

**COMUNE DI ALESSANDRIA**

**CAVA LA BOLLA – SPINETTA MARENGO  
DISCARICA PER PIETRISCO  
FERROVIARIO CONTENENTE AMIANTO**

**IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE E  
GESTIONE PERCOLATO – SPECIFICA  
GENERALE SISTEMA DI CONTROLLO**

**SILPDUE S.R.L.**



**SILPDUE S.R.L.**



**CAVA LA BOLLA – SPINETTA MARENGO (AL)**

**DISCARICA PER PIETRISCO FERROVIARIO CONTENENTE AMIANTO**

**IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE E GESTIONE PERCOLATO –  
SPECIFICA GENERALE SISTEMA DI CONTROLLO**

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE DALL'ING. GIOVANNI FERRO  
ISCRITTO ALL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI SAVONA N. 637

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE DALL'ING. FRANCESCO PESCE  
ISCRITTO ALL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI GENOVA N. 9567A

Doc. N. A23-008/ R21-1  
3 Aprile 2025

**INDICE**

1.0 – INTRODUZIONE.....	4
2.0 – RIPRESA OPERATIVITÀ IMPIANTO DOPO UN PERIODO DI FERMO .....	5
3.0 – IMPIANTO IN ESERCIZIO.....	7
4.0 – ASSENZA DI PRECIPITAZIONI (SVUOTAMENTO DELL’IMPIANTO) .....	8
5.0 – RILANCIO DA VASCA DI ACCUMULO PERCOLATI .....	9
6.0 – RILANCIO DA STAZIONE DI SOLLEVAMENTO.....	10
7.0 – RILANCIO PERCOLATI DA POZZI DI CAPTAZIONE .....	11

## 1.0 – INTRODUZIONE

Il funzionamento dell'impianto di progetto risulta strettamente dipendente dall'andamento delle precipitazioni atmosferiche, in quanto il rifiuto messo a dimora nella discarica non porta di per sé alla generazione di percolati.

Pertanto, l'attività del sistema è determinata dalla presenza o assenza di precipitazioni sull'area di discarica, con la necessità di adottare strategie mirate alla conservazione ottimale delle opere elettromeccaniche anche in condizioni estreme, quali prolungati periodi di siccità o temperature particolarmente rigide.

Le principali condizioni di funzionamento dell'impianto di trattamento percolati sono state classificate come segue:

1. Ripresa dell'operatività di impianto dopo un periodo di fermo dovuto all'assenza di precipitazioni;
2. Impianto in esercizio;
3. Assenza di precipitazioni (svuotamento dell'impianto).

Le strategie adottate sono volte a gestire efficacemente le diverse condizioni operative, garantendo sia la protezione delle componenti elettromeccaniche durante i periodi di fermo, sia la prontezza ed efficienza del sistema al momento della riattivazione, con l'obiettivo di mantenere un impianto modulare in grado di trattare anche portate inferiori a quelle di picco.

Scopo del presente documento è pertanto quello di descrivere le modalità di controllo dell'impianto di trattamento per le diverse condizioni di funzionamento sopra elencate, oltre alle logiche di attivazione previste per le pompe di rilancio delle seguenti sezioni:

- Vasca di accumulo dei percolati in fase di coltivazione;
- Stazione di sollevamento a servizio dell'impianto di trattamento;
- Pozzi di captazione dei percolati in fase post operativa.

## 2.0 – RIPRESA OPERATIVITÀ IMPIANTO DOPO UN PERIODO DI FERMO

A seguito di un periodo di fermo impianto, in presenza di precipitazioni sulle aree di discarica in fase di coltivazione, di percolati rilanciati dai pozzi di captazione o di afflusso di acque di prima pioggia da sottoporre a trattamento, il livello dei serbatoi di ricezione **S1**, **S2** e **S3** aumenterà a seguito dell'afflusso di reflui provenienti dalla stazione di sollevamento a servizio dell'impianto di trattamento.

Il percolato viene estratto dai tre serbatoi per mezzo delle pompe **P-01A/B/C/D** e rilanciato alle successive sezioni di sedimentazione, previo passaggio dai pozzetti ripartitori **PZ-02/03**, i quali sono muniti di troppo pieno per il convogliamento di eventuali eccedenze alla stazione di sollevamento **PZ-01**.

Dalla stazione di sollevamento **PZ-01**, il percolato in eccedenza viene quindi rilanciato per mezzo di n. 2 pompe (**P-02A/B**) ai serbatoi di ricezione iniziali.

Le pompe **P-01A**, **P-01B** e **P-01C**, dotate di linee di aspirazione indipendenti, sono dedicate rispettivamente ai serbatoi **S1**, **S2** e **S3**. La pompa **P-01D** è configurata come unità di riserva per le prime tre e, in caso di malfunzionamento di una di esse, può subentrare garantendo la continuità operativa, essendo collegata alle tre linee di aspirazione. Inoltre, la pompa **P-01D** può essere utilizzata per il rilancio ad autocisterna dei concentrati provenienti dai processi a membrana, qualora questi vengano temporaneamente depositati in **S2/S3**.

Le pompe di estrazione del percolato da ciascuno dei serbatoi **S1/S2/S3** entrano in esercizio una sola alla volta; la logica d'ingaggio si basa sul mantenimento, all'interno dei serbatoi, di un livello di liquido compreso tra una soglia superiore ed una inferiore.

L'ampiezza di tale intervallo – corrispondente al volume di lavoro delle macchine – è denominata “banda morta”.

In ciascuno dei serbatoi è installato un misuratore in grado di rilevare quattro differenti valori di livello:

- **L1** - allarme di minimo livello, al raggiungimento del quale le pompe si arrestano immediatamente (salvaguardia) e nel contempo scatta un apposito segnale di allarme;
- **L2** - basso livello, corrispondente alla soglia inferiore della banda morta;
- **L3** – alto livello, corrispondente alla soglia superiore della banda morta;
- **L4** – allarme di alto livello, sintomatico di una situazione in cui la portata entrante supera quella ammissibile per il rilancio alla sezione di sedimentazione (100 m<sup>3</sup>/ora suddivisi su due linee), oppure di perdita di efficienza della pompa di sollevamento (intasamento girante, ecc.).

Infine, un misuratore rileva in continuo lo stazionamento del livello di liquido all'interno del range di banda morta, agendo in cascata con un controllore di portata e su una valvola regolatrice di flusso.

Il misuratore resetta il controllore di portata solo per escursioni del livello al di fuori della banda morta (inferiormente o superiormente).

Dalla linea di mandata comune alle pompe e diretta alla sezione di sedimentazione, si separa la seguente diramazione:

- Linea di ricircolo interno, per re-immettere nei serbatoi di accumulo quota parte della portata rilanciata dalle pompe, impedendo in questo modo che il livello nei serbatoi si abbassi sino al raggiungimento di **L1**, determinando

l'arresto delle pompe e al contempo evitando possibili condizioni di pompa in marcia in shut-off (valvola regolatrice completamente chiusa).  
Il ricircolo interno si attiva al raggiungimento della soglia di basso livello L2; qualora la portata di percolato in arrivo dalla discarica diminuisca ulteriormente sino ad annullarsi (livello L1), le pompe si arrestano.

In dettaglio, partendo da una situazione di serbatoio vuoto, il ciclo di lavoro del sistema può essere descritto come segue. Il progressivo ingresso di percolati dalla discarica determina, in **S1/S2/S3**, un aumento del livello sino al raggiungimento di L2, ovvero della soglia inferiore di banda morta.

A questo punto, una o due delle pompe a servizio dei serbatoi entrano in funzione; il controllore di portata installato sulla linea di mandata comune rileva la portata erogata ed agisce di conseguenza sulla valvola regolatrice di flusso posta a valle. In particolare:

- Nel caso entri in funzione una sola pompa, se la portata istantanea rilanciata è inferiore a 50 m<sup>3</sup>/ora (limite ammissibile a ciascuna delle due linee di trattamento di valle), la valvola regolatrice di flusso si apre ulteriormente sino a consentire il raggiungimento di tale valore;
- Nel caso si attivino due pompe, se la portata istantanea rilanciata dai serbatoi è inferiore a 100 m<sup>3</sup>/ora (limite ammissibile alle linee di trattamento di valle), la valvola regolatrice di flusso si apre ulteriormente sino a consentire il raggiungimento di tale valore;
- se la portata è invece già pari al valore massimo consentito, la valvola regolatrice di flusso lo mantiene impedendo che venga superato.

Per le condizioni operative derivanti da un ulteriore incremento del livello interno dei serbatoi, si rimanda al successivo paragrafo 3.

Durante la fase di avviamento dei sistemi di ultrafiltrazione e osmosi inversa in seguito a un periodo di fermo impianto, è previsto che il permeato prodotto nei primi cicli di trattamento sia ricircolato in testa all'impianto.

Tale operazione si rende necessaria in quanto, durante questa fase, il sistema potrebbe non aver ancora raggiunto le condizioni di regime operativo e il permeato potrebbe pertanto non risultare idoneo allo scarico.

Il monitoraggio continuo della conducibilità del permeato consente di valutare la condizione del sistema. Una volta raggiunto il regime operativo e verificata la stabilità del trattamento, oltre alla conformità del permeato agli standard richiesti, il sistema ne consente lo scarico.

### 3.0 – IMPIANTO IN ESERCIZIO

Sia durante la fase operativa che in quella post-operativa, quando l'impianto è attivo e gestisce il flusso di percolato proveniente dall'area di discarica (oltre alle acque di prima pioggia dalle aree asfaltate), il suo funzionamento si basa su una logica di controllo dei livelli nei serbatoi di accumulo **S1/S2/S3**. Da questi livelli dipende il rilancio del refluo verso le sezioni di trattamento successive.

In particolare, in ciascuno dei serbatoi, un misuratore di livello verifica, agendo in cascata con il controllore di portata, che il livello in serbatoio si mantenga all'interno della banda morta (L3 – L2); in caso di livello decrescente sino alla soglia minima L2 (ovvero portata entrante in S1/S2/S3 minore di quella uscente a mezzo pompe), si attua la sequenza:

- Il misuratore interviene sul controllore di portata che, a sua volta, impone alla valvola regolatrice di chiudersi parzialmente sino a quando la portata transitante diminuisce;
- Se il livello misurato all'interno del serbatoio permane all'interno della banda morta, il sistema si stabilizza e il controllore di portata mantiene il nuovo valore di portata mediante la valvola regolatrice;
- Se il livello decresce ulteriormente, avvicinandosi a L2, il sistema si resetta di nuovo limitando ulteriormente il valore di portata erogato;
- Tramite la parziale chiusura della valvola regolatrice, quota parte della portata rilanciata viene allora ricircolata all'interno dei serbatoi, mentre la parte rimanente viene inviata alla sezione di sedimentazione.

In ingresso a **S1/S2/S3** può essere quindi garantita – grazie al ricircolo sopra descritto - una portata “virtuale” anche in caso di afflusso di acque da discarica minimo o nullo.

Tale approccio garantisce un funzionamento più stabile delle sezioni di trattamento a valle, evitando ripetuti avvii e arresti di breve durata dell'impianto e riducendo, per quanto possibile, la dipendenza dell'impianto dall'aleatorietà delle precipitazioni.

Inoltre, in tale configurazione i macchinari possono operare in maniera più stabile e continuativa, situazione gestionale preferibile rispetto ad una logica di controllo basata sugli attacca/stacca delle pompe, maggiormente usurante dal punto di vista elettromeccanico.

Il sistema di controllo agisce automaticamente anche con livello crescente nel serbatoio: in questo caso, infatti, il controllore di portata agisce sulla valvola regolatrice sino a quando la portata transitante diviene pari al massimo ammissibile.

Quando il livello in **S1/S2/S3** raggiunge e/o supera L3 – soglia superiore di banda morta – e la portata inviata a trattamento è già pari al valore massimo, il sistema di controllo interviene automaticamente per arrestare il funzionamento delle pompe di rilancio dei percolati dalla stazione di sollevamento a servizio dell'impianto ai serbatoi di ricezione.

Per una descrizione dettagliata del ciclo di lavoro dell'impianto in condizioni di esercizio regolari, si rimanda all'elaborato di progetto *R15\_Impianto Trattamento Acque e Gestione Percolato - Relazione Tecnica*.

**4.0 – ASSENZA DI PRECIPITAZIONI (SVUOTAMENTO DELL'IMPIANTO)**

Al termine delle precipitazioni, per l'impianto è previsto lo svuotamento completo dei serbatoi e delle linee mediante apposite operazioni di spurgo. Questa procedura è fondamentale per garantire che l'impianto rimanga in condizioni di sicurezza durante i periodi di inattività.

Lo svuotamento previene infatti una serie di potenziali problemi, quali la stagnazione dei liquidi residui, che potrebbe favorire la proliferazione di microorganismi o la formazione di depositi solidi all'interno delle linee e dei serbatoi.

In questo modo si evita inoltre che, durante il periodo invernale, l'acqua residua nelle tubazioni possa congelare, danneggiando le linee e le componenti dell'impianto.

Al fine di permettere le corrette operazioni di lavaggio e spurgo delle condotte, queste sono provviste di appositi stacchi valvolati in corrispondenza di curve, accoppiamenti con apparecchiature elettromeccaniche e in prossimità degli elementi critici del sistema. Le tubazioni hanno pendenza verso i punti di spurgo per l'autodrenaggio delle stesse durante lo svuotamento delle linee.

In particolare, si vuole assicurare che, durante i periodi di assenza di precipitazioni, sia possibile svuotare le linee di aspirazione delle pompe di rilancio dai serbatoi di stoccaggio.

A tal fine, il sistema sarà dotato di:

- Valvole attuate e manuali installate sullo scarico dei serbatoi, per consentire il controllo dei flussi;
- Dispositivi di spurgo collocati sulle linee di aspirazione delle pompe, progettati per consentire lo svuotamento completo dei tubi quando l'impianto è inattivo, prevenendo così danneggiamenti dovuti al gelo nella stagione fredda.

Per quanto riguarda i sistemi di ultrafiltrazione e osmosi inversa, le membrane polimeriche di tali unità richiedono particolari accorgimenti durante i periodi di prolungata inattività dell'impianto, al fine di preservarne l'integrità.

In particolare, per evitare fenomeni di idrolisi o deterioramento delle membrane, è opportuno prevedere il dosaggio periodico di apposita soluzione conservante, circolata attraverso le membrane per preservarne l'integrità.

Infine, per prevenire l'impaccamento dei letti filtranti a carbone attivo, è previsto un ricircolo a bassa portata attraverso gli stessi durante i periodi prolungati di fermo impianto. Tale ricircolo viene effettuato utilizzando l'effluente trattato e appositamente accumulato nel serbatoio S5.



## 5.0 – RILANCIO DA VASCA DI ACCUMULO PERCOLATI

Come descritto nell'elaborato “*R15 Impianto Trattamento Acque e Gestione Percolato - Relazione Tecnica*”, durante le operazioni di coltivazione della discarica sarà realizzata, all'interno di lotti ancora da coltivare, una vasca di laminazione per la gestione delle acque provenienti dal lotto che progressivamente si trova in fase di coltivazione.

La vasca di accumulo, il cui dimensionamento non è oggetto di trattazione del presente documento, è dotata di n. 2 pompe di rilancio dei percolati verso la stazione di sollevamento a servizio dell'impianto di trattamento.

Le due tubazioni di mandata saranno progettate in modo tale da poter funzionare in modalità di riserva l'una per l'altra. A tal fine, le mandate saranno dotate di valvole per consentire anche l'utilizzo di una singola linea in caso di guasto o manutenzione dell'altra.

Le logiche di attivazione delle pompe stabiliscono che il rilancio del percolato verso la stazione di sollevamento venga sospeso qualora il livello all'interno della stazione stessa superi un limite di soglia superiore, o in caso di arresto delle pompe al suo interno.

## 6.0 – RILANCIO DA STAZIONE DI SOLLEVAMENTO

Dalla stazione di sollevamento a servizio dell'impianto di trattamento, per le cui caratteristiche si rimanda all'elaborato "*R15 Impianto Trattamento Acque e Gestione Percolato - Relazione Tecnica*", i percolati sono rilanciati ai serbatoi iniziali di accumulo dell'impianto di trattamento tramite n. 3 pompe (P-13A/B/C).

Le logiche di attivazione delle pompe di rilancio sono configurate in modo tale che, al raggiungimento di un livello minimo predefinito all'interno della stazione di sollevamento, venga attivata una delle tre pompe.

Nel caso in cui il livello del serbatoio continui ad aumentare, al superamento di ulteriori livelli di soglia, entrano in funzione rispettivamente anche la seconda e la terza pompa.

Il sistema prevede inoltre che, qualora il livello all'interno dei serbatoi S1/S2/S3 superi la soglia superiore di banda morta, le pompe P-13A/B/C vengano automaticamente arrestate.

La logica di attivazione delle pompe di rilancio consente al sistema di adattarsi in modo ottimale alla variabilità dei flussi provenienti dalle seguenti fonti: il percolato generato dalla discarica in fase di coltivazione, il percolato raccolto dai pozzi di captazione, le acque di prima pioggia stoccate nel serbatoio di accumulo, le acque da lavaruote e le acque meteoriche provenienti dalla viabilità asfaltata interna alla proprietà.

## 7.0 – RILANCIO PERCOLATI DA POZZI DI CAPTAZIONE

Per la captazione dei percolati provenienti dai lotti di discarica al termine della fase di coltivazione, sono previsti n. 19 pozzi, per il cui dimensionamento si rimanda all'elaborato *“R15\_Impianto Trattamento Acque e Gestione Percolato - Relazione Tecnica”*.

All'interno dei 19 pozzi di captazione previsti, saranno installate altrettante pompe sommerse destinate al rilancio dei percolati raccolti alla stazione di sollevamento a servizio dell'impianto di trattamento.

Le logiche di attivazione delle singole pompe di rilancio sono progettate affinché esse entrino in funzione automaticamente quando il livello di percolato nel pozzo supera un determinato valore di attivazione.

Una volta attivata, la pompa continua a funzionare fino a quando il livello del percolato scende al di sotto di una soglia minima di arresto.

Le logiche di attivazione stabiliscono inoltre che il rilancio del percolato verso la stazione di sollevamento venga interrotto nel caso in cui il livello all'interno della stazione stessa superi una soglia limite superiore, o in caso di arresto delle pompe al suo interno.

Inoltre, i livelli di attivazione delle pompe nei pozzi saranno regolati in modo tale da evitare l'avvio simultaneo di tutte le pompe.

In particolare, si prevede l'attivazione simultanea di un massimo di 10 pompe, con le mandate distribuite equamente tra la sezione sinistra e destra dell'anello di captazione perimetrale.

Questa logica di attivazione progressiva delle pompe consente un rilancio più graduale del percolato verso la stazione di sollevamento, limitando le perdite di carico lungo l'anello di captazione del percolato.