



## RELAZIONE TECNICA EMISSIONI IN ATMOSFERA

---

PROGETTO DI RICERCA:

Decontaminazione mediante carbonizzazione idrotermale di materiale contenente sostanze contaminate.

---

---

Data: 24/07/2019

---

## Sommario

INTRODUZIONE.....	3
1. DESCRIZIONE IMPIANTO.....	4
1.1 Sezione dell'impianto dedicata al trattamento del prodotto (Skid2) .....	4
1.2 Sezione dell'impianto dedicata al riscaldamento e raffreddamento dell'olio (Skid1).....	7
1.3 Dati di progetto reattore HTC (skid2).....	8
1.4 Dati di progetto circuito olio diatermico (skid1) .....	9
2. DESCRIZIONE DELLE FASI LAVORATIVE.....	9
3. PUNTI DI EMISSIONE .....	12
4. MATERIALI IMPIEGATI: TIPOLOGIE E QUANTITATIVI.....	14
5. QUANTITATIVI POTENZIALI DI INQUINANTI E SISTEMI DI MONITORAGGIO.....	15
5.1 Quantità e composizione degli inquinanti .....	15
5.2 Sistemi di misura delle emissioni e programma di monitoraggio.....	16

## INTRODUZIONE

La presente relazione forma parte del documento redatto per la richiesta di verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale in cui viene presentato e descritto il progetto per il “Trattamento mediante carbonizzazione idrotermale di matrici contaminate”, in seguito chiamato HTC, e le caratteristiche che interessano l’area di installazione del prototipo (Area Ricerca e Sviluppo in località Ischia Frizzi di Vadena BZ).

La presente relazione tecnica si pone quindi l’obiettivo di chiarire alcuni aspetti legati alle emissioni in atmosfera in riferimento al prototipo HTC per il trattamento mediante carbonizzazione idrotermale di matrici contaminate.

In particolare nel primo capitolo viene presentata una descrizione dettagliata dell’impianto e dei macchinari che lo costituiscono, le relative caratteristiche e le condizioni di funzionamento.

Nel secondo capitolo si presentano le lavorazioni ed in particolare vengono descritte nel dettaglio le fasi e le operazioni che caratterizzano ciascuna prova operativa.

I quantitativi e le tipologie di materiale, sia in termini di rifiuto sia in termini di materiale da processare, vengono specificati all’interno del terzo capitolo.

Per ultimo si fa riferimento ai quantitativi potenziali di inquinanti presenti nelle emissioni così come ai sistemi di monitoraggio previsti.

## 1. DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto oggetto del progetto di ricerca "Decontaminazione mediante carbonizzazione idrotermale di materiale contenente sostanze contaminate" è costituito da due sezioni, sostanzialmente riconducibili a due skid principali: la prima dedicata alla movimentazione e al trattamento del prodotto (skid2 – Reattore), la seconda dedicata al controllo della pressione e della temperatura del reattore mediante circuito ad olio diatermico (Skid1 – Sistema olio diatermico).

Il reattore è costituito da un recipiente a pressione con agitatore verticale, all'interno del quale si trova la matrice da trattare. Esso è inoltre provvisto di camicia esterna, flussata con olio diatermico, per controllare la temperatura e quindi la pressione del materiale da trattare.

Il funzionamento del reattore è di tipo "batch" e consiste nelle seguenti fasi principali:

- Riempimento del reattore mediante coclea e diluizione del prodotto in acqua a condizioni atmosferiche
- Riscaldamento e pressurizzazione del reattore fino alle condizioni operative stabilite
- Cottura in condizioni di pressione e temperature costanti controllate
- Raffreddamento e depressurizzazione del reattore
- Scarico del prodotto dopo trattamento nel ricevitore atmosferico

Il circuito ad olio diatermico è principalmente costituito da elettropompa di circolazione, resistenze elettriche e aero-refrigerante con valvola di regolazione a tre vie, rispettivamente per il riscaldamento e il raffreddamento dell'olio.

### 1.1 Sezione dell'impianto dedicata al trattamento del prodotto (Skid2)

Costituiscono questa sezione le seguenti apparecchiature:

- a) Sistema di caricamento con sistema svuota big-bag, dotato di tramoggia e coclea chiusa di caricamento per la matrice solida da trattare. La coclea, dotata di motore a giri fissi, scarica all'interno del reattore per mezzo di una connessione flessibile (Figura 1). Nel caso di matrici da trattare già in stato liquido, il prodotto verrà direttamente pompato nel reattore.
- b) Reattore incamiciato dotato di differenti dispositivi di sicurezza: valvola di sicurezza PSV, disco di rottura, valvola di limitazione della pressione, termocoppie, termocoppie a contatto, trasmettitore di pressione, manometro ed interruttori di altissima pressione (Figura 2).
- c) Agitatore a trascinamento magnetico con motore dotato di inverter.
- d) Sistema di raffreddamento dei cuscinetti dell'agitatore costituito da: pompa di circolazione, scambiatore aria/acqua, vaso d'espansione, valvola di sicurezza ordinaria, termoresistenza, termometro, manometri, valvole e piping (Figura 3).
- e) Valvola di intercettazione ad azionamento pneumatico sulla tubazione di scarico del reattore (Figura 4).
- f) Sistema di raccolta del prodotto bonificato costituito da filtro a sacconi e vasca di raccolta dell'eluato (Figura 5).
- g) Filtro a carboni attivi completo di separatore di gocce (demister), fascia scaldante con resistenza elettrica e centralina di controllo (visibile in Figura 2).
- h) Sistema di gestione di eventuali trafilamenti della valvola di intercettazione di cui al p.to e) mediante convogliamento degli stessi al filtro a carboni attivi.
- i) PLC di controllo a bordo skid, UPS e stazione di supervisione per l'operatore in container limitrofo.
- j) Strumentazione elettrica e meccanica, corredata da impianto elettrico e strumentale.



Figura 1. Sistema di caricamento con coclea per inserimento materiale nel reattore.



Figura 2. Reattore incamiciato, dispositivi di sicurezza, agitatore e strumentazione varia.



Figura 3. Sistema di raffreddamento agitatore.



Figura 4. Valvola intercettazione per scarico reattore.



Figura 5. Tubazione scarico e sistema di raccolta: struttura porta filtro a sacconi e vasca raccolta eluato.

## 1.2 Sezione dell'impianto dedicata al riscaldamento e raffreddamento dell'olio (Skid1)

Costituiscono questa sezione (Figura 6) le seguenti apparecchiature:

- a) Riscaldatore elettrico dell'olio, SCR per la regolazione della temperatura dell'olio, termostato di altissima temperatura.
- b) Pompa di circolazione dell'olio.
- c) Vaso di espansione dell'olio, interruttori di livello e valvola di sicurezza PSV.
- d) Riduttore di pressione e valvola solenoide per l'alimentazione dell'azoto.
- e) Aero-refrigerante costituito da scambiatore a fascio tubiero alettato e n. 2 ventilatori assiali con inverter.
- f) Valvola deviatrice a tre vie per la regolazione della temperatura del reattore controllando la portata di olio avviata all'aero-refrigerante.
- g) Vasca di raccolta olio.
- h) Pompa di caricamento del circuito.
- i) Quadro PLC di controllo a bordo skid.
- j) Strumentazione elettrica e meccanica, corredata da impianto elettrico e strumentale.



Figura 6. Skid olio diatermico.

Infine vi è una sezione dell'impianto dedicata alla produzione di aria compressa (Figura 7). Essa si compone delle seguenti apparecchiature:

- a) Compressore da 450 l/min a 7.2 bar.
- b) n.2 serbatoi da 11 bar / 500 litri con scarichi a galleggiante e manometri.
- c) Valvole di sicurezza dei serbatoi tarate a 8 bar.
- d) Separatore di condensa.
- e) Filtro disoleatore a coalescenza.
- f) Essiccatore d'aria ad adsorbimento.
- g) Postfiltro.
- h) n.2 scaricatori di condensa di tipo a galleggiante.
- i) Trasmettitore di pressione.



Figura 7. Stazione aria compressa.

### 1.3 Dati di progetto reattore HTC (skid2)

Di seguito si riportano i dati di progettazione del reattore HTC:

- Volume geometrico reattore: 1340 litri
- Pressione di progetto: 194.1 barg
- Temperatura di progetto: 375 °C
- Pressione massima di normale esercizio: 150 barg
- Massima quantità acqua caricabile nel reattore: 500 l
- Massimo tenore sostanza secca: 25 % in peso

Il sistema è stato progettato e realizzato con strumentazione e sicurezze che intervengono secondo le seguenti soglie (Tabella 1):

Tabella 1. Soglie intervento pressione - skid reattore.

Item	Set di intervento [barg]
Pressione di progetto (PS)	194.1
Disco di rottura	194.1
Valvola di sicurezza	166
Trasmittitore di pressione (allarme pressione extra alta – apertura valvola di sfioro verso filtro a carboni)	160
Pressostati (allarme blocco resistenze)	155
Trasmittitore di pressione (allarme altissima pressione – blocco resistenze olio)	154

Si ricorda che gli scarichi di tutti i dispositivi di sicurezza e protezione sono convogliati al filtro a carboni attivi. Anche per la temperatura sono state impostate le seguenti protezioni di intervento (Tabella 2):

Tabella 2. Soglie intervento temperatura - skid reattore.

Item	Set di intervento [°C]
Temperatura di progetto (TS)	375
Trasmittitori di temperatura (allarme altissima temperatura – arresto resistenze elettriche olio)	345

## 1.4 Dati di progetto circuito olio diatermico (skid1)

Olio diatermico	Therminol 72
Pressione di progetto	18 barg
Temperatura di progetto	380 °C
Pressione minima di esercizio	7 barg
Temperatura minima di esercizio	20 °C
Portata nominale olio	30 m <sup>3</sup> /h
Contenuto olio nel circuito	1600 litri

In Tabella 3 e in Tabella 4 si riportano rispettivamente le soglie di intervento in termini di pressione e di temperatura.

Tabella 3. Soglie intervento pressione - skid olio.

Item	Set di intervento [barg]
Pressione progetto	18
Valvola di sicurezza PSV installata su vaso di espansione olio (pressurizzato con azoto). In caso di scatto la valvola scarica azoto.	18

Tabella 4. Soglie intervento temperatura - skid olio.

Item	Set di intervento [°C]
Temperatura di progetto (TS)	380
Termostato altissima temperatura (allarme altissima temperatura resistenze elettriche – arresto resistenze elettriche olio)	380
Trasmittitori di temperatura (allarme altissima temperatura- arresto resistenze elettriche olio)	375

## 2. DESCRIZIONE DELLE FASI LAVORATIVE

Il prototipo è stato realizzato per operare in modalità discontinua, tipo “batch”. Ciò significa che il materiale da trattare viene introdotto nel reattore, lasciato reagire secondo la reazione di carbonizzazione idrotermale e, trascorso un periodo di reazione prefissato, si procede all'estrazione del materiale trattato.

All'avvio l'operatore imposta una “ricetta”, ovvero un profilo di temperatura da mantenere all'interno del reattore, fissando la temperatura massima di cottura ed i tempi relativi. Al comando di “start” il sistema automaticamente eseguirà il riscaldamento del reattore sino alla temperatura scelta, al suo mantenimento per il tempo prefissato, al suo raffreddamento sino alla pressione minima nel reattore al di sotto della quale sarà possibile avviare lo scarico. La pressione minima è fissata a 4 bar oltre la quale non è possibile effettuare l'apertura della valvola di scarico del reattore, per ragioni di sicurezza.

Il riscaldamento è affidato a una serie di resistenze elettriche, a carico, automaticamente regolato mediante un SCR, mentre il raffreddamento è affidato a una batteria di aero-refrigeranti i cui motori sono controllati da inverter. SCR e inverter sono comandati in automatico dal sistema di controllo.

I gradienti di riscaldamento e raffreddamento possono essere assunti dall'operatore, sempre al di sotto del valore limite di 50 °C/h.

Di seguito si riporta la descrizione particolareggiata delle lavorazioni che costituiscono lo svolgimento di una prova operativa.

Si rimarca che, ancor prima di iniziare una prova, andranno sempre verificate le seguenti attività che sono propedeutiche all'avviamento:

- Tutti i sistemi e gli organi di sicurezza devono essere disponibili ed efficienti.
- Il filtro a carboni posto sulla tubazione di scarico dei dispositivi di sicurezza del reattore HTC deve contenere il necessario quantitativo di carboni attivi (645 litri) di idonea qualità.
- La vasca di ricevimento del prodotto finale deve essere provvista di saccone correttamente montato in grado di ricevere il prodotto scaricato dal reattore.
- La rete di aria compressa deve essere operante e disponibile alla regolare pressione di esercizio (6 bar g).
- La rete di acqua industriale deve essere disponibile.
- Il sistema di regolazione e controllo dell'impianto deve essere operativo ed efficiente, con tutti i valori prestabiliti per le soglie di allarme, di interblocco, per i set-point di regolazione correttamente settati.
- Non devono essere in corso operazioni di riparazione o manutenzione; tutti portelli e/o le aperture di servizio/ispezione devono essere chiusi.

In seguito si procede con il seguente "iter operativo":

## I. AVVIAMENTO e CARICAMENTO ACQUA

Per consentire il corretto caricamento dell'acqua è innanzitutto necessario sfiatare l'aria aprendo la connessione per il caricamento del reattore e la valvola sulla tubazione di scarico.

Si procede poi al riempimento del reattore e della tubazione di scarico con acqua in quantità non superiore a 550 kg, così ripartiti: 50 kg nella tubazione di scarico e 500 kg nel reattore. L'acqua viene quindi introdotta nel reattore mediante apertura delle valvole sul circuito dell'acqua industriale. Al raggiungimento del livello prestabilito si procede alla chiusura delle valvole di caricamento dell'acqua e delle valvole precedentemente aperte per sfiatare l'aria. È molto importante che il reattore non venga riempito oltre il livello stabilito.

## II. PREPARAZIONE DEL MATERIALE DA TRATTARE

Il materiale da trattare, preventivamente pesato, viene caricato all'interno del reattore tramite coclea chiusa. Il reattore è dotato di agitatore che provvede a mescolare il prodotto da trattare con l'acqua di diluizione precedentemente introdotta. In particolare:

- Raggiunto il livello di acqua nel reattore, come precedentemente descritto e verificabile tramite apposito strumento di livello, si mette in moto il sistema di raffreddamento dell'agitatore e l'agitatore stesso.
- Dopo aver connesso lo scarico della coclea con l'apposito bocchello di ingresso del reattore con tubazione flessibile, si avvia la coclea di caricamento che scarica tutto il prodotto contenuto nella tramoggia all'interno del reattore.
- Al termine del caricamento si disconnette la tubazione flessibile di scarico della coclea. È molto importante che l'agitatore sia in marcia durante il caricamento del materiale solido, evitando così possibili intasamenti.
- Si procede con la pulizia delle superfici della flangia di connessione del bocchello di ingresso al fine di rimuovere eventuali residui di materiale e con il posizionamento di una nuova guarnizione.
- Infine si chiude la connessione con relativa flangia cieca e si serrano i bulloni utilizzando una chiave dinamometrica con coppia di serraggio pari a 1200 Nm.

Si rimarca che il quantitativo massimo di solidi che si andrà ad introdurre non dovrà superare il rapporto di miscelazione pari al 25% SS (sostanza secca).

### III. RISCALDAMENTO DEL REATTORE

Per il riscaldamento del reattore si procede chiudendo tutte le valvole manuali e gli sfiati. Si introduce nel sistema di controllo il profilo di temperatura che si intende realizzare. Durante la fase transitoria la valvola di mandata della pompa dell'olio va parzializzata, mentre in seguito si procede all'apertura totale della suddetta.

Il riscaldamento avviene grazie ad un flusso di olio diatermico che fluisce attorno al reattore e nella camicia della tubazione di scarico dello stesso. La temperatura dell'olio diatermico è controllata in automatico e regolata sulla base della curva di riscaldamento assunta.

Il sistema controlla automaticamente che il gradiente di riscaldamento sia rispettato e che non si abbiano riscaldamenti differenziali eccessivi nel reattore (ad es. la calotta sferica sul fondo potrebbe comportarsi diversamente rispetto al coperchio posto sull'estremità opposta del reattore). Potrebbe quindi avvenire che, per ragioni di sicurezza, il sistema realizzi gradienti di riscaldamento inferiori a quanto impostato dall'operatore.

### IV. MANTENIMENTO DEL REATTORE IN TEMPERATURA

Terminato il ciclo di riscaldamento e raggiunta la temperatura opportuna nella massa da trattare all'interno del reattore, si avrà la pressione corrispondente alla tensione di vapore.

Il sistema provvede al mantenimento della temperatura per un tempo prefissato, indicativamente alcune ore.

Se la temperatura media misurata dalle tre termocoppie del reattore tende a diminuire, il sistema di circolazione dell'olio provvederà a sostenerla. Nel caso in cui la temperatura dovesse superare il valore di set, per l'affermarsi di reazioni esotermiche all'interno del reattore, il sistema provvederà automaticamente a ridurre la potenza sino a spegnere definitivamente le resistenze e a dirottare, mediante la valvola a tre vie, l'olio diatermico sulla batteria di raffreddamento.

### V. RAFFREDDAMENTO REATTORE

Al termine del periodo di cottura a temperatura costante, il sistema provvederà automaticamente al raffreddamento del reattore secondo i gradienti prefissati.

Il raffreddamento avviene attraverso l'olio diatermico stesso. La sua temperatura è controllata in automatico e regolata sulla base della curva di raffreddamento assunta. L'olio diatermico viene raffreddato mediante la batteria di raffreddamento.

Il raffreddamento deve proseguire possibilmente sino al raggiungimento di una pressione residua non superiore a 3-4 bar g. Oltre i 4 bar l'apertura della valvola di scarico è interdetta per ragioni di sicurezza.

### VI. SCARICO DEL REATTORE

Al termine del raffreddamento è possibile avviare la procedura di scarico verso la vasca di ricevimento del prodotto finale provvista di saccone in grado di ricevere il prodotto scaricato.

Il sistema di agitazione e mescolamento resta in servizio fino al raggiungimento di un livello minimo, letto dall'indicatore di livello.

Al fine di scaricare il prodotto dal reattore si procede aprendo la valvola per lo scarico del materiale trattato verso il sacco filtrante e una volta verificate le condizioni di scarico in sicurezza (in termini di pressione e temperatura) si procede all'apertura della valvola motorizzata per lo scarico. Si ricorda che l'agitatore viene mantenuto in movimento sino al raggiungimento di un livello minimo nel serbatoio tale da garantire la sua completa immersione.

Lo scarico avviene quindi in pressione, qualora la portata risultasse troppo elevata sarà possibile ridurre la pressione del reattore utilizzando l'apposito vent.

## VII. CICLO DI LAVAGGIO FINALE

Al termine dello scarico del fango, avvenuto con successo, è bene provvedere a uno o più cicli di risciacquo dell'intero sistema. Al fine di garantire una completa pulizia e un'eliminazione di eventuali sacche di liquido che nel tempo potrebbero determinare corrosioni sulle pareti metalliche, vi è la possibilità di effettuare, dopo i lavaggi, una serie di soffiature.

In Figura 8 si riporta un diagramma a blocchi con la sintesi e successione delle varie fasi che caratterizzano lo svolgimento di una singola prova all'interno del reattore.

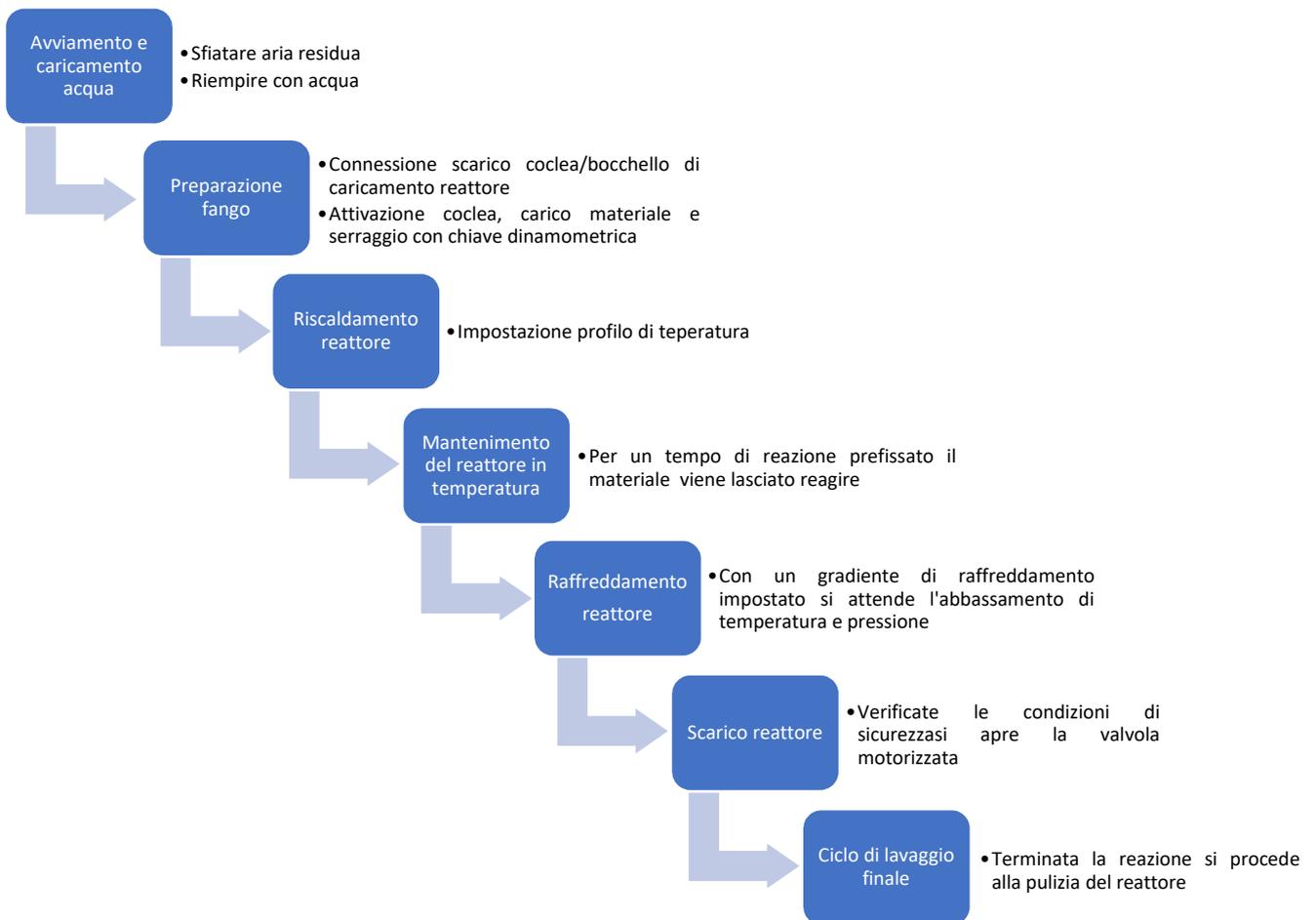


Figura 8. Schema a blocchi riportante le fasi che caratterizzano una prova operativa.

## 3. PUNTI DI EMISSIONE

In condizioni di normale operatività, durante le fasi di riscaldamento, cottura e raffreddamento non sono previste emissioni in atmosfera dal reattore. Soltanto nel trattamento del CER 020106 (stallatico) potrebbe formarsi una pressione residua superiore ai 4 bar. In questo caso sarebbe necessario procedere a uno sfiato manuale tramite l'utilizzo di una valvola di scarico. Tuttavia prima dello scarico in atmosfera dei gas formati (principalmente azoto e CO<sub>2</sub>) lo scarico verrebbe convogliato al filtro a carboni attivi del volume di 645 lt. Per

la quantità minima di questi eventuali sfiati, il filtro è sovradimensionato ma è previsto che possa trattare l'intero volume di gas del reattore in caso di emergenza.

In condizioni anomale, quali ad esempio l'intasamento del materiale all'interno del reattore in fase di scarico, sono possibili diverse manovre per ripristinare la funzionalità del reattore. Tali manovre prevedono l'utilizzo di una valvola di sfiato; e come riferito sopra, il convogliamento dello scarico nel filtro a carboni attivi.

Si ricorda che il filtro a carboni attivi è completo di separatore di gocce (demister), fascia scaldante con resistenza elettrica e centralina di controllo. La verifica dell'efficienza dei carboni attivi è possibile in quanto il reattore è provvisto di una predisposizione per l'installazione di un campionatore che permetterà di confrontare le emissioni prima e dopo i filtri, calcolando così la loro efficienza. In ogni caso è prevista una sostituzione dei carboni attivi ogni 2 anni.

In condizioni di emergenza, si ricorda inoltre che il prototipo è dotato di un sistema automatico per la regolazione e il controllo della temperatura e di un sistema di valvole di sicurezza in ridondanza, a tre stadi, che intervengono in maniera autonoma l'uno dall'altro qualora si presentasse un aumento di pressione anomalo oltre una determinata soglia. Tutti gli sfiati del sistema di sicurezza passano attraverso il filtro a carboni attivi.

Il punto di emissione in atmosfera è pertanto unico ed è situato a valle del filtro a carboni come rappresentato in Figura 9. In particolare si tratta di una tubazione 4".

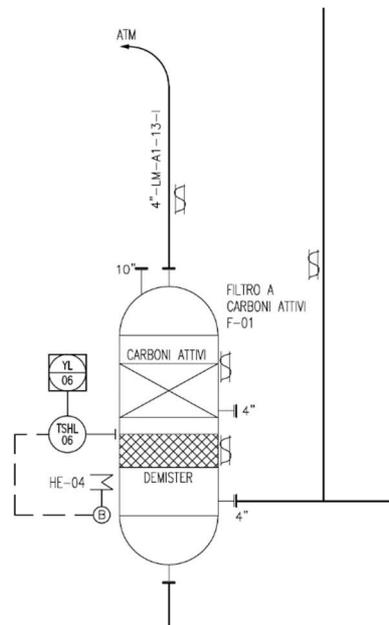


Figura 9. Punto di emissione a valle del filtro a carboni ed estratto P&I.

Un altro punto di possibili emissioni sarebbe il caricamento della tramoggia. Come spiegato in precedenza il materiale da trattare potrebbe arrivare in big bags da svuotare e in sacchi da 20-25 Kg per le matrici solide, o in piccoli fusti o in cisterne per le matrici liquidi. Trattandosi di un impianto all'aperto, le eventuali emissioni di materiale polveroso nel momento dello scarico in tramoggia non sono tecnicamente convogliabili in un punto di aspirazione meccanico e quindi è previsto l'utilizzo di un nebulizzatore per limitare le suddette emissioni.

Nel caso dello scarico non sono previste emissioni in quanto il prodotto finale esce umido dal reattore.

#### 4. MATERIALI IMPIEGATI: TIPOLOGIE E QUANTITATIVI

Trattandosi di un progetto di ricerca i quantitativi di materiale che verranno trattati all'interno del prototipo variano a seconda della tipologia del materiale stesso: sono necessarie differenti condizioni di esercizio al fine di garantire il trattamento e quindi la decontaminazione.

In termini più generali il quantitativo totale che si intende trattare è stato stimato in riferimento al numero di prove (2/4 al mese) e alle condizioni operative (ad es. la percentuale di sostanza secca %SS) che si intendono effettuare nel corso di un anno. Ogni prova prevede il riempimento del reattore e della relativa tubazione di scarico con un quantitativo di acqua pari a 550 kg. Il quantitativo di materiale solido potrà di conseguenza variare fino ad un massimo del 25 %SS.

In Tabella 5 si riportano i codici CER dei materiali che si intendono trattare mediante il processo di carbonizzazione idrotermale all'interno del prototipo in oggetto. Il quantitativo massimo di materiale per ciascuna tipologia di codice è pari a 5 t/a.

*Tabella 5. Tipologie di materiali che si intendono trattare e relative quantità.*

Attività	CER	Tipologia	Quantità [t/a]
<b>Trattamento HTC - carbonizzazione idrotermale</b>	190805 / 190811* 190812 / 190813* 190814	Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane e industriali	5
<b>Trattamento HTC - carbonizzazione idrotermale</b>	020106	Feci animali, urine e letame, effluenti, raccolti separatamente e trattati fuori sito	5
<b>Trattamento HTC - carbonizzazione idrotermale</b>	170503* / 170504	Terreni contaminati	5
<b>Trattamento HTC - carbonizzazione idrotermale</b>	190105*	Ceneri leggere contenenti sostanze pericolose	5

Si precisa inoltre che l'impianto viene messo in esercizio alimentando energia elettrica, necessaria per il riscaldamento delle resistenze presenti sul circuito dell'olio diatermico. Non si impiega pertanto alcun combustibile. L'olio diatermico, pur essendo una sostanza combustibile, viene impiegato come medium per uno scambio termico di tipo convettivo.

## 5. QUANTITATIVI POTENZIALI DI INQUINANTI E SISTEMI DI MONITORAGGIO

### 5.1 Quantità e composizione degli inquinanti

Come spiegato nel punto 3, in condizioni di normale operatività, non sono previste emissioni in atmosfera dal reattore.

Soltanto nel caso di applicazione del processo HTC ai liquami zootecnici (CER 020106) è ipotizzabile un maggiore sviluppo di gas, dovuto alla matrice biologica (microorganismi attivi, fermentazioni) e potrebbe quindi formarsi una pressione residua superiore ai 4 bar. In questo caso sarebbe necessario procedere a uno sfiato manuale tramite l'utilizzo di una valvola di scarico fino al raggiungimento dei 4 bar. I macro-costituenti di questi sfiati sarebbero azoto e CO<sub>2</sub> che prima di essere scaricati in atmosfera passerebbero per un filtro a carboni attivi. Eventuali altri prodotti in tracce generati dalla degradazione della biomassa (esempio: alcoli, idrocarburi) verrebbero anche intrappolati nel filtro a carbone.

Da progetto, anche gli sfiati in caso di anomalie ed eventuali emergenze sono convogliati al filtro a carboni attivi.

Al momento e trattandosi di un impianto sperimentale ai fini di ricerca non è possibile indicare valori dettagliati sulla composizione dello scarico in atmosfera ma si tiene a precisare che il sistema di filtri a carboni attivi non ha una funzione di abbattimento in continuo di emissioni sistematicamente inquinanti e che il volume elevato di carboni attivi non è rappresentativo dell'effettivo carico inquinante che è previsto emettere, ma è stato inserito nel prototipo come ulteriore sicurezza.

Il volume complessivo del reattore è di circa un metro cubo e per la sperimentazione si riempie a  $\frac{3}{4}$  con acqua e materiale da trattare quindi il volume di fase gas rimane molto ridotto. La quantità sfiata massima potrebbe arrivare all'ordine del metro cubo per ogni prova di CER 020106, e per non smuovere le fasi lo sfiato dovrebbe essere effettuato molto lentamente, con una durata complessiva di qualche ora. La portata di questi sfiati sarebbe quindi sull'ordine dei litri al minuto. Tenendo conto che si farà un massimo di 4 prove al mese, nella peggiore delle ipotesi, ovvero trattando lo stallatico, si parlerebbe di emissioni a valle del filtro a carbone di qualche metro cubo al mese. Per il resto dei CER non sono previste emissioni in condizioni di normale operatività.

La concentrazione massima di inquinanti riferiti a un metro cubo, dopo il filtro in carbone, non è stimabile a priori in quanto anche la misurazione, a causa delle basse concentrazioni e del funzionamento a batch, sarà difficile. Si ricorda che l'impianto pilota HTC per decontaminare è un prototipo sperimentale sviluppato e costruito per poter studiare questa tecnologia in modo da renderla utilizzabile a larga scala e così rendere più pulito il nostro ambiente. Attualmente non ci sono altri impianti di questo genere in funzione, per questo non è possibile parlare di "emissioni tipo", ma soltanto a fine sperimentazione sarà possibile, in funzione delle diverse condizioni di esercizio, fare dei bilanci di massa. L'impianto è stato comunque progettato per poter operare in modo da produrre delle emissioni minime, perlopiù depurate da un filtro in carbone sovradimensionato.

## 5.2 Sistemi di misura delle emissioni e programma di monitoraggio

In testa al reattore è montata una predisposizione per l'installazione di un campionatore per la fase gas. Il campionamento e ulteriore analisi di questi gas, prima del passaggio attraverso i carboni attivi, forma parte della sperimentazione. Da una parte permetterà di ottimizzare il processo in funzione dei parametri delle diverse prove e dall'altra permetterà di verificare l'efficienza dei carboni attivi confrontando le emissioni prima e dopo i filtri e calcolando così la frequenza idonea di sostituzione.

Non è previsto un sistema di monitoraggio in continuo giacché l'impianto lavora a batch e quindi non permette di poter misurare in continuo. La strumentazione analitica per la misurazione di inquinanti in emissioni industriali non è adatta per quantificare emissioni così basse derivate da un impianto pilota HTC. Sarà parte della sperimentazione dell'impianto pilota misurare i diversi componenti della fase gas residua dopo il trattamento HTC, soprattutto prima del filtro in carbone, perché dopo il filtro le concentrazioni previste si presumono talmente basse da non riuscire nemmeno a rilevarle. La strumentazione comunemente utilizzata a camino negli impianti industriali, quale gli spettrometri FT-IR, non hanno né la sensibilità per misurare eventuali inquinanti in tracce nei gas di sfiato, né hanno le caratteristiche di selettività per misurare questi sfiati a spot. Per la determinazione e la quantificazione dei composti organici di questi sfiati verrà utilizzato uno spettrometro di massa on-line (Airsense), molto più sensibile e selettivo degli FT-IR. Per la caratterizzazione di questi sfiati verranno impegnate tutte le tecniche che Eco-Research ha a disposizione.

Sono previsti campionamenti degli sfiati mediante sacchetti in Tedalar e campionamenti mediante il sistema bottle-vac. Questi campioni verranno analizzati mediante GC-MS/MS e LC-HRMS.