



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102018000007111
Data Deposito	11/07/2018
Data Pubblicazione	11/01/2020

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	01	D	3	14

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	1	06

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	1	28

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	1	38

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	1	42

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	1	44

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	02	F	101	36

Titolo

PROCESSO PER IL RECUPERO DI ACQUE CONTAMINATE DA COMPOSTI FLORURATI E
ELIMINAZIONE DEGLI INQUINANTI

11320M Descrizione del brevetto per invenzione industriale avente per titolo:

FM/ap **“PROCESSO PER IL RECUPERO DI ACQUE CONTAMINATE DA
COMPOSTI FLORURATI E ELIMINAZIONE DEGLI INQUINANTI”**

a nome : **SICIT CHEMITECH S.p.A.**

con sede in: Via Arzignano, 80 - 36072 Chiampo (Vicenza)

* * *

La presente invenzione ha per oggetto un processo per il recupero di acque contaminate da composti organofluorurati attraverso stadi di filtrazione, concentrazione, osmosi inversa ed eventualmente trattamento termico della frazione concentrata di composti organofluorurati.

Stato della tecnica

Uno dei più gravi problemi per le aziende che utilizzano composti organofluorurati non biodegradabili, in particolare composti perfluoroalchilici, è l'inquinamento delle acque superficiali e delle falde acquifere da parte di questi composti.

L'attenzione delle autorità, dell'opinione pubblica e della legislazione si è fatta sempre più pressante a causa dei noti rischi per la salute di alcuni di questi composti.

Il problema è da tempo noto e alcuni di questi inquinanti sono sospetti essere pericolosi per la salute; inoltre presentano elevato bioaccumulo e persistenza nell'ambiente e possono presentare attività biologica (attività ormonomimetica) anche a bassissime concentrazioni.

D'altro canto molte di queste sostanze risultano importantissime per i cicli produttivi e sono insostituibili intermedi di diverse lavorazioni. L'industria tessile, galvanica, conciaria, farmaceutica, cartaria, oltre agli stessi

produttori di organofluorurati, devono pertanto risolvere il problema definitivamente e con costi sostenibili, recuperando interamente o parzialmente l'acqua depurata da questi inquinanti.

La costante ricerca della strada più sostenibile che possa portare ad un miglioramento ambientale anche delle acque reflue industriali ha prodotto diverse soluzioni.

Ad esempio, WO2017131972 descrive un processo di decontaminazione di acque o terreni contaminati da perfluoroalchili e polifluoroalchili per trattamento con reagenti quali persolfati, ossigeno, ozono e fosfati.

L'approccio ossidativo e distruttivo con detti reagenti risulta essere molto dispendioso e poco efficace dal punto di vista ambientale dato che produce in ogni caso un refluo salino che deve essere ulteriormente gestito.

Il trattamento con carboni attivi o zeoliti è descritto in Chemosphere Volume 72, Issue 10, August 2008, 1588-1593) e in WO2018102866. Anche in questo caso, i materiali impiegati sono troppo costosi per applicazioni industriali e tecnicamente svantaggiosi. Laddove siano presenti altri inquinanti organici, l'impatto economico del costo della rigenerazione dei carboni attivi può risultare molto importante e le acque cariche di organico come quelle prodotte da concerie o industrie tessili possono esaurire rapidamente i carboni costringendo a costose rigenerazioni.

Sono inoltre stati descritti processi di trattamento di acque basati su metodiche di scambio ionico (EP2102113; EP1314700; EP2431334), elettroflocculazione (US 9,957,172), ossidazione anodica (WO2010102774; WO201835474).

La complessità delle soluzioni ad oggi descritte non soddisfa pienamente

l'esigenza di un processo versatile per la rimozione degli inquinanti, che ben si adatti al trattamento di reflui fornendo ottimi risultati con concentrazione variabile in ingresso e presenza di altri inquinanti.

E' inoltre particolarmente sentita l'esigenza di un processo che possa essere applicato a diversi tipi di scarico, anche in presenza di corpi solidi, estranei e altri inquinanti e che possa produrre un'acqua con purezza tale da poter essere reintrodotta nel ciclo di lavorazione o scaricata senza problemi agli impianti di trattamento delle acque industriali.

Descrizione dell'invenzione

Si è ora trovato che i vantaggi e gli scopi sopra descritti possono essere raggiunti grazie a un processo per il recupero di acque contaminate da composti organofluorurati che comprende:

- a. Separazione di solidi sospesi nelle acque con eventuale trattamento con acidi o basi prima o dopo la separazione;
- b. Concentrazione delle acque chiarificate dallo stadio a);
- c. Trattamento delle acque concentrate dello stadio b) in un impianto di osmosi inversa a dare una frazione concentrata di composti organofluorurati e una frazione di acque recuperata;
- d. Trattamento termico della frazione concentrata di composti organofluorurati.

Il processo dell'invenzione è economico, sostenibile e produce bassissimi reflui con conseguente miglioramento ambientale.

Il processo è applicabile ad acque provenienti da impianti o consorzi operanti in varie industrie che utilizzano PFAs quali ad esempio, industria tessile, industria conciaria, industria metallurgica/galvanica, industria

farmaceutica e industria chimica, nonché dagli impianti di depurazione di acque civili e industriali.

Queste acque possono essere trattate con il processo dell'invenzione sia in loco con impianti di piccole capacità studiati su misura per l'esigenza, sia in un sito centralizzato in grado di trattare acque provenienti da vari produttori.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

Le acque inquinate da PFAS, PFOS, PFOA o altri composti, selezionate negli impianti di partenza a seconda della concentrazione di inquinante e della loro provenienza, sono inviate in un opportuno impianto di stoccaggio, ad esempio mediante trasporto su strada (autobotte) oppure tramite collettore apposito che raccolga le acque e le confluisca all'impianto di trattamento.

Le acque sono quindi pretrattate opportunamente (stadio a) in modo da rimuovere i corpi estranei, ad esempio sottoponendole a una grigliatura o filtrazione iniziale. Successivamente si rimuovono i solidi dalla soluzione per centrifugazione in centrifuga verticale, tramite passaggio su decanter a due o a tre fasi (qualora fosse presente della sostanza organica più leggera dell'acqua) o, in alternativa, per filtrazione su tela.

E' inoltre possibile effettuare un trattamento chimico per aggiunta di acidificanti e basificanti in modo da precipitare alcune sostanze organiche o sali inorganici che possono essere eventualmente separati e convogliati direttamente alla fase di combustione (stadio d) prima o dopo la fase di separazione.

Esempi di detti reagenti comprendono calce idrata, soda caustica, ammoniaca, acido solforico, acido cloridrico, acido nitrico, solfato di ammonio, acido acetico, acido fosforico.

L'acqua di risulta, chiarificata allo stadio a, è quindi ridotta in volume (stadio b), in modo da concentrare la parte solida o secca che acquista così valore dal punto di vista del potere calorifico.

In questa fase si utilizza un sistema di concentrazione a multiplo effetto (o stadio) oppure la compressione meccanica del vapore o una combinazione delle due tecnologie.

L'evaporazione multi-effetto è un processo a vapore a bassa pressione in cui ogni effetto permette riutilizzare del vapore che ha già lavorato nello stadio precedente. Tale riutilizzo è possibile se si utilizza il vapore non condensato ad una pressione inferiore nello stadio successivo.

In questo modo l'operazione di concentrazione risulta più economica che non utilizzando vapore diretto creato per via termica con generatori di vapore.

Il sistema di concentrazione per via termica utilizza l'energia per far evaporare l'acqua e successivamente la condensa nuovamente.

La concentrazione a multiplo effetto è tra le soluzioni più affidabili, solide ed economiche del settore, con capacità che vanno da 600 a 25.000 m³ / giorno per unità.

Il suo concetto di base è un processo multi-effetto in cui uno spruzzo di acqua viene ripetutamente evaporato e quindi condensato, con ogni effetto a una temperatura e pressione inferiori. Questo processo altamente efficiente moltiplica la quantità di acqua pulita che può essere prodotta utilizzando una determinata quantità di energia, determinando una significativa riduzione dei costi.

L'uso di un evaporatore a effetto multiplo determina i seguenti vantaggi:

Funzionamento continuo sicuro e affidabile;

Minori costi operativi e di manutenzione;

Soluzioni eco-compatibili per minimizzare l'impatto sull'ambiente;

Tempo di installazione veloce;

Elevata disponibilità e altissima affidabilità per funzionamento continuo;

Processo a bassa temperatura che riduce al minimo i costi di evaporazione;

Personalizzazione per prestazioni economiche ed efficienti a lungo termine: il design modulare consente di ottimizzare il numero di effetti del processo per l'ambiente specifico dell'impianto e le condizioni del sito;

Evitare il ridimensionamento e l'incrostazione con ampie aree di bagnatura nei tubi di trasferimento del calore;

Operazioni di bagnatura affidabili e senza intasamento grazie al design a passo ampio;

Impedire agli ioni di metalli pesanti di entrare nell'impianto grazie ad una trappola ionica in linea.

In alternativa all'evaporatore a effetto multiplo è possibile adottare soluzioni di compressione meccanica del vapore, soluzione di concentrazione affidabile ed economica.

Gli impianti di concentrazione con ricompressione meccanica del vapore offrono una concentrazione continua ininterrotta, indipendentemente dal ciclo di calore residuo.

Il vapore di scarto può essere utilizzato per generare elettricità. Ciò significa che i costi operativi sono ridotti e si rilascia meno vapore nell'ambiente. I costi operativi sono ulteriormente ridotti grazie a un processo semplice e alla progettazione con poche parti mobili. Ciò significa maggiore

efficienza complessiva a costi inferiori. Anche nel caso della compressione meccanica, la manutenzione è ridotta grazie al funzionamento completamente automatico, l'installazione è rapida e semplice e l'efficienza del sistema di spruzzatura dell'alimentazione è migliorata da ugelli di nebulizzazione anti-intasamento, ottimizzati per i requisiti di bagnatura.

L'acqua di condensa ottenuta dallo stadio b è quindi trattata in un impianto a osmosi inversa (stadio c), al fine di recuperare le sostanze per/poli-fluorurate in ingresso ed ottenere una acqua con qualità tali da essere recuperabile in cicli industriali.

In alternativa alla osmosi inversa è possibile ricorrere al trattamento con resine a scambio ionico e/o carboni attivi e/o impianto di Super Critical Wet Oxidation. L'acqua può essere quindi riutilizzata come acqua industriale nei cicli produttivi del distretto o nello stesso impianto.

Le sostanze fluorurate che residuano dalle acque concentrate sono inviate ad un impianto finale di termodistruzione o postcombustione (stadio d).

Tale trattamento finale può essere effettuato in un impianto "in-Flight gasification" o altro tipo di termo-distruttore che genera pochissima scoria con contenuto di sostanze fluorurate nulle o comunque intrappolate in matrici "vetrose" a rilascio praticamente nullo.

La sospensione concentrata di composti organofluorurati è pompata con pompa volumetrica alla successiva unità di distruzione per via termica.

Questo stadio può avvenire sia in ambiente riducente (pirolisi/gassificazione) sia in ambiente ossidante (incenerimento), preferendosi la prima per la maggiore semplicità nella depurazione dei gas effluenti.

Parametro fondamentale del processo distruttivo dei composti organici fluorurati è la temperatura, che, per garantire la loro totale decomposizione, deve essere superiore ai 1.100°C per un tempo adeguato e comunque superiore ai 2 s (come previsto dalla Direttiva europea 2010/75/UE, art. 50 relativamente a incenerimento e co-incenerimento).

Il sistema di distruzione in ambiente riducente (pirolisi/gassificazione) si avvale dell'utilizzo come potente fonte energetica di torce al plasma.

Il gas plasmogeno può essere aria, aria arricchita in ossigeno, un gas inerte quali azoto o argon, ecc.

Il flusso di sospensione concentrata di composti organofluorurati è iniettato e nebulizzato all'interno del flusso di plasma, il quale ha una temperatura superiore a 3000°C. In questo modo avviene l'immediata evaporazione dell'acqua. Inoltre, grazie all'iniezione controllata di aria finalizzata alla parziale ossidazione della sostanza organica, pur mantenendo l'ambiente di reazione in condizioni riducenti, la temperatura della corrente gassosa è mantenuta per un tempo adeguato a circa 1250°C, cosicché tutte le molecole organiche sono decomposte a molecole elementari, principalmente inorganiche (H₂, CO, CO₂), con piccole frazioni di idrocarburi a catena corta (CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂, ecc.). In queste condizioni il fluoro organico produce acido fluoridrico.

Il gas viene raffreddato effettuando un recupero termico e quindi depurato in un abbattitore a umido (scrubber Venturi o simili) funzionante con soluzione alcalina, cosicché i gas acidi, in primis l'acido fluoridrico, sono rimossi sotto forma di soluzione salina. Le acque saline, dopo filtrazione, sono smaltite come reflui.

Un sistema finale di depolverazione, ad esempio con elettrofiltro ad umido, permette di ottenere un gas combustibile utilizzabile ai fini del recupero energetico. In particolare è possibile produrre il vapore d'acqua necessario per il funzionamento delle altre sezioni del processo integrato, schematizzato in figura 1.

Il sistema di distruzione in ambiente ossidante (inceneritore) utilizza invece la combustione di un combustibile esterno (solitamente gas naturale) per il mantenimento delle desiderate condizioni di temperatura in camera di combustione ($T > 1100^{\circ}\text{C}$).

La combustione del combustibile avviene in un apposito bruciatore industriale; la sospensione acquosa è nebulizzata in camera di combustione.

Per effetto dell'elevata temperatura si ha la completa dissociazione delle molecole organiche fluorurate con formazione di acido fluoridrico. Nei gas effluenti, in funzione della sospensione acquosa alimentata all'inceneritore, possono essere presenti altri gas acidi (ad esempio acido cloridrico e acido solfidrico), polveri e sali di metalli pesanti.

I gas effluenti sono quindi depolverati con idoneo sistema (ad esempio filtri ceramici) e sottoposti a recupero termico in un idoneo recuperatore di calore.

In particolare è possibile produrre il vapore d'acqua necessario per il funzionamento delle altre sezioni del processo integrato.

Prima dell'espulsione in atmosfera, i gas effluenti subiscono una depurazione a umido in un abbattitore a umido (scrubber Venturi o simili) funzionante con soluzione alcalina per la rimozione dei gas acidi. Le acque saline, dopo filtrazione, sono smaltite come reflui, come schematizzato in

figura 2.

I sistemi sopra descritti possono anche essere anche combinati opportunamente per poter poi trattare contemporaneamente sia altri rifiuti solidi sia altri rifiuti liquidi. I rifiuti solidi contenenti metalli pesanti quali Cromo sono preferibilmente aggiunti nella fase riducente producendo poi un refluo gassoso che può essere convogliato alla successiva fase ossidativa mentre i rifiuti liquidi possono essere dispersi opportunamente nella fase ossidativa per produrre energia che viene opportunamente recuperata in un sistema “cogenerativo” che produca energia elettrica e vapore, come schematizzato in figura 3.

L’impianto in queste fasi può essere sia di piccole dimensioni, adatto a piccole realtà dislocate che vogliano risolvere il proprio problema di reflui, sia di grandi dimensioni che possa utilizzare anche sistemi di recupero interno di calore, di co-generazione di energia elettrica e vapore, sistemi integrati di trattamento e riciclo delle acque.

Descrizione delle figure

La Figura 1 illustra il bilancio di un processo secondo l’invenzione con sistema di distruzione in ambiente riducente;

La Figura 2 illustra il bilancio di un processo secondo l’invenzione con sistema di distruzione in ambiente Ossidante

La figura 3 illustra il bilancio di un processo secondo l’invenzione con sistema di distruzione in ambiente riducente seguito da un sistema di distruzione in ambiente ossidante.

La figura 4 illustra il bilancio di un processo secondo l’invenzione applicato al distretto conciario.

L'invenzione è illustrata in maggior dettaglio nei seguenti esempi.

Esempio 1:

27.000 litri di acque ad alto contenuto di polimeri perfluorurati provenienti da scarichi industriali (circa 10.000 ng/litro di PFAS e COD di 5.000 mg/litro) vengono centrifugati con decanter pilota ad una portata di 1000 litri/h per separare i solidi sospesi. Ne derivano circa 400 kg di fanghi con sostanza secca di circa il 30 % p/p.

L'acqua priva di solidi è concentrata in impianto di concentrazione pilota del tipo Rising Film Plate Evaporator alla portata di 300 litri/ora di acqua evaporata.

Si ottengono 540 kg di concentrato e circa 26.000 kg di acque di condensa.

Le acque di condensa vengono concentrate in un impianto a osmosi inversa a circa 6 litri/minuto fino a ottenere ulteriori 310 litri di concentrato. Le acque all'uscita dall'impianto di osmosi hanno concentrazioni di PFAS totali inferiori a 1 ng/litro.

I 540 kg di primo concentrato e i 310 kg di concentrato da osmosi inversa vengono uniti e pompati all'interno di un impianto pilota di ossidazione termica alla temperatura compresa tra 1250 e 1300°C al fine di decomporre completamente le sostanze perfluorurate e altri composti organici eventualmente presenti.

Il gas in uscita viene analizzato e trattato con un assorbitore alimentato con una soluzione diluita di sodio idrossido prima dell'emissione in atmosfera.

Esempio 2:

20.000 litri di acque ad alto contenuto di polimeri perfluorurati

proveniente da scarichi industriali (circa 14.000 ng/litro di PFAS e COD di 4.800 mg/litro) vengono centrifugati con decanter pilota ad una portata di 1000 litri/h per separare i solidi sospesi.

Ne derivano circa 400 kg di fanghi con sostanza secca di circa il 30%p/p.

Questi fanghi vengono miscelati con altri rifiuti solidi:

- 400 kg di fanghi di depurazione secchi
- 400 kg di rifiuti dell'industria della pelle non pericolosi (rifili colorati e smerigli)

La pasta così ottenuta viene ulteriormente essiccata sotto flusso di aria a 60°C per 24 ore al fine di ottenere un prodotto con circa il 90% di sostanza secca. Si ottengono 900 kg di fango secco.

L'acqua priva di solidi è concentrata in impianto di concentrazione pilota del tipo Rising Film Plate Evaporator alla portata di 300 litri/ora di acqua evaporata.

Si ottengono 440 kg di concentrato e circa 19.100 kg di acque di condensa.

Le acque di condensa vengono concentrate in un impianto a osmosi inversa a circa 6 litri/minuto fino a ottenere ulteriori 480 litri di concentrato. Le acque all'uscita dall'impianto di osmosi hanno concentrazioni di PFAS totali inferiori a 1 ng/litro.

I 440 kg di primo concentrato e i 480 kg di concentrato da osmosi inversa vengono uniti in un concentrato ricco di polimeri fluorurati.

I 900 kg di fango secco vengono alimentati in un impianto pilota di gassificazione basato sul forno a tino utilizzando aria come gas di gassificazione. Nel gas di sintesi grezzo si iniettano i 920kg di concentrati

contenenti i composti fluorurati. Dopo la miscelazione, il gas di sintesi grezzo è miscelato con un flusso di plasma d'aria in modo da portare la temperatura della massa di gas a un valore compreso tra 1250 e 1300°C in modo da conseguire la totale decomposizione delle sostanze perfluorate e della sostanza organica eventualmente presente.

Il gas in uscita viene analizzato, trattato con un assorbitore alimentato con una soluzione diluita di sodio idrossido e quindi bruciato in torcia prima dell'emissione in atmosfera.

Esempio 3: Impianto industriale:

Circa 2400 ton/giorno di acque ad alto contenuto di polimeri perfluorurati proveniente da scarichi industriali (circa 7.000 ng/litro di PFAS e COD di 3.000 mg/litro) vengono centrifugati con n°4 decanter industriali per separare i solidi sospesi.

Ne derivano circa 2 ton/ora di fanghi con sostanza secca di circa il 30%p/p.

Questi fanghi vengono miscelati con altri rifiuti solidi:

- 2 ton/h di fanghi di depurazione secchi
- 2 ton/h di rifiuti dell'industria della pelle non pericolosi (rifili colorati e smerigli)

La miscela così ottenuta viene ulteriormente essiccata in essiccatore industriale di tipo "Flash Dryer" ottenendo circa 3 ton/ora di materiale polverulento con circa il 90% di sostanza secca.

L'acqua priva di solidi è concentrata in impianto di concentrazione a multiplo effetto del tipo Rising Film Plate Evaporator alla portata di 100 ton/ora di acqua evaporata.

Si ottengono 2.5 ton/ora di concentrato e circa 95 ton/ora di acque di condensa.

Le acque di condensa vengono concentrate in un impianto a osmosi inversa a circa 2.000 litri/minuto fino a ottenere ulteriori 3 ton/ora di concentrato. Le acque all'uscita dall'impianto di osmosi hanno concentrazioni di PFAS totali inferiori a 1 ng/litro.

Le portate di 2.5 ton/ora di primo concentrato e 3 ton/ora di concentrato da osmosi inversa vengono unite in un concentrato ricco di polimeri fluorurati.

Le 3 ton/ora di fango secco, previo idoneo trattamento di compattazione per incrementare le proprietà meccaniche del materiale, vengono alimentate in un impianto industriale di gassificazione basato sul forno a tino utilizzando aria come gas di gassificazione.

Nell'aria di gassificazione vengono miscelati anche i gas di processo contaminati provenienti dalle fasi di essiccamento ed evaporazione.

Dal fondo del forno a tino si estrae il fuso inorganico (circa 1 ton/ora) alla temperatura di circa 1500°C che è rapidamente raffreddato in una corrente di acqua. In questa corrente si ottiene la solidificazione di particelle a matrice vetrosa inerte, che ingloba tutti gli elementi metallici presenti nella miscela introdotta in forma ionica, e di piccole lamine di lega metallica, principalmente composta da ferro e cromo. Dopo separazione delle due tipologie di materiale sulla base della loro densità, la matrice vetrosa inerte può essere indirizzata a recupero come materiale inerte di riempimento, la lega metallica è recuperabile nell'industria metallurgica.

Nel gas di sintesi grezzo uscente dalla sommità del forno a tino si iniettano i 5.5 ton/ora di concentrati contenenti i composti fluorurati. Dopo la

miscelazione, il gas di sintesi grezzo è miscelato con un flusso di plasma d'aria in modo da portare la temperatura della massa di gas a un valore compreso tra 1250 e 1300°C in modo da conseguire la totale decomposizione delle sostanze perfluorurate e della sostanza organica eventualmente presente.

Il gas di sintesi grezzo, dopo un recupero energetico del calore sensibile, è sottoposto a un processo di depolverazione e depurazione dai componenti gassosi pericolosi per l'ambiente (ad esempio gas acidi e metalli pesanti). Dopo depurazione il gas di sintesi è utilizzato come gas combustibile (si producono circa 10.000 Nm³/h con un potere calorifico inferiore pari a circa 1.4 kWh/Nm³) per il recupero energetico in motori endotermici o in generatori di vapore, per la produzione di energia elettrica, vapore e acqua calda. Energia elettrica e vapore possono essere utilizzati nel funzionamento dell'impianto di trattamento degli scarichi industriali, mentre eventuale acqua calda può essere utilizzata per realizzare impianti di teleriscaldamento/climatizzazione.

I gas di combustione, analizzati con sistema in continuo e dopo eventuale stadio di riduzione degli ossidi di azoto, sono espulsi in atmosfera.

RIVENDICAZIONI

1. Processo per il recupero di acque contaminate da composti organofluorurati, che comprende:
 - a. Separazione di solidi sospesi nelle acque con eventuale trattamento con acidi o basi prima o dopo la separazione;
 - b. Concentrazione delle acque chiarificate dallo stadio a);
 - c. Trattamento delle acque concentrate dello stadio b) in un impianto di osmosi inversa a dare una frazione concentrata di composti organofluorurati e una frazione di acque recuperata;
 - d. Trattamento termico della frazione concentrata di composti organofluorurati.
2. Processo secondo la rivendicazione 1 in cui lo stadio di separazione comprende grigliatura, filtrazione su tela, passaggio su decanter a due o tre fasi o centrifugazione.
3. Processo secondo la rivendicazione 1 o 2 in cui la concentrazione dello stadio b) è effettuata in un sistema di concentrazione ad effetto multiplo.
4. Processo secondo la rivendicazione 1 o 2 in cui la concentrazione dello stadio b) è effettuata in un impianto con ricompressione meccanica del vapore.
5. Processo secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 4 in cui il trattamento termico dello stadio d) è effettuato con torce al plasma in ambiente riducente.
6. Processo secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 4 in cui il trattamento termico dello stadio d) è effettuato in ambiente ossidante in un inceneritore.
7. Processo secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 6 in cui i composti organofluorurati comprendono PFAS, PFOS, PFOA.

Milano, 11 luglio 2018

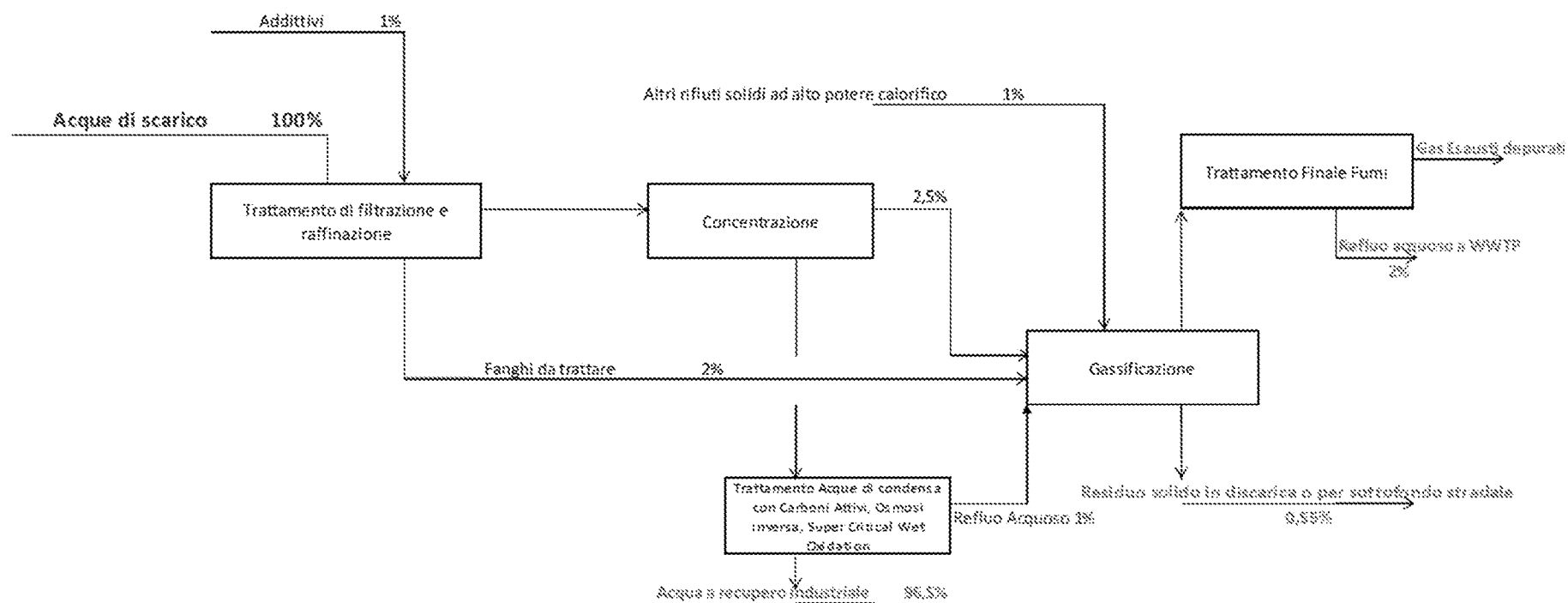


Figura 1

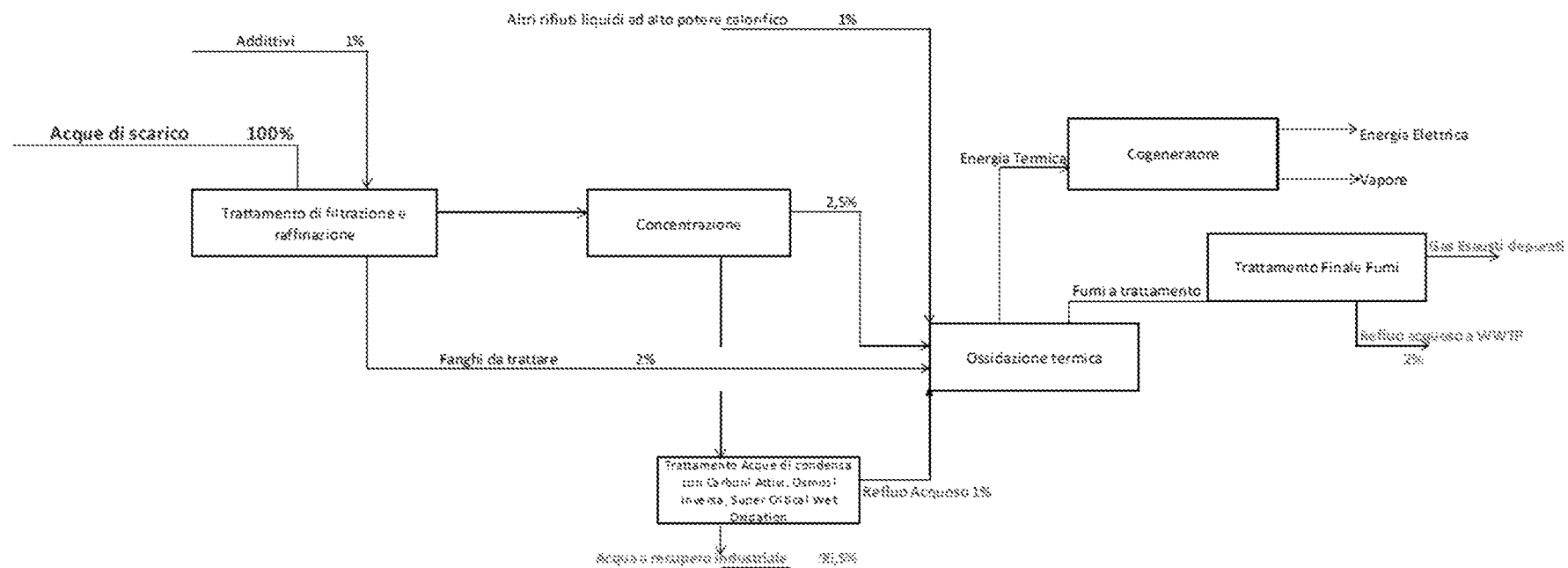


Figura 2

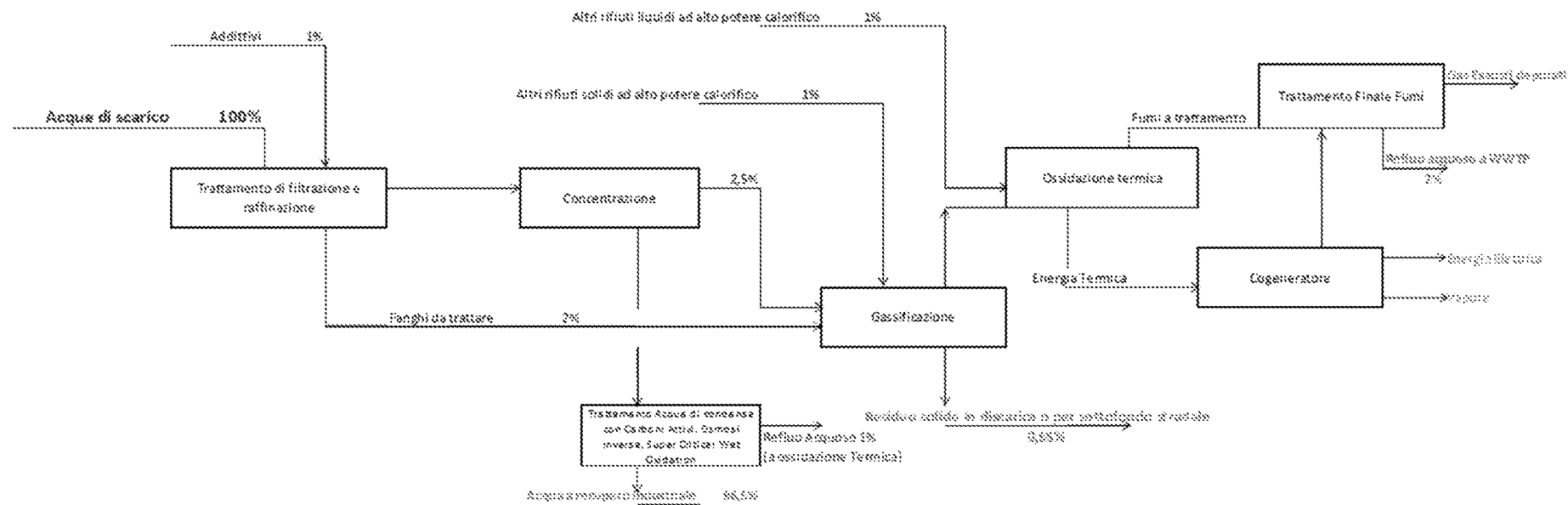


Figura 3

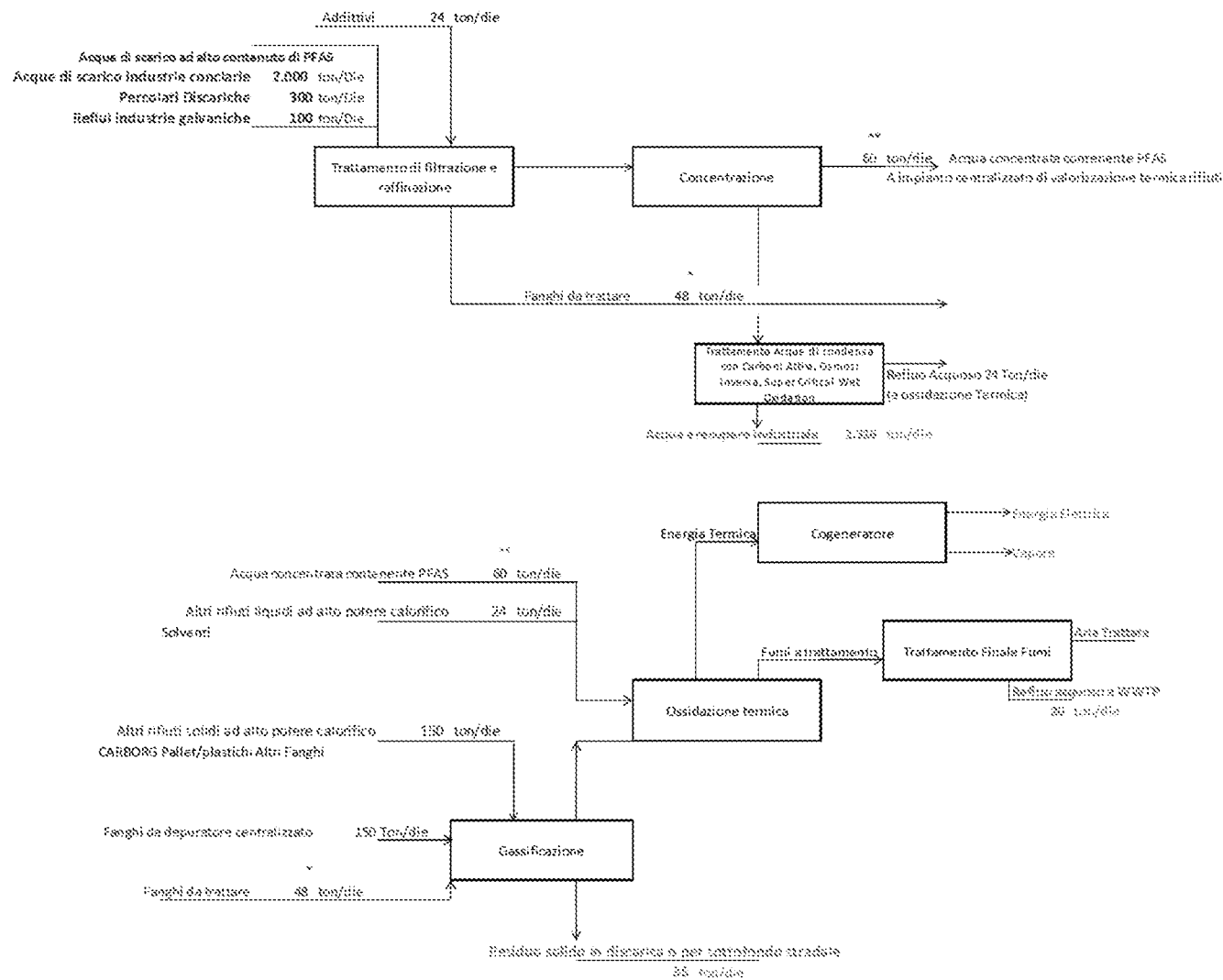


Figura 4