

Seconda edizione

Italia
NO DIG
LIVE 2025



Premio
"Milco Anese"

11 GIUGNO



**L'EFFICIENZA DEL DECANter CENTRIFUGO NEL TRATTAMENTO DEI FANGHI DI
PERFORAZIONE PRODOTTI DA TECNICHE TRENCHLESS, ATTRAVERSO LA
SEPARAZIONE E LA RIMOZIONE DELLE PARTICELLE PIÙ FINI E CONSEGUENTE
RIDUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE NEL CANTIERE NO DIG.**

Michele Russo, Process Manager - Quality Manager, Getech srl

Parco Esposizioni Novegro - 11 giugno 2025

Indice

- ☐ **Introduzione**
- ☐ **Principi di funzionamento dell'impianto di separazione Gennaretti**
- ☐ **Modalità di funzionamento del decanter centrifugo. Processo di alleggerimento e di disidratazione**
- ☐ **Aggregazione delle particelle fini: condizionamento del fango**
- ☐ **Fattori che influiscono sull'efficienza del decanter centrifugo**
- ☐ **Innovazione tecnologica**
- ☐ **Riduzione dell'impatto ambientale**
- ☐ **Tipologie di impianti di separazione impiegati nei cantieri trenchless**
- ☐ **Conclusioni**

Introduzione

Obiettivo

Nelle opere trenchless, al fine di diminuire i tempi di realizzazione, i relativi costi e l'impatto ambientale, non si può prescindere dal considerare la gestione dei fanghi di perforazione.

Durante le operazioni di scavo è importante assicurarsi che la sospensione, contenente le particelle del fango di perforazione, venga separata mediante la vagliatura e gli idrocicloni al fine di ottenere solidi con un basso contenuto di acqua. Le particelle fini ($<100\mu\text{m}$) che rimangono nella sospensione e non riescono a separarsi, infatti, hanno un effetto negativo nel processo di perforazione poiché rallentano la velocità di avanzamento e velocizzano l'usura dei componenti, per cui è indispensabile l'impiego del decanter centrifugo.

L'impiego dell'impianto di separazione Gennaretti, mediante il processo di disidratazione del fango di perforazione, è in grado di garantire, il recupero dell'acqua contenuta nel fango stesso, ridurre l'ingombro dei volumi di smarino, ridurre il costo e il peso dei solidi fini da estrarre dal fango ed il suo riutilizzo in alcuni progetti.

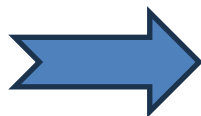
1. Fluidi e Fanghi di perforazione

Il fluido di perforazione è un composto di acqua, bentonite e possibili additivi chimici che viene pompato nella testa di scavo nelle diverse tecniche trenchless (Microtunnel, TOC, Direct-pipe), con la funzione di:

- Sostenere lo scavo;
- Lubrificare gli utensili;
- Trasportare i detriti all'esterno;

Dalla commistione del fluido di perforazione con il materiale scavato si ha il cosiddetto **fango di perforazione** il quale, di conseguenza, risulta così composto: acqua, bentonite, additivi chimici e, a seconda della tipologia di terreno scavato, argilla, limo, sabbia e/o ghiaia.

Il fango di perforazione per poter essere riutilizzato viene «ripulito» dai detriti grossolani e fini.

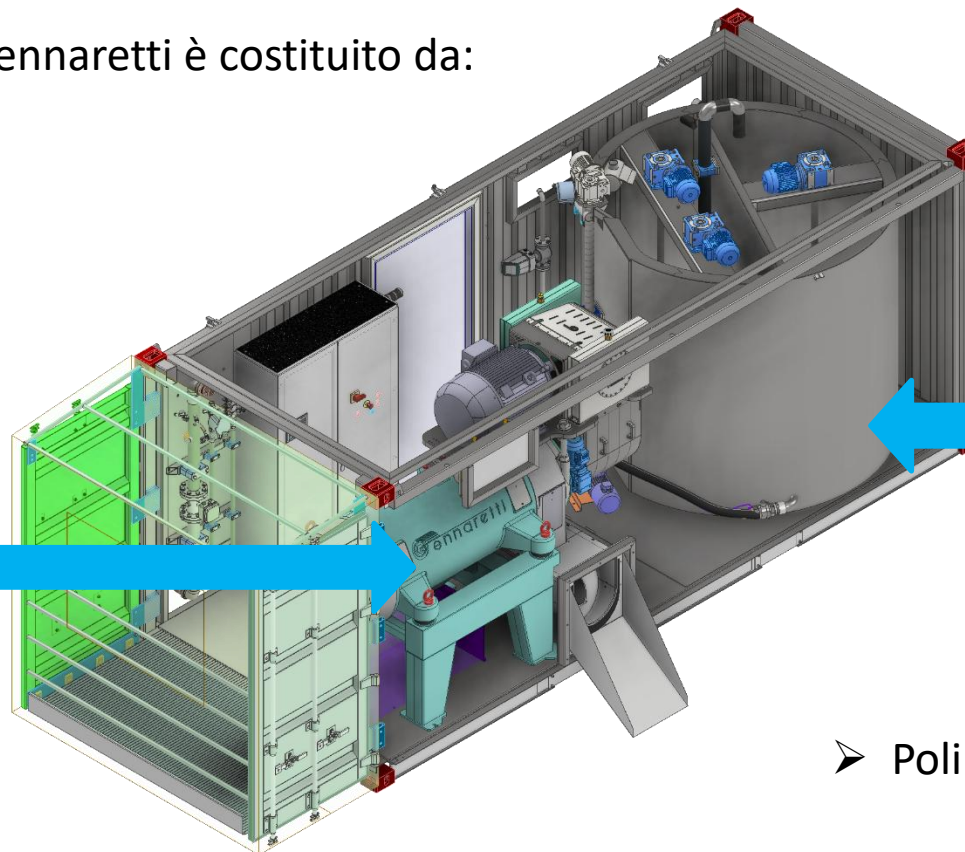


Trattamento del fango di perforazione

1. Principio di funzionamento dell'impianto di separazione Gennaretti

L'impianto di separazione Gennaretti è costituito da:

- Decanter Centrifugo ad asse orizzontale



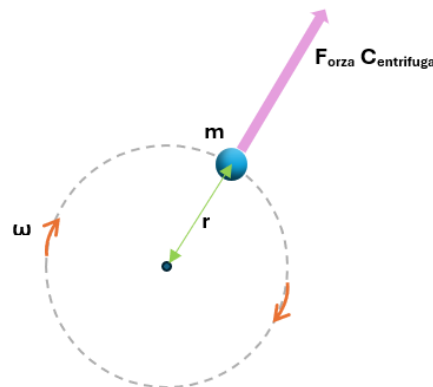
- Poliprepatore

1. Principio di funzionamento dell'impianto di separazione Gennaretti

La Forza Centrifuga

Il principio di funzionamento del decanter centrifugo si basa sulla forza centrifuga:

$$F_{cf} = m\omega^2 r$$



Dove m è la massa del corpo, ω velocità angolare e r la posizione del corpo rispetto all'asse di rotazione.

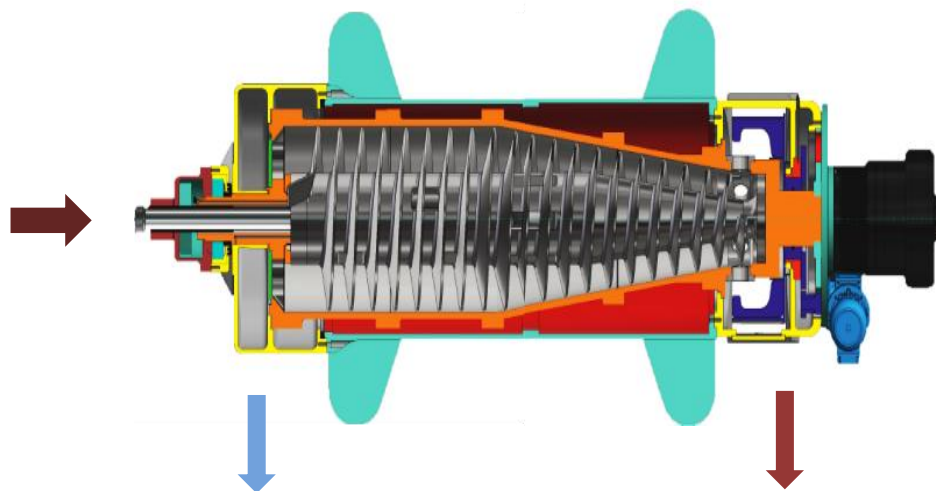
Questa è la forza che viene generata dal tamburo durante la fase di processo.

Applicando questo principio fisico, può essere vista come una macchina che accelera la forza gravitazionale ($1G = 9,81 \text{ m/s}^2$) facendo quello che la natura fa in anni, in alcuni istanti, sfruttando la differenza di peso specifico tra le particelle che subiscono questa forza (legge di Stokes).

1. Principio di funzionamento dell'impianto di separazione Gennaretti

Il processo di separazione consiste nel separare questa miscela bifase in una fase liquida e una fase solida mediante l'applicazione di una forza centrifuga e la differenza di peso specifico delle particelle.

Ingresso fango
perforazione
(Miscela bifase)



Uscita fase
liquida

Uscita fase
solida

1. Principio di funzionamento dell'impianto di separazione Gennaretti

Le fasi del processo si suddividono in:

1. **Carico del fango:** I fanghi di perforazione, precedentemente passati nei vagli, vengono inviati alla centrifuga tramite pompa attraverso il tubo di alimentazione che corre fino all'interno del tamburo rotante dove viene applicata la forza centrifuga.
2. **Separazione dei solidi e dei liquidi:** Una volta che il fango entra nel tamburo, la rotazione ad alta velocità genera una forza centrifuga che separa i solidi più pesanti dai liquidi. I solidi si depositano sulle pareti del tamburo e la coclea, che ruota all'interno, ha la funzione di trasportare all'esterno la sostanza solida depositata sulla parete interna del tamburo. I liquidi, più leggeri, vengono estratti dalla parte centrale e trasportati nella parte opposta fuoriuscendo dai dischi di stramazzo.
3. **Raccolta del liquido recuperato:** Il liquido separato dalla centrifuga può essere recuperato e riutilizzato per la preparazione del fluido di perforazione o come acqua di cantiere.
4. **Rimozione dei solidi:** I solidi granulari separati vengono raccolti per poter essere smaltiti o, in alcuni casi, riutilizzati.

2. Modalità di funzionamento del decanter centrifugo. Processo di alleggerimento e disidratazione

Un sistema completo di separazione solido/liquido consente di preservare le caratteristiche del fluido di scavo consentendone un riutilizzo quasi integrale, per un certo numero di cicli **(alleggerimento)**, minimizzando anche lo smaltimento del fango non più utilizzabile **(disidratazione)**.

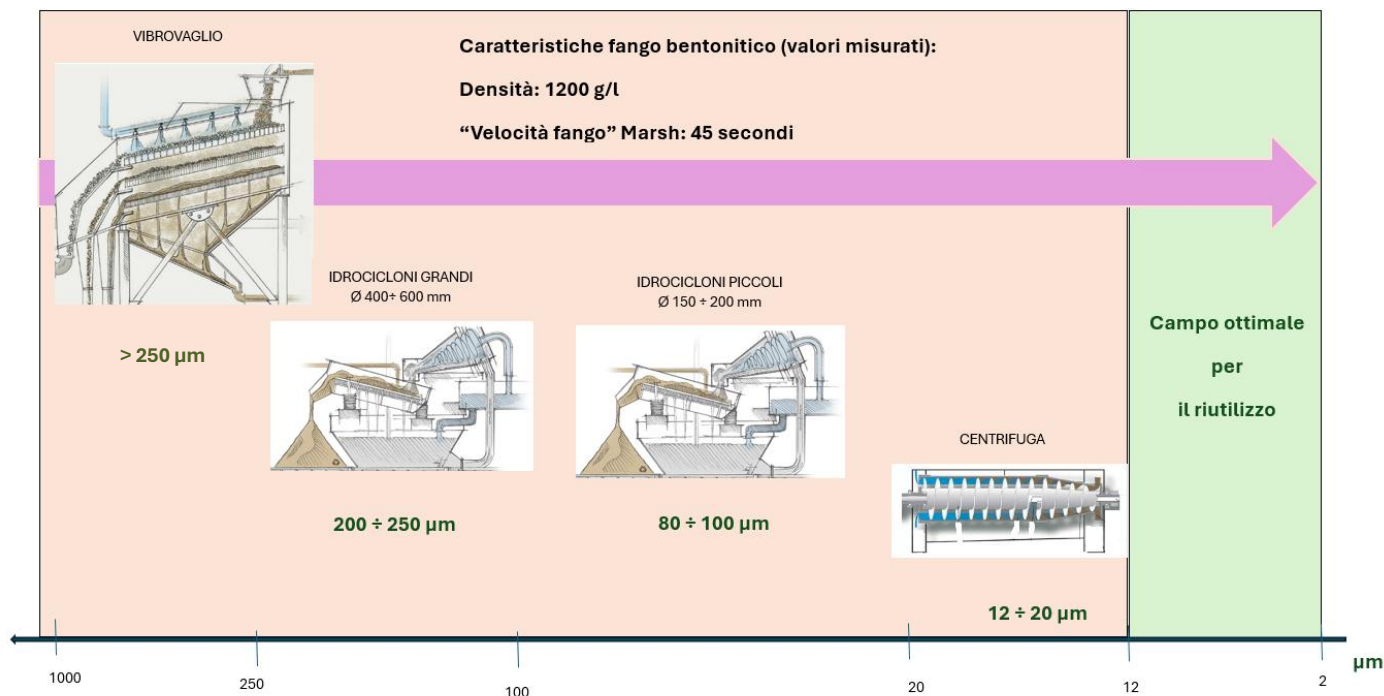
La differenza sostanziale tra il processo di alleggerimento o solid control e la disidratazione è che nell'alleggerimento non vengono impiegati flocculanti e/o coagulanti, pertanto, il fango di perforazione prima dell'immissione in centrifuga non viene condizionato.

Utilizzando vibrovagli e cicloni preferibilmente a due stadi (grandi e piccoli) le particelle più grandi di $80 \div 100\mu\text{m}$ sono rimosse dal fango bentonitico, mentre **le particelle più piccole potranno essere separate solo da una centrifuga** o in fase di alleggerimento o in fase di disidratazione.

3. Modalità di funzionamento del decanter centrifugo. Processo di alleggerimento e disidratazione

Alleggerimento o Solid Control

Il processo di **alleggerimento** rigenera il fango bentonitico sfruttando la differenza di peso delle particelle senza l'aggiunta di flocculanti e coagulanti. Questo processo è legato in maniera importante alla granulometria del terreno:

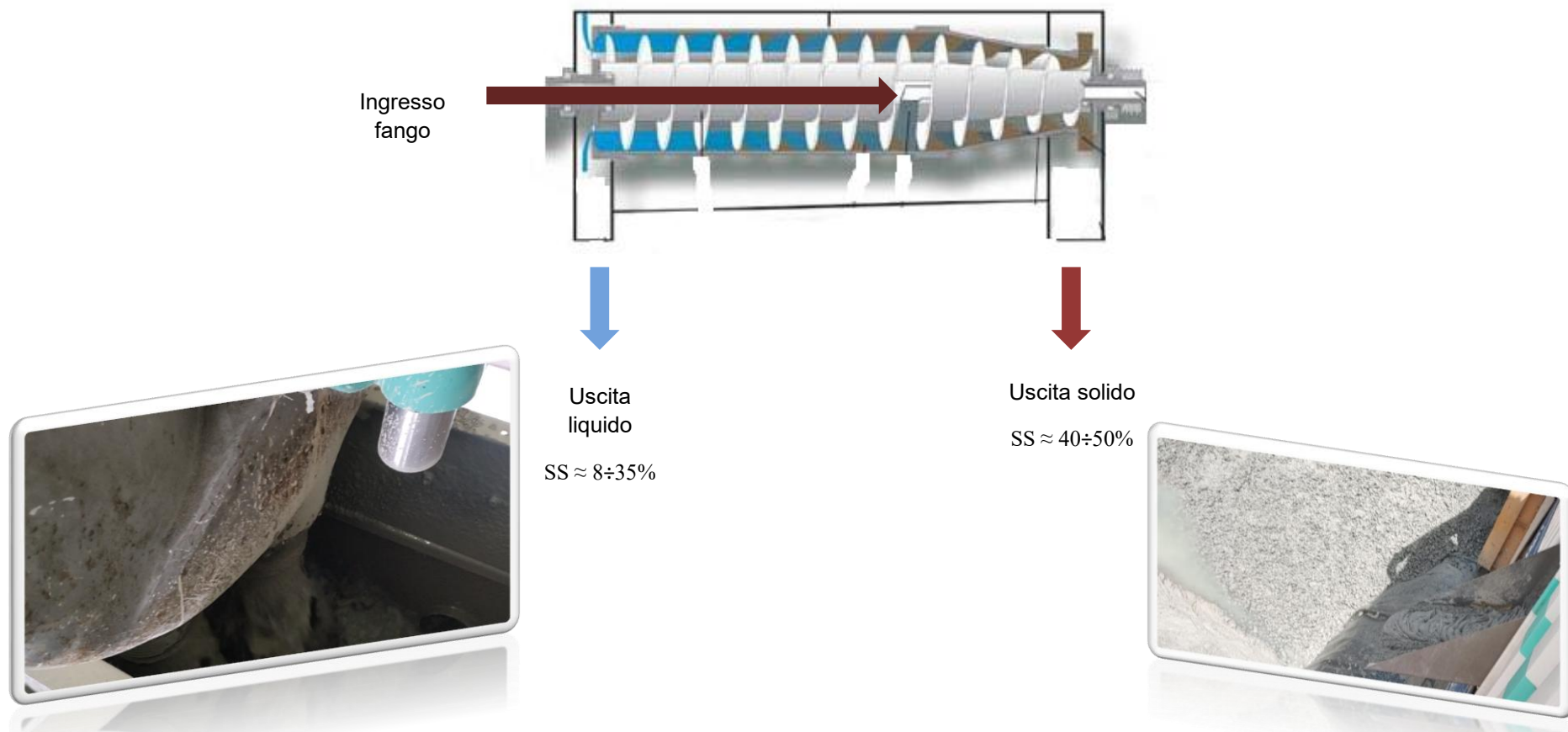


- Vagli > 250 µm
- Cicloni > 80 ÷ 250 µm
- Centrifughe > 12 ÷ 20 µm

2. Modalità di funzionamento del decanter centrifugo. Processo di alleggerimento e disidratazione

Alleggerimento o Solid Control

Ciò che si ottiene dal processo di alleggerimento è un solido palabile con $SS \approx 40\div 50\%$ e liquido con $SS \approx 8\div 35\%$.

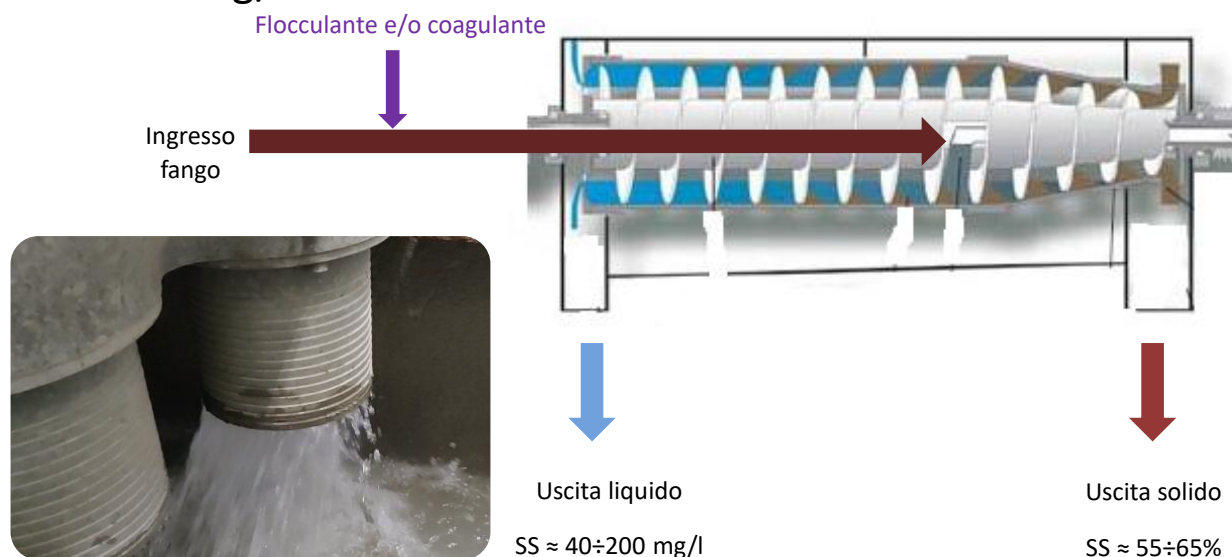


3. Modalità di funzionamento del decanter centrifugo. Processo di alleggerimento e disidratazione

Disidratazione

Il processo di **disidratazione**, mediante l'aggiunta di flocculanti e/o coagulanti, invece ha come obiettivo quello di ridurre il volume del fango di perforazione esausto che ha raggiunto la densità critica per lo scavo.

Ciò che si ottiene dal processo di disidratazione è un solido palabile, con volume notevolmente ridotto, con SS $\approx 55\div 65\%$ e liquido chiaro, **acqua pulita**, contenente SS $\approx 40\div 200$ mg/l.



4. Aggregazione delle particelle fini: condizionamento del fango

Per avere un migliore processo di separazione solido-liquido (**disidratazione**) è necessario utilizzare coagulanti e/o flocculanti.

La granulometria del terreno, dopo i primi due stadi di trattamento, vagli e dissabbiatore, in generale, può oscillare da 0 a $100 \div 200 \mu\text{m}$, e comprende argilla (da $0 \div 2 \mu\text{m}$), bentonite (da $0 \div 2 \mu\text{m}$), limo (da $2 \div 63 \mu\text{m}$), sabbia finissima (da 63 a $100 \div 200 \mu\text{m}$) eventuali altri additivi immessi nel fango.

Quando nel fango, la granulometria sotto i $5 \mu\text{m}$ risulti assente, è necessario solo il flocculante, un prodotto chimico che aggrega le particelle da 5 a circa $30 \div 60 \mu\text{m}$ e permette la flocculazione efficace anche in termini di capacità trattata di fango, ovvero la rimozione dei solidi che usciranno granulari e dell'acqua, la quale uscirà trasparente.

Nel caso in cui la granulometria sotto i 5 micron sia presente, dovuta alla presenza di argilla e/o bentonite, occorrerà comunque un coagulante, un prodotto che aggrega le particelle da $0 \div 5 \mu\text{m}$, creando dei micro-fiocchi, con dimensioni da $8 \div 20 \mu\text{m}$, in modo che il flocculante li possa catturare.

4. Aggregazione delle particelle fini: condizionamento del fango

I coagulanti sono di 2 tipi, e lavorano con meccanismi differenti:

Organici: con una media carica elettrica positiva, opposta alla potente carica elettrica negativa, con un effetto calamita e usualmente una catena molecolare ramificata, per catturare in modo migliore le molecole piccolissime sino a 2 μm .

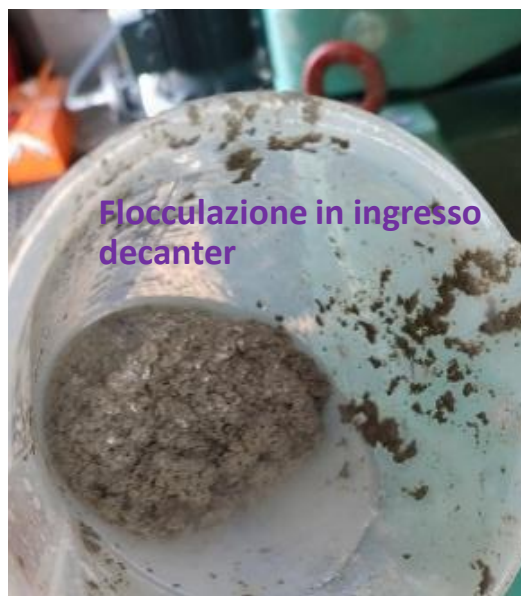
Inorganici: contenenti una percentuale acida, tale da rompere l'effetto tissotropico (gel) della bentonite, e con una debole carica elettrica positiva che destabilizza le potenti cariche negative di argilla e bentonite e rimuove l'effetto repulsivo.

Dopo il dosaggio e l'opportuno tempo di contatto del coagulante, le particelle sono di dimensioni e carica elettrica molto bassa, e quindi idonee ad essere flocculate, cioè «catturate» dal flocculante. È di natura organica e può essere cationico o anionico.

Questo processo sarà attuato sino ad ottenere, una ottimale separazione solido – liquido. I legami chimici, del coagulante e del flocculante, sono temporanei, ovvero nella prima fase aumentano come efficacia, nella seconda sono stabili, nella terza sono in calo e nella quarta fase si azzerano.

Il ciclo di dosaggio chimico, prima a banco e poi nell'impianto di separazione Gennaretti con centrifuga, mira a lavorare solo nella seconda fase, quella dei legami chimici stabili.

4. Aggregazione delle particelle fini: condizionamento del fango



Casi pratici di come avviene il condizionamento del fango e verifica della flocculazione.

5. Fattori che influiscono sull'efficienza del decanter centrifugo

Per ottenere buoni risultati nella disidratazione dei fanghi di perforazione devono essere tenuti presente diversi fattori:

- **Composizione dei fanghi:** Fanghi con una composizione diversa, come una maggiore concentrazione di solidi o un'alta viscosità, richiedono regolazioni specifiche per ottenere i migliori risultati.
- **Velocità di rotazione:** La velocità di rotazione del tamburo influisce sulla forza centrifuga e sulla separazione dei materiali. La regolazione della velocità è fondamentale per ottimizzare il processo.
- **Velocità di rotazione differenziale:** La velocità di rotazione differenziale (giri differenziali) della coclea è fondamentale per ottimizzare il processo in termini di risultati delle fasi separate solido e acqua.
- **Additivi coagulanti e flocculanti:** A volte è necessario aggiungere coagulanti o flocculanti o entrambi per migliorare l'aggregazione dei solidi e ottimizzare il processo di disidratazione, per cui la scelta del tipo prodotto deve essere ottimale.

5. Fattori che influiscono sull'efficienza del decanter centrifugo

Approccio metodologico

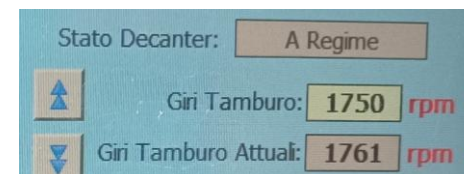
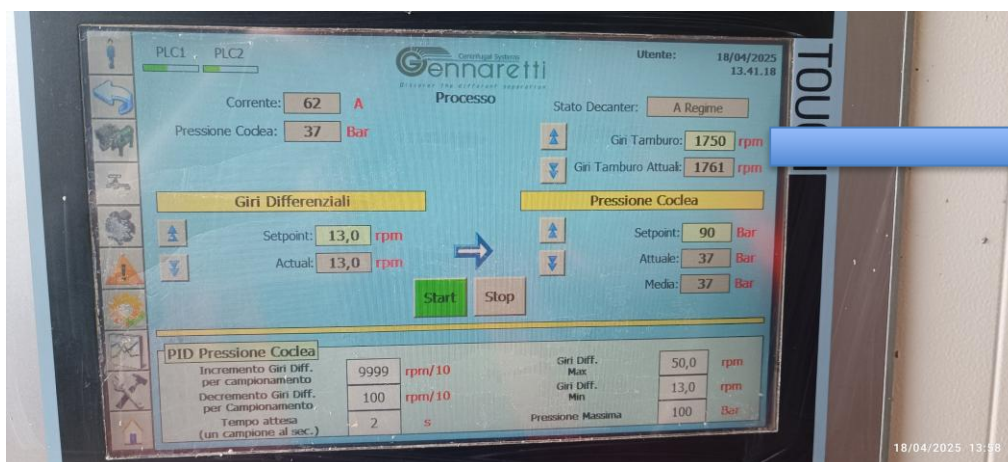


5. Fattori che influiscono sull'efficienza del decanter centrifugo

Approccio metodologico. Parametri di processo

➤ Velocità di rotazione del tamburo

Ogni fango ha una sua velocità massima (velocità di rotazione del tamburo) di separazione ed una sua necessità di aumento della forza centrifuga per separarsi al meglio, data dalle sue caratteristiche chimico-fisiche.



5. Fattori che influiscono sull'efficienza del decanter centrifugo

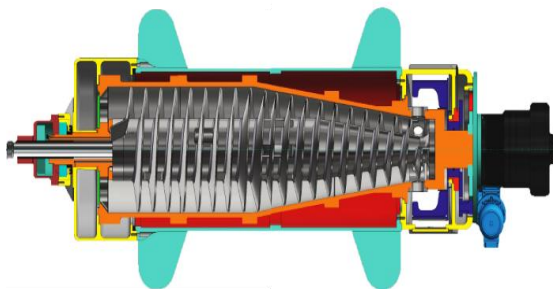
Approccio metodologico. Parametri di processo

➤ Velocità di rotazione differenziale (giri differenziali)

Giri differenziali fissi

Alleggerimento o
solid control

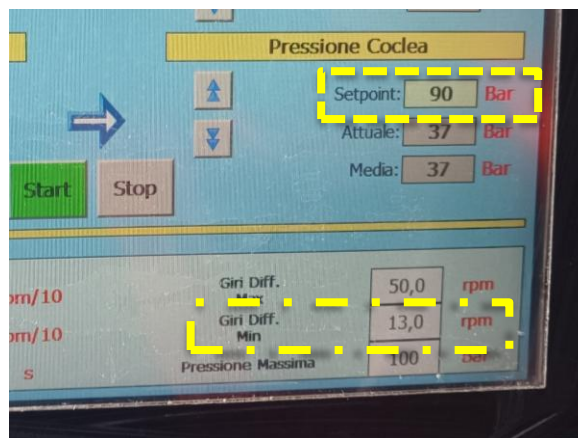
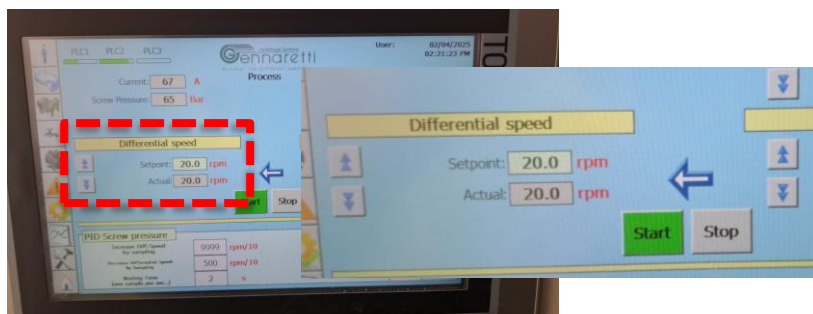
La coclea gira con una
velocità costante
indipendentemente dalle
condizioni di carico.



Giri differenziali variabili

Disidratazione

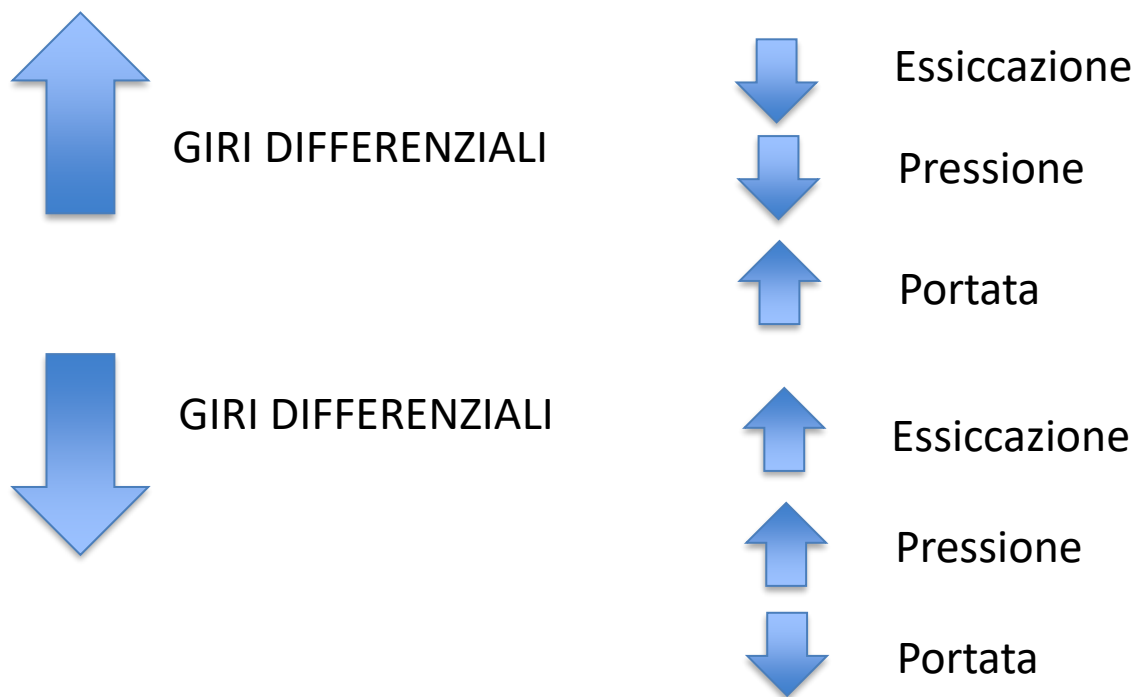
La velocità di rotazione
della coclea dipende dalle
condizioni di carico
ovvero dalla pressione
esercitata dal fango



5. Fattori che influiscono sull'efficienza del decanter centrifugo

Approccio metodologico. Parametri di processo

➤ Velocità di rotazione differenziale (giri differenziali)



Le caratteristiche di separabilità del prodotto sono basilari e non sempre per ottenere la massima disidratazione è necessario usare il minimo di giri differenziali, ma al contrario va sempre ricercato il miglior punto di equilibrio. **È importante impostare il numero di giri differenziale in maniera variabile per poter far fronte alle più svariate proprietà del fango in ingresso, così il tenore di sostanza secca resta ottimale.**

5. Fattori che influiscono sull'efficienza del decanter centrifugo

Approccio metodologico. Parametri di processo

➤ Set point di pressione

Quando la macchina è impostata per lavorare con il metodo a “pressione” (giri/differenziali variabili), cioè variano i Giri Differenziali al fine di ottenere una pressione di lavoro costante, si imposta un valore di riferimento di pressione che il controllo cercherà di far mantenere alla centrifuga; in via del tutto teorica possiamo semplificare l'influenza di tale valore come segue:

Più pressione	Meno Giri Dif.	Più essiccazione	Liquido chiarificato più torbido
Meno pressione	Più Giri Dif.	Meno essiccazione	Liquido chiarificato più limpido

6. Innovazione tecnologica

L'impianto di separazione Gennaretti può essere dotato di un sistema per il dosaggio in automatico del flocculante e/o coagulante in funzione della densità del fango. La regolazione stessa offre garanzie di massima precisione in virtù del software di proprietà che la stessa Gennaretti ha sviluppato nell'ambito della propria ricerca e sviluppo.



Il dosaggio avviene automaticamente, secondo dei parametri impostati nel nostro software, in funzione della densità misurata dal misuratore di portata massico Coriolis.

Come optional, è possibile utilizzare una stazione di monitoraggio delle acque affinché l'acqua, che si ottiene dalla disidratazione, possa essere scaricata in acque superficiali, in fogna, oppure necessita di un nuovo trattamento. I solidi presenti in essa sono misurati mediante un torbidimetro; in questo modo l'apertura della valvola di scarico avviene secondo i parametri impostati nel software.



7. Riduzione dell'impatto ambientale

Nei cantieri trenchless, dove sono impiegati degli impianti separazione Gennaretti, si ha il completo recupero dell'acqua utilizzata nelle operazioni di perforazione.

Questo processo consente di minimizzare gli sprechi e ridurre l'impatto ambientale del cantiere, in linea con le più moderne pratiche di sostenibilità nel settore delle grandi infrastrutture.

Il recupero dell'acqua rappresenta un aspetto fondamentale in un progetto trenchless, in quanto riduce la necessità di approvvigionamento idrico e garantisce una gestione più efficiente delle risorse.

Circa 2/3 dei 30 – 60 m³/h di fango di perforazione trattato producono acqua pulita trasparente, la quale viene immessa nel fluido di perforazione.

Il ricorso all'uso della centrifuga Gennaretti evita quindi di prelevare l'acqua da fonte alternativa, risolve il problema di approvvigionamento dell'acqua, soprattutto quando il cantiere si trova lontano da fonti naturali, e garantisce un elevato beneficio ecologico ed economico.

7. Riduzione dell'impatto ambientale



7. Riduzione dell'impatto ambientale

Impianto trattamento fango con riciclo dell'acqua



7. Riduzione dell'impatto ambientale

Per quanto riguarda i solidi, si ha una riduzione di volume dei fanghi; infatti, la disidratazione ne riduce notevolmente il volume facilitando il loro trasporto e smaltimento.



Questo comporta anche un abbattimento dei costi per lo smaltimento dei rifiuti.



La diminuzione dei viaggi delle autobotti per l'approvvigionamento dell'acqua e l'uso dei camion per il conferimento dei solidi si traduce inevitabilmente in una riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera.



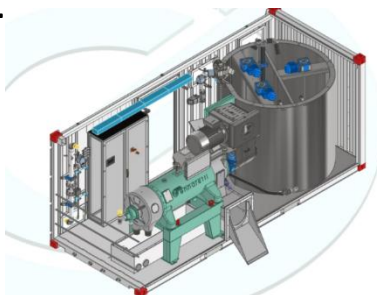
Si riduce lo sfruttamento idrico.



8. Tipologia di impianti di separazione impiegati nei cantieri trenchless

Le unità di separazione Gennaretti impiegate tipicamente in un cantiere trenchless, sono:

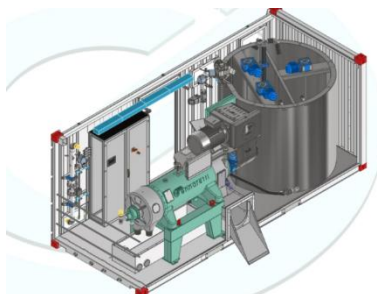
➤ SPACI 11



DATI TECNICI PRINCIPALI GHT 303 VF 30

Massima temperatura del prodotto in Ingresso	80°C (opzionale 150°C)
Diametro interno tamburo	353 mm
Lunghezza tamburo	1595 mm
Velocità di rotazione del tamburo	Compresa tra 500 e 3500 rpm (regolabile)
Velocità di rotazione della coclea	Compresa tra 0,1 e 55 rpm (regolabile)
Rapporto di snellezza (lunghezza / diametro del tamburo)	4,5

➤ SPACI 22

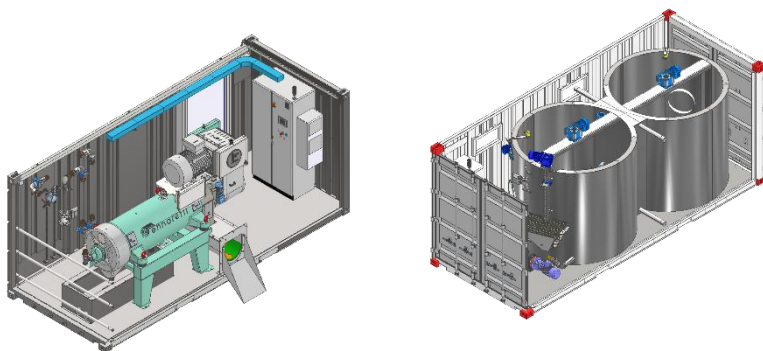


DATI TECNICI PRINCIPALI GHT 403 VF 75

Massima temperatura del prodotto in Ingresso	80°C (opzionale 150°C)
Diametro interno tamburo	500 mm
Lunghezza tamburo	1860 mm
Velocità di rotazione del tamburo	Compresa tra 500 e 2000 rpm (regolabile)
Velocità di rotazione della coclea	Compresa tra 0,1 e 60 rpm (regolabile)
Rapporto di snellezza (lunghezza / diametro del tamburo)	3,72

8. Tipologia di impianti di separazione impiegati nei cantieri trenchless

➤ SPACI 9+SPACI 1



DATI TECNICI PRINCIPALI GHT 503 VF 90

Massima temperatura del prodotto in Ingresso	80°C (opzionale 150°C)
Diametro interno tamburo	500 mm
Lunghezza tamburo	2150 mm
Velocità di rotazione del tamburo	Compresa tra 500 e 3000 rpm (regolabile)
Velocità di rotazione della coclea	Compresa tra 0,1 e 60 rpm (regolabile)
Rapporto di snellezza (lunghezza / diametro del tamburo).	4,3

8. Tipologia di impianti di separazione impiegati nei cantieri trenchless. Caratteristiche prestazionali

GHT.303VF-30kW		GHT.403VF-75kW		GHT.403VF 600-90kW		GHT.503VF-90kW		GHT.503VF 600-135kW	
Portata	Densità	Portata	Densità	Portata	Densità	Portata	Densità	Portata	Densità
m³/h	kg/l	m³/h	kg/l	m³/h	kg/l	m³/h	kg/l	m³/h	kg/l
23	1,100	35	1,100	67	1,100	54	1,100	65	1,100
20	1,150	31	1,150	59	1,150	47	1,150	57	1,150
18	1,200	28	1,200	53	1,200	42	1,200	50	1,200
14	1,250	23	1,250	44	1,250	33	1,250	40	1,250
12	1,300	19	1,300	37	1,300	28	1,300	33	1,300
10	1,350	17	1,350	32	1,350	24	1,350	29	1,350
9	1,400	15	1,400	28	1,400	21	1,400	25	1,400
TPH 6,5		TPH 10,5		TPH 20		TPH 15		TPH 18	

I valori sono riferiti al miglior condizionamento del fango a monte della centrifuga, ovvero:

- 1) Vasca di omogeneizzazione con agitatori a pale grandi;*
- 2) Pompa di aspirazione più vicino possibile alla vasca di omogeneizzazione del fango;*
- 3) Il diametro della linea fango è DN80 per Decanter con diametro tamburo 500/600 mm*
- 4) Scelta dei prodotti chimici prima nel nostro laboratorio oppure in loco durante la messa in servizio;*
- 5) Scelta del dosaggio dei prodotti chimici come da prova di laboratorio;*
- 6) Il contenuto di sabbia dovrà essere inferiore al 3%, ottimale, massimo 8%.*



9. Conclusioni

- ✓ Il trattamento in continuo del fluido azzerà il rischio di fermo dello scavo per eccessiva viscosità, o per mancanza di spazio dove stoccare un fluido non più utilizzabile.
- ✓ Rimuovendo i solidi sospesi nel fluido di perforazione l'avanzamento della MTBM migliora fino al 50% grazie al mantenimento della viscosità e densità ottimali.
- ✓ Il recupero dell'acqua è un aspetto fondamentale nei cantieri trenchless soprattutto per quelli situati in luoghi dove non c'è disponibilità idrica.
- ✓ **La gestione ed il trattamento dei fanghi di perforazione è fondamentale per la tutela dell'ambiente.**
- ✓ **L'impianto di separazione Gennaretti e la sua innovazione tecnologica rappresentano la migliore soluzione per la gestione dei fanghi di perforazione in termini di sostenibilità, economicità ed efficienza.**
- ✓ **A trarre vantaggio dall'impiego dell'unità di separazione Gennaretti sono tutti gli attori che prendono parte al cantiere NO DIG.**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

(Ing.) Michele Russo

E-mail: michele.russo@gennaretti.com

Cellulare: +39 349 450 6826

Getech Srl

Via Roncaglia, 10
60035 Jesi (AN)

info@gennaretti.com

+39 0731 200200

www.gennaretti.com