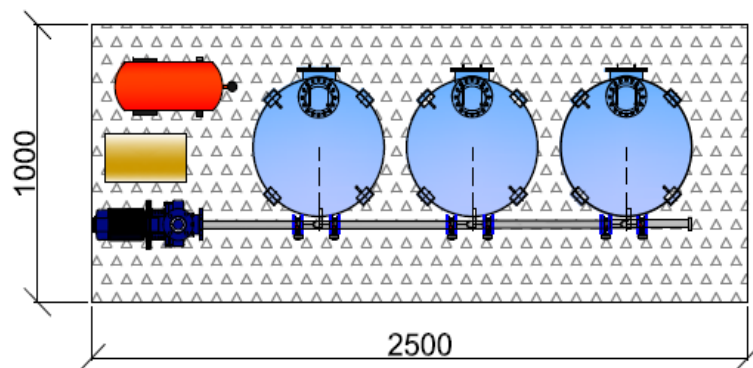
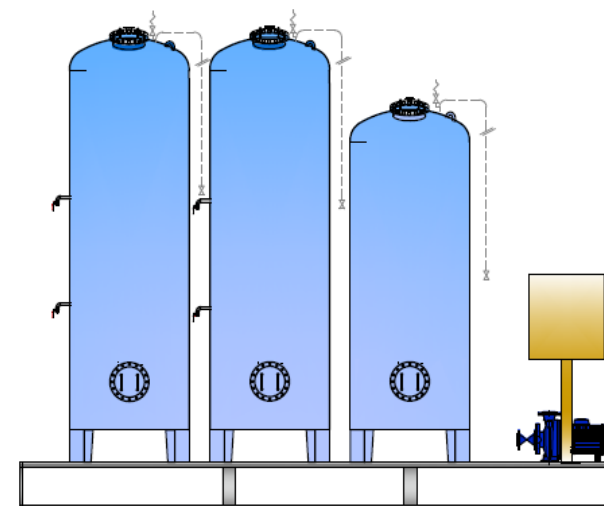
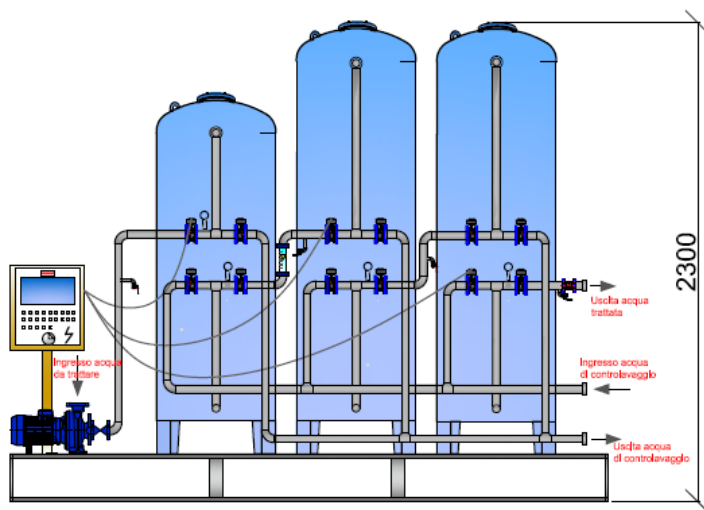
- prove di **laboratorio** in **batch** per la costruzione delle isoterme di adsorbimento, interpretabili con i modelli di Langmuir e Freundlich;
- prove di **laboratorio** in **continuo** con filtrazione in pressione su cartucce a sabbia e carboni attivi a scala di laboratorio (simulazione di impianto reale);
- selezione della **migliore combinazione di diversi carboni attivi**: 2 tipologie di diversa natura e diversa porosità, da porre in serie;
- progettazione dell'**impianto pilota** industriale.

# L'impianto pilota industriale

L'impianto pilota è stato realizzato su taglia industriale (500 lt/h, circa **10 mc/d**), è pre-assemblato su **skid, interamente automatizzato** e composto principalmente da:

- pompa di carico;
- filtro a **sabbia**, 2/3 filtri a **carboni attivi** diversi;
- quadro elettrico di comando e **PLC** (Programmable Logic Controller) che controlla automatismi e valvole;
- tubazioni in acciaio inox e valvole pneumatiche in PVC;
- flussimetro per la regolazione della portata e conta-litri meccanico in uscita;
- compressore dell'aria.

# L'impianto pilota nella configurazione base



## DATI TECNICI:

Portata oraria max;	500 l/h
Funzionamento giornaliero;	8h
Portata massima giornaliera	4000 l
Peso a vuoto;	800 kg ca
Ingombri (mm):	2500 x 1000 x h2300
Materiale di realizzazione colonne;	Inox 304
Materiale di realizzazione tubazioni;	PVC

# La sperimentazione con impianto pilota

Esistono 3 diverse opzioni per il posizionamento dell'impianto:

- **a valle dell'intera filiera di trattamento** (impianto biologico): massima redditività tecnico/economica, ma presenza certa dei PFAS nei fanghi biologici e maggiori volumi idrici da trattare;
- **a valle del chimico-fisico**: migliori *performances* e minori costi, ma possibile presenza di PFAS nei fanghi chimici;
- **a monte dell'impianto**: la soluzione è la più complessa in quanto la tecnologia viene applicata direttamente su percolato "tal quale", ma è indubbiamente l'opzione migliore dal punto di vista della sostenibilità ambientale, in quanto elimina la presenza dei PFAS anche nei fanghi.

# La sperimentazione con impianto pilota

- La prima sperimentazione industriale con impianto pilota è stata eseguita presso un impianto del gruppo **S.T.A. Trattamento Acque**, localizzato in **Provincia di Cremona**, già autorizzato al trattamento dei percolati di discarica.
- Sperimentazione condivisa con **Regione Lombardia** dal principio fino alla condivisione dei risultati finali; protocollo analitico condiviso con **ARPA Lombardia**.
- Si è deciso di iniziare dalla situazione più complessa: il pilota è stato **posizionato a monte dell'impianto chimico-fisico**.
- **4 cicli sperimentali** su tipologie di percolati diversi e rappresentativi dei percolati di discarica più diffusi.

# La sperimentazione con impianto pilota

## Obiettivi

- Verificare la **concorrenza delle sostanze organiche** presenza (COD) con l'adsorbimento dei PFAS, nelle condizioni peggiori e con varie tipologie di percolato;
- confermare su **quantitativi maggiori** e in tempi prolungati l'efficacia del trattamento testato positivamente in laboratorio;
- verificare approfonditamente il comportamento dei carboni attivi anche sui **PFAS a catena corta**, vista la minor efficacia già verificata nel trattamento di acque a basso contenuto organico (e nota in letteratura);
- stimare con cura i **costi di investimento e di gestione** della tecnologia.

## Seconda sperimentazione con impianto pilota

- La seconda sperimentazione industriale con impianto pilota è stata eseguita presso l'impianto di depurazione di **Ireti S.p.A., Gruppo Iren, a Parma.**
- In questo caso il pilota è stato **posizionato a valle dell'impianto chimico-fisico** e a monte dell'impianto di depurazione a fanghi attivi.
- Si è introdotto l'impianto sperimentale nel normale processo di funzionamento dell'impianto di depurazione, approvvigionandolo con il mix normalmente ricevuto dall'impianto stesso.



# Seconda sperimentazione con impianto pilota

## Obiettivi

- Verificare il funzionamento dell'impianto pilota nella “**normale**” vita di un impianto di depurazione
- Ottimizzare ulteriormente gli abbattimenti con l'inserimento di un **upgrade** della tecnologia focalizzato in particolare per migliorare la **rimozione dei PFAS a catena corta**
- Sperimentare anche la **riattivazione dei carboni**
- Puntualizzare e verificare ulteriormente la **stima dei costi** gestionali anche in una diversa situazione impiantistica

# L'impianto pilota Casalmaggiore



# L'impianto pilota



# L'impianto pilota



# L'impianto pilota



# L'impianto pilota Parma



# Il protocollo analitico

- Le **analisi complete** sono state eseguite in ingresso/uscita dai diversi stadi dell'impianto ed analisi dei soli parametri “strategici” (**pH, COD, TOC, PFAS**) sono state eseguite anche nei punti intermedi al fine di verificare la progressione nell'esaurimento del carbone nel tempo.
- È stata eseguita, per ogni ciclo sperimentale, un'**analisi sul carbone** a fine prova, questo ha consentito di stimare la “vita residua” a fine ciclo.
- Il protocollo analitico è stato effettuato da un laboratorio privato con sede anche in Veneto e il 20% dei campioni è stato analizzato anche dal **laboratorio del CNR/IRSA** per verifica e confronto dei PFAS.

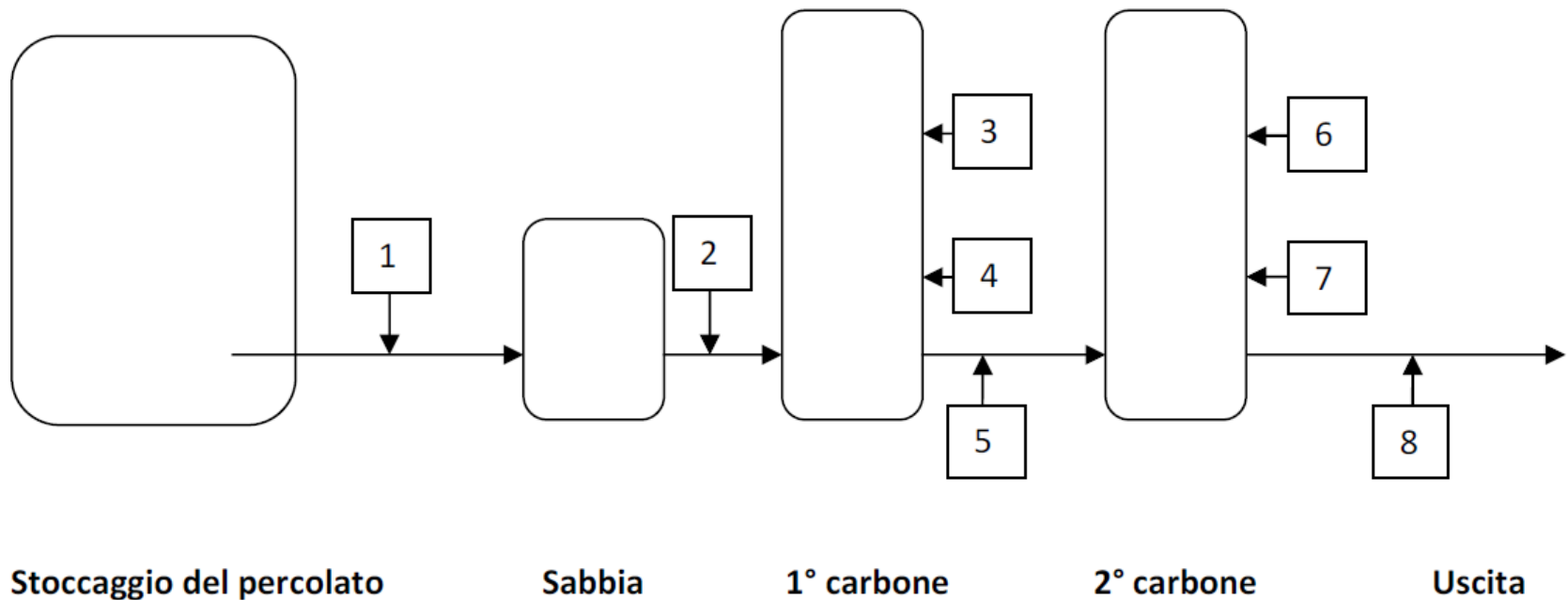
# Risultati della sperimentazione industriale

- **L'adsorbimento** sul carbone attivo **dei PFAS è molto performante e rimane attivo** su tutti i PFAS anche quando va ad esaurirsi l'effetto di adsorbimento del substrato organico (TOC/COD)
- Per i **PFAS a catena lunga** l'adsorbimento rimane molto elevato anche dopo molti ricambi del letto filtrante
- Per i **PFAS a catena corta** ci sono di fatto alcuni fattori da considerare:
  - le interferenze analitiche, notevoli su matrici organiche importanti;
  - per ottenere abbattimenti simili a quelli dei PFAS a catena lunga, si deve utilizzare un sistema a 4 colonne di carboni anziché 2 e si devono considerare tempistiche di ricambio più frequenti;
  - da verificare la tematica dei “nuovi PFAS”; per esempio il C6O4 sembra avere un comportamento simile ai PFAS a catena corta



# Sperimentazione industriale a Casalmaggiore

## Prese campione per il monitoraggio



# I dati delle sperimentazioni con impianto pilota

## Sperimentazione di Casalmaggiore (CR)

- PFAS analizzati su **145** campioni da parte del laboratorio privato
- Contro-analisi di PFAS effettuate dal CNR su **24** campioni
- **3.573** singoli parametri analitici rilevati da parte del laboratorio privato
- **2** analisi dei carboni a fine ciclo

## Sperimentazione di Parma

- PFAS analizzati su **80** campioni da parte di del laboratorio privato
- **1.517** singoli parametri analitici rilevati da parte del laboratorio privato
- **518** singoli parametri analitici rilevati da parte di IREN
- **1** analisi dei carboni a fine ciclo

# Risultati della sperimentazione industriale

## Casalmaggiore (CR) - Elenco dei percolati testati

DISCARICA	REGIONE	COD mg/l	PFOA ng/l	PFOS ng/l	PFHXA ng/l	PFPEA ng/l	PFBA ng/l	PFBS ng/l	$\Sigma$ ng/l
Sperimentazione STA n. 1	Mix diversi perc.	1250	1140	27	510	140	1580	1170	4567
Sperimentazione STA n. 2	Lombardia	3440	16200	450	3540	1470	4050	142000	167710
Sperimentazione STA n. 3	Lombardia	13000	52000	1600	5900	800	8100	168000	236400
Sperimentazione STA n. 4	Veneto	1260	9100	398	5500	3310	11100	16300	45708

# Risultati della sperimentazione industriale

## **Casalmaggiore (CR)**

Discarica attiva per rifiuti speciali non pericolosi a prevalenza matrice inorganica e pericolosi

## **Regione Veneto**

(Quarto ciclo sperimentale)

# Risultati della sperimentazione industriale

## 4° ciclo

Giorno 13 luglio 2018 - mc trattati: 6		UM	Punto di campionamento								ρ
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Sostanza secca (Residuo a 105°C)	UNI EN 14346:2007 Met A	%	1,62	1,58			2,61			2,35	n.a.
Conducibilità a 25°C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	μS/cm	27500	27500			27500			27400	n.a.
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		7,84	7,88			7,84			7,85	n.a.
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	ISO 15705:2002	mg O2/l	1260	1140			876			308	76%
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484:1999	mg/kg	458	442						<50,0	> 88%
PFOA (Perfluoro-n-octanoic acid)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	9100	8800			<50			<50	> 98%
PFOS (Perfluoro-1-octanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	398	400			<25			<25	> 93%
PFBS (Perfluoro-1-butanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	16300	16700			<50			<50	> 99%
SOMMATORIA PFOA + PFOS		ng/l	9498	9200			<50			<50	> 99%
SOMMATORIA ALTRI PFAS		ng/l	37917	38338			1030			< 50	> 99,9%
SOMMATORIA TOTALE PFAS		ng/l	47415	47538			1030			< 50	> 99,9%

# Risultati della sperimentazione industriale

## 4° ciclo

Giorno 18 luglio 2018 - mc trattati: 25 - set analitico: 1+2		UM	Punto di campionamento								
			1	2	3	4	5	6	7	8	ρ
Sostanza secca (Residuo a 105°C)	UNI EN 14346:2007 Met A	%	1,64	1,65			1,57			1,58	n.a.
Conducibilità a 25°C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	μS/cm	29200	29100			29100			29000	n.a.
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		7,85	7,93	7,87	7,79	7,87	7,95	7,88	7,86	
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	ISO 15705:2002	mg O2/l	1170	1450	1270	1000	770	634	680	574	51%
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484:1999	mg/kg	416	442	369	307	287	200	181	146	65%
PFOA (Perfluoro-n-octanoic acid)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	9700	9200	7500	5000	1450	710	300	154	98%
PFOS (Perfluoro-1-octanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	400	510	271	188	43	<25	<25	<25	> 94%
PFBS (Perfluoro-1-butanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	14900	12800	13800	11700	25500	2510	1060	620	96%
SOMMATORIA PFOA + PFOS		ng/l	10100	9710	7771	5188	1493	710	300	154	98%
SOMMATORIA ALTRI PFAS		ng/l	37151	33621	32593	34779	100568	17769	12606	10740	71%
SOMMATORIA TOTALE PFAS		ng/l	47251	43331	40364	39967	102061	18479	12906	10894	77%

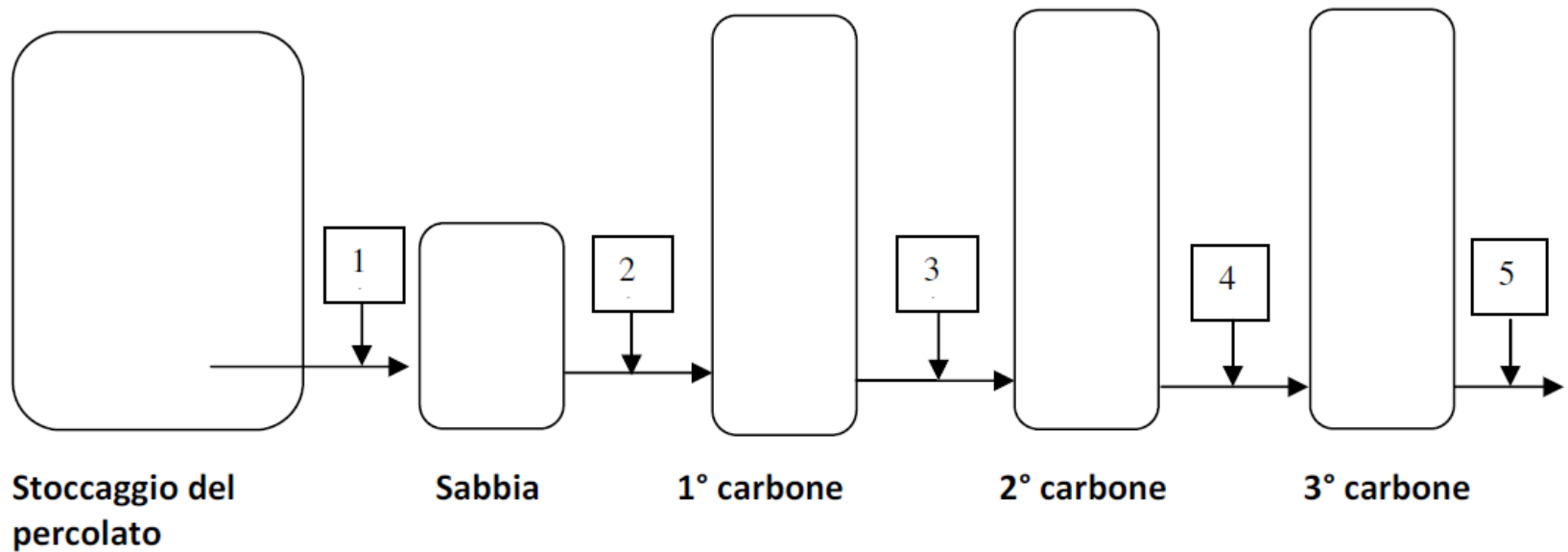
# Risultati della sperimentazione industriale

## 4° ciclo

Giorno 24 luglio 2018 - mc trattati: 49 - set analitico: 1+2		UM	Punto di campionamento								
			1	2	3	4	5	6	7	8	ρ
Sostanza secca (Residuo a 105°C)	UNI EN 14346:2007 Met A	%	2,13	1,55			2,29			1,37	n.a.
Conducibilità a 25°C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	μS/cm	25400	25500			25400			25400	n.a.
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		8,07	8,09	7,95	7,95	8,06	7,94	7,93	7,99	
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	ISO 15705:2002	mg O2/l	1000	1430	1090	1000	766	694	770	700	30%
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484:1999	mg/kg	389	381	366	336	253	237	209	244	37%
PFOA (Perfluoro-n-octanoic acid)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	14500	13000	10700	9600	2900	3830	2290	550	96%
PFOS (Perfluoro-1-octanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	570	770	530	397	81	86	88	<25	> 95%
PFBS (Perfluoro-1-butanefulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	11000	10400	10200	11700	12000	11100	7900	3400	69%
SOMMATORIA PFOA + PFOS		ng/l	15070	13770	11230	9997	2981	3916	2378	550	96%
SOMMATORIA ALTRI PFAS		ng/l	30297	29560	29450	31686	36262	34621	30493	21252	30%
SOMMATORIA TOTALE PFAS		ng/l	45367	43330	40680	41683	39243	38537	32871	21802	52%

# Sperimentazione industriale a Parma

## Prese campione per il monitoraggio





# Risultati preliminari della sperimentazione industriale

Parma

Giorno 13 maggio 2019 - mc trattati: 4	UM	Punto di campionamento					ρ (*)	
		1	2	3	4	5		
		3_4_1	4_4_2	5_4_3	6_4_4	7_4_5		
Sostanza secca (Residuo a 105°C)	UNI EN 14346:2007 Met A	%						
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003		8,2	8,2	8,1	8,2	8,2	
Conducibilità a 25°C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	μS/cm	19780	19400	19500	19480	19170	
Solidi Sospesi Totali	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/kg	380	230	200	250	180	
COD sul filtrato (0,45 μm)	ISO 15705:2002	mg/kg	2540	2530	1200	795	580	77%
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	ISO 15705:2002	mg/kg	2930	2870	1330	1000	728	75%
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484:1999	mg O2/l	1014,5	1001,3	488,6	341,1	271,7	73%
PFOA (Perfluoro-n-octanoic acid)	ISO 25101:2009(E)	mg/kg	7400	7700	56	<50	<50	> 99%
PFOS (Perfluoro-1-octanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l	333	348	<25	<25	<25	> 93%
PFBS (Perfluoro-1-butanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	mg/kg	35300	37400	267	<50	<50	> 99%
SOMMATORIA PFOA + PFOS		ng/l	7733	8048	56	<50	<50	> 99%
SOMMATORIA ALTRI PFAS		ng/l	43632	45815	1947	< 50	< 50	> 99%
SOMMATORIA TOTALE PFAS		ng/l	51365	53863	2003	< 50	< 50	> 99%
cC6O4	Stima quali-quantitativa in rapp. a IS_MPFHxA	ppb	21,79	27,46	1,02	0,02	0,02	99,9%

# Risultati preliminari della sperimentazione industriale

Parma

Giorno 21 maggio 2019 - mc trattati: 47	UM	Punto di campionamento					ρ (*)
		1	2	3	4	5	
			36_47_2			37_47_5	
Sostanza secca (Residuo a 105°C)	UNI EN 14346:2007 Met A	%					
Concentrazione ioni idrogeno (pH)	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003			8,4		7,5	
Conducibilità a 25°C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	μS/cm		19750		17110	
Solidi Sospesi Totali	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/kg		400		196	
COD sul filtrato (0,45 μm)	ISO 15705:2002	mg/kg		2700		369	86%
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	ISO 15705:2002	mg/kg		3550		699	80%
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484:1999	mg O2/l		1164,5		266	77%
PFOA (Perfluoro-n-octanoic acid)	ISO 25101:2009(E)	mg/kg		8100		<50	> 99%
PFOS (Perfluoro-1-octanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	ng/l		394		<25	> 94%
PFBS (Perfluoro-1-butanesulfonate)	ISO 25101:2009(E)	mg/kg		34300		2530	93%
SOMMATORIA PFOA + PFOS		ng/l		8494		<50	> 99%
SOMMATORIA ALTRI PFAS		ng/l		42794		7866	82%
SOMMATORIA TOTALE PFAS		ng/l		51288		7866	85%
cC6O4	Stima quali-quantitativa in rapp. a IS_MPFHxA	ppb		10,06		0,40	96%

# Progettazione di un impianto industriale

## Considerazioni preliminari

- Quali **limiti** devono essere rispettati? E su **quali composti**? Si tratta di informazioni indispensabili per la progettazione. Ha senso parlare di “**zero PFAS**” quando in realtà di queste sostanze se ne introducono ingenti quantitativi ogni giorno nei cicli produttivi?
- Le BAT europee sugli impianti di trattamento dei rifiuti (agosto 2018) prevedono soltanto il monitoraggio di **PFOA** e **PFOS**, senza prevederne limiti;
- ad oggi non risultano studi che accertino i danni alla **salute** dei **PFAS a catena corta**, mentre è certa la minore persistenza di tali composti nell’ambiente e nel corpo umano; il DECRETO LEGISLATIVO 13 ottobre 2015, n. 172 stabilisce standard di qualità ambientale (come valori medi annui) notevolmente superiori per i PFAS a catena corta:
  - Per il PFBA valori 70 volte superiori rispetto al PFOA
  - Per il PFBS e per il PFPeA valori 30 volte superiori rispetto al PFOA

# Progettazione di un impianto industriale

## Considerazioni preliminari

- Il **Parlamento Europeo**, con una votazione avvenuta ad **ottobre 2018** a Strasburgo, ha sancito limiti per le acque potabili per i PFAS a catena lunga, mentre non sono passati gli emendamenti per i limiti sui PFAS a catena corta e l'emendamento "Zero PFAS".
- Le **interferenze analitiche** riscontrate nei PFAS a catena corta in campioni con importante presenza organica devono essere risolte;
- deve inoltre essere considerata l'impossibilità di aggiornare i limiti per sostanze **continuamente emergenti** (solo per i PFAS per esempio c6O4, GenX, Adona...) e di cui non sono ancora noti gli effetti sulla salute;
- normativa di riferimento: eventuali **limiti** applicati in ingresso o in uscita dagli impianti di trattamento dovrebbero tenere conto che si tratta di acque reflue e non di acque per il consumo umano diretto (potabili).

# Progettazione impianto industriale

Con i dati ricavati dalle prove è stato possibile eseguire la progettazione preliminare di un impianto industriale, ipotizzando di concentrarsi principalmente sull'abbattimento dei PFAS **in termini percentuali**.

Il dimensionamento è stato eseguito riferendosi a quantitativi e tipologie di percolati conferiti in un impianto con caratteristiche comuni, ma la tecnologia è **replicabile** e in modo modulare su altri impianti.

## Potenzialità di progetto

- Portata: **20 mc/h**
- Marcia: 20 h/d – 5 d/w
- Potenzialità complessiva: **400 mc/d**
- Ovvero circa **94.000 mc/y** considerando anche le fermate estive ed invernali

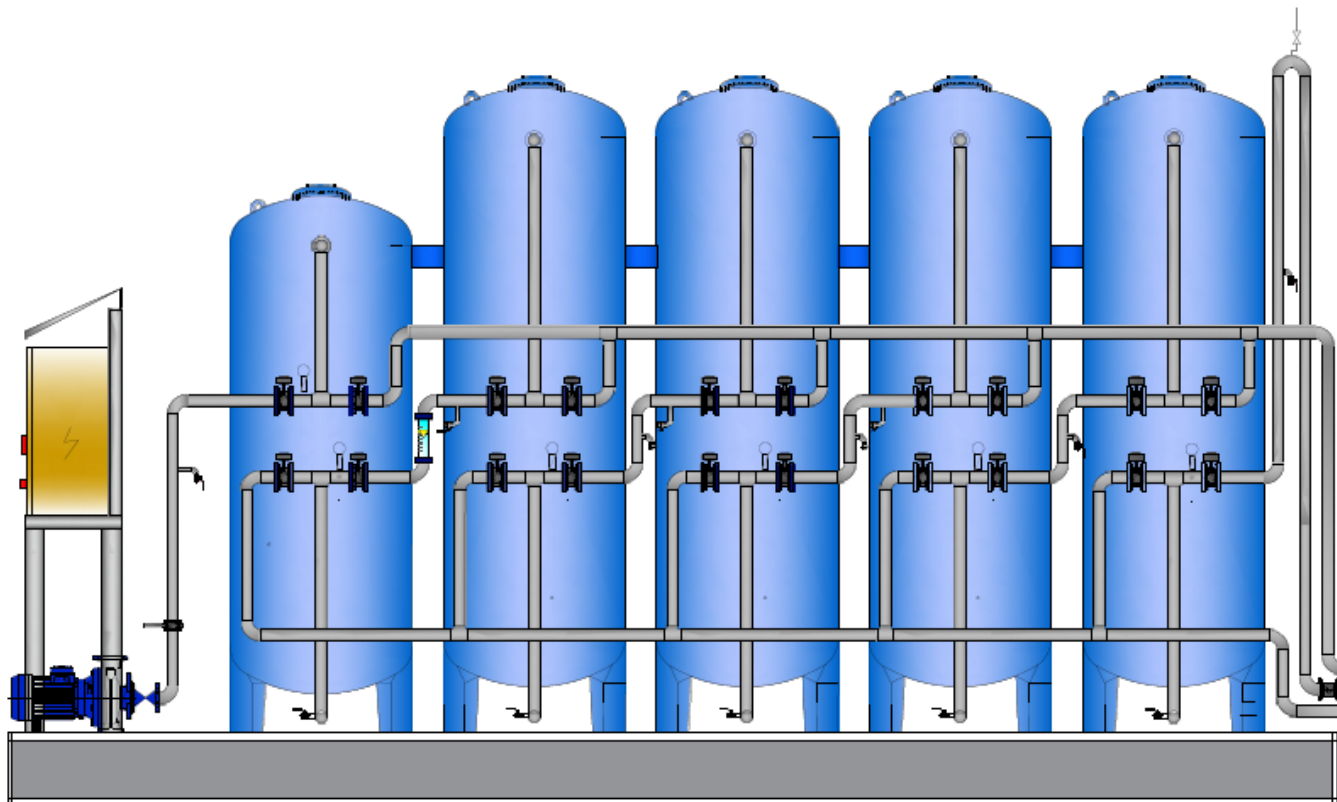
# Progettazione impianto industriale

Nella configurazione tecnologica più evoluta e focalizzata sulla rimozione anche dei PFAS a catena corta, la sequenza prevede **2 coppie di colonne** poste in serie fra loro e progettate per lavorare con sistemi alternati di interscambio:

**Sabbie - Carbone n. 1A - Carbone n. 1B - Carbone n. 2A - Carbone n. 2B**

Gli ingombri dell'impianto sono approssimativamente 3 m x 13 m, se le colonne vengono installate in linea, a cui si devono aggiungere le aree di manovra da considerare per la manutenzione. Sono comunque possibili anche configurazioni diverse in funzione della logistica del luogo di installazione.

# Progettazione impianto industriale



# Costi e sostenibilità impianto industriale

**INVESTIMENTO INIZIALE: €295.000,00\***

L'investimento include tutte le attrezzature dell'impianto, la sua installazione, le opere accessorie (civili, meccaniche, elettriche...) e la doppia fornitura dei carboni attivi (scorta già inclusa nel conteggio). L'impianto è totalmente automatizzato.

**COSTI DI GESTIONE TOTALI: €/y 160-580.000,00\***

Inclusa manutenzione elettrica e meccanica, consumi energetici, riattivazione e reintegro (15%) dei carboni attivi.

Sono ESCLUSI i costi del personale, le spese generali e amministrative.

\* I costi sono da verificare e confermare per ogni diversa installazione



# Costi e sostenibilità impianto industriale

Tenendo conto della potenzialità ipotizzata di **94.000 mc/y** l'incidenza dei costi di gestione diretti è pari a **1,7- 6,2 €/mc** di percolato trattato.

L'**ammortamento** dell'impianto, ipotizzando un tempo relativamente breve di 10 anni (l'impianto ha in realtà una durata certamente superiore ai 20 anni), ammonta a circa **0,3 €/mc** di percolato trattato.

L'**incidenza totale dei costi** per questo specifico impianto è compresa approssimativamente fra **2,0 e 6,5 €/mc** di percolato trattato.

# Costi e sostenibilità impianto industriale

## Considerazioni

- L'incidenza dei costi evidenziata non è trascurabile, ma è **compatibile** con un mercato “povero” come quello dei percolati, costituito peraltro da enormi volumi in gioco.
- Per ogni impianto è ovviamente necessario fare delle **valutazioni specifiche**, soprattutto in base al mix di percolati da trattare e alle caratteristiche dell'impianto stesso. In questo modo si otterrà un'ulteriore ottimizzazione del processo e la maggior efficacia possibile nell'abbattimento dei PFAS.
- Il punto centrale del progetto si trova nell'attenzione massima **alla sostenibilità ambientale ed economica** che la tecnologia indagata offre; da non trascurare la semplicità impiantistica e la tecnologia già nota agli operatori del settore.

# Brevetti

È stata depositata la domanda di due brevetti per la tecnologia PFAS REMOVER per l'abbattimento dei PFAS nei percolati di discarica.





GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**Erica S.r.l.**

Via Piave, 23/25

20873 Cavenago di Brianza (MB)

T 02 95339260 | F 02 95339286

info@ericambiente.it | www.ericambiente.it